

m. 9v
2m

N^o 433
(4)



ANNALES
DES MINES

9109

Les ANNALES DES MINES sont publiées sous les auspices de l'Administration des Mines et sous la direction d'une commission spéciale, nommée par le Ministre des travaux publics. Cette commission, dont font partie le directeur des routes, de la navigation et des mines et le conseiller d'État, directeur du personnel, du secrétariat et de la comptabilité, est composée ainsi qu'il suit :

MM.

JACQUOT, inspecteur général des mines,
président.

DE CHANCOURTOIS, inspecteur général.

BOCHET, d^e

PESCHART D'AMBLY, d^e

L. LUUYT, inspecteur général, directeur
de l'École supérieure des mines.

LINDER, inspecteur général.

CASTEL, d^e

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, inspecteur
général.

ROGER, inspecteur général.

ORSEL, d^e

MALLARD, ingénieur en chef, profes-
seur à l'École supérieure des mines.

LORIEUX, ingénieur en chef, secrétaire
du conseil général des mines.

MM.

RÉSAL, ingénieur en chef, professeur
à l'École supérieure des mines.

KELLER, ingénieur en chef, secrétaire
de la Commission de la statistique de
l'industrie minérale et des appareils
à vapeur.

FUCHS, ingénieur en chef, professeur
à l'École supérieure des mines.

VICAIRE, d^e

CARNOT, ingénieur en chef, inspecteur
de l'École supérieure des mines.

AGUILLON, ingénieur en chef, professeur
à l'École supérieure des mines.

DOUVILLÉ, d^e

LODIN, ingénieur, professeur à l'École
supérieure des mines.

ZEILLER, ingénieur en chef, *secrétaire
de la commission.*

L'Administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des ANNALES DES MINES pour être envoyés, soit, à titre de don, aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques, français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts.

Les lettres et documents concernant les ANNALES DES MINES doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des travaux publics*, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la commission des ANNALES DES MINES.

Les auteurs reçoivent *gratis* 20 exemplaires de leurs articles.

Ils peuvent faire faire des tirages à part, à raison de 9 francs par feuille jusqu'à 50, 10 francs de 50 à 100, et 5 francs en plus pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. — Le tirage à part des planches est payé sur mémoire, au prix de revient.

La publication des ANNALES DES MINES a lieu par livraisons, qui paraissent tous les deux mois.

Les six livraisons annuelles forment trois volumes, dont deux consacrés aux matières scientifiques et techniques, et un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. Ils contiennent ensemble 90 feuilles d'impression et 24 planches gravées environ.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs pour Paris, de 24 francs pour les départements et de 28 francs pour l'étranger.

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT,

RÉDIGÉES ET PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

HUITIÈME SÉRIE

MÉMOIRES. — TOME X.

PARIS

V^{VE} CH. DUNOD, ÉDITEUR

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Augustins, n° 49

1886



77 433
(4)

LISTE DES ÉCHANGES AUTORISÉS
ENTRE LES ANNALES DES MINES ET LES PUBLICATIONS
FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES.

Les *Annales des mines* ont été adressées, à titre d'échange, en 1886, aux Sociétés et publications dont les noms suivent :

1. — The Journal of the FRANKLIN INSTITUTE. *Philadelphie.*
2. — The American Journal of science and arts. *New-Haven.*
3. — AMERICAN PHILOSOPHICAL SOCIETY. *Philadelphie.*
4. — Philosophical Transactions of the ROYAL SOCIETY OF LONDON.
5. — The quarterly Journal of the GEOLOGICAL SOCIETY. *Londres.*
6. — Minutes of the Proceedings of the INSTITUTION OF CIVIL ENGINEERS. *Londres.*
7. — ROYAL IRISH ACADEMY. *Dublin.*
8. — Atti della SOCIETÀ TOSCANA DI SCIENZE NATURALI. *Pise.*
9. — Bibliothèque universelle et Revue suisse ; partie scientifique : archives des sciences physiques et naturelles. *Genève.*
10. — Mémoires de la SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE ET D'HISTOIRE NATURELLE DE GENÈVE.
11. — SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE. *Paris.*
12. — Journal de mathématiques pures et appliquées. *Paris.*
13. — Annales de Chimie et de Physique. *Paris.*
14. — SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE, *Paris.*
15. — Journal de Pharmacie et de Chimie. *Paris.*
16. — KAISERLICH-KÖNIGLICHE GEOLOGISCHE REICHSANSTALT. *Vienne.*
17. — ROYAL GEOLOGICAL SOCIETY OF CORNWALL. *Penzance.*
18. — GEOLOGICAL SURVEY OF GREAT-BRITAIN. *Londres.*
19. — ROYAL SOCIETY OF EDINBURGH. *Édimbourg.*
20. — SOCIÉTÉ DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. *Saint-Étienne.*
21. — SMITHSONIAN INSTITUTION. *Washington.*
22. — Zeitschrift der DEUTSCHEN GEOLOG. GESELLSCHAFT. *Berlin.*
23. — Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. *Giessen.*
24. — Zeitschrift des OESTERREICHISCHEN INGENIEUR-UND ARCHITEKTEN-VEREINS. *Vienne.*
25. — Anales de la SOCIEDAD CIENTIFICA ARGENTINA. *Buenos-Ayres.*
26. — Zeitschrift des ARCHITEKTEN UND INGENIEUR-VEREINS ZU HANNOVER. *Hanovre.*
27. — GEOLOGICAL SURVEY OF INDIA. *Calcutta.*
28. — Berg-und Huttenmännische Zeitung. *Leipzig.*
29. — Bulletin de la SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE MULHOUSE.
30. — SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS.

31. — Il Politecnico. Giornale dell' Ingegnere, Architetto civile ed industriale. *Milan.*
32. — Zeitschrift des VEREINES DEUTSCHER INGENIEURE. *Berlin.*
33. — SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS. *Paris.*
34. — OBSERVATOIRE DE PARIS.
35. — BOSTON SOCIETY OF NATURAL HISTORY. *Boston.*
36. — SOCIÉTÉ LINNÉENNE DE NORMANDIE. *Caen.*
37. — Moniteur des intérêts matériels. *Bruxelles.*
38. — Iron. The Journal of science, metals and manufactures. *Londres.*
39. — KÖNIGLICHE UNGARISCHE GEOLOGISCHE ANSTALT. *Bude-Pesth.*
40. — The Journal of the IRON AND STEEL INSTITUTE. *Londres.*
41. — The Engineering and Mining Journal. *New-York.*
42. — NORTH OF ENGLAND INSTITUTE OF MINING AND MECHANICAL ENGINEERS. *Newcastle-upon-Tyne.*
43. — LITERARY AND PHILOSOPHICAL SOCIETY OF MANCHESTER.
44. — Berg-und Hüttenmännisches Jahrbuch der K. K. BERGAKADEMIEN ZU LEOBEN UND PRZIBRAM und der KÖN. UNGAR. BERGAKADEMIE ZU SCHEMNITZ. *Vienne.*
45. — Oesterreichische Zeitschrift für Berg-und Hüttenwesen. *Vienne.*
46. — Revue universelle des Mines et de la Métallurgie. *Liège.*
47. — Transactions of the AMERICAN INSTITUTE OF MINING ENGINEERS. *Easton (Pensylvanie).*
48. — REALE ACCADEMIA DEI LINCEI. *Rome.*
49. — AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. *New-York.*
50. — ACADEMY OF NATURAL SCIENCES OF PHILADELPHIA.
51. — COMISION DEL MAPA GEOLOGICO DE ESPANA. *Madrid.*
52. — Mémorial de l'Artillerie de la Marine. *Paris.*
53. — MIDLAND INSTITUTE OF MINING, CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERS. *Barnsley (Yorkshire).*
54. — L'Électricien, revue générale d'électricité. *Paris.*
55. — Giornale del Genio civile. *Rome.*
56. — Le génie civil. *Paris.*
57. — Revista minera y metalurgica. *Madrid.*
58. — Annales de la SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE. *Liège.*
59. — UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. *Washington.*
60. — INSTITUT ROYAL GÉOLOGIQUE DE SUÈDE. *Stockholm.*
61. — CANADIAN INSTITUTE. *Toronto.*
62. — Revue de la législation des mines. *Paris.*
63. — SECTION DES TRAVAUX GÉOLOGIQUES DU PORTUGAL. *Lisbonne.*
64. — SECOND GEOLOGICAL SURVEY OF PENNSYLVANIA. *Philadelphie.*

BIBLIOGRAPHIE.

DEUXIÈME SEMESTRE DE 1886.

OUVRAGES FRANÇAIS.

1° *Mathématiques pures.*

- ABDANK-ABAKANOWICZ (B.). — Les Intégraphes; la Courbe intégrale et ses applications, étude sur un nouveau système d'intégrateurs mécaniques. In-8°, x-156 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars. (7593)
- ANDOYER (H.). — Contribution à la théorie des orbites intermédiaires. In-4°, 81 p. Paris, Gauthier-Villars. (8161)
- BRUNEL (G.). — Monographie de la fonction gamma. In-8°, 184 p. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. des *Mém. de la Soc. des sciences physiques et naturelles de Bordeaux.*) (11629)
- HALPHEN (G.-H.). — Traité des fonctions elliptiques et de leurs applications. Première partie : Théorie des fonctions elliptiques et de leurs développements en séries. In-8°, viii-492 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars. 15 fr. (8662)
- HOEFER (F.). — Histoire des mathématiques depuis leurs origines jusqu'au commencement du XIX^e siècle. 3^e édition. In-18 Jésus, iii-607 p. Paris, Hachette et C^e. 4 fr. (10129)
- JAVARY (A.). — Traité de géométrie descriptive. Deuxième partie : Cones et cylindres, sphère et surface du second degré, répondant à la seconde partie du programme des connaissances exigées pour l'admission à l'École polytechnique. 2^e édition. In-8°, 706 p. avec fig. Paris, Delagrave. (8878)
- LEROY (C.-F.-A.). — Traité de stéréotomie, comprenant les applications de la géométrie descriptive à la théorie des ombres, la perspective linéaire, la gnomonique, la coupe des pierres et la

- charpente; par C.-F.-A. Leroy, ancien professeur à l'École polytechnique et à l'École normale supérieure. 11^e édition, revue et annotée par M. E. Martelet, ancien professeur de géométrie descriptive, augmentée d'un supplément : Théorie et construction de l'appareil hélicoïdal des arches biaises, par M. Jules de La Gournerie, rédigées par M. Ernest Lebon. In-4°, xvi-428 p. et atlas de 76 pl. Paris, Gauthier-Villars. 26 fr. (11192)
- LONGCHAMPS (G. de). — Sur un nouveau cercle remarquable du plan d'un triangle. In-8°, 23 p. Paris, Delagrave. (Extr. du *Journ. de mathématiques spéciales.*) (8063)
- MARIE (M.). — Histoire des sciences mathématiques et physiques. T. 9 : De Lagrange à Laplace. Petit in-8°, 327 p. Paris, Gauthiers-Villars. 6 fr. (9903)
- . T. 10 : De Laplace à Fourier. In-8°, 235 p. Paris, Gauthier-Villars. 6 fr. (11923)
- OCAGNE (M. d'). — Sur une quartique unicursale. In-8°, 12 p. Paris, Delagrave. (Extr. du *Journ. de mathématiques spéciales.*) (8082)
- PAPELIER. — Études des points à l'infini dans l'intersection de deux coniques. In-8°, 7 p. avec fig. Paris, Chaix. (Extr. du même recueil.) (6628)
- PICHOT (J.) et C. DE BATZ DE TRENQUELLÉON. — Géométrie descriptive. 3^e édition. In-8°, 84 p. avec fig. Paris, Hachette et C^e. 1 fr. 50. (8724)
- POURRET (L.). — Formulaire mathématique, ou Recueil de formules donnant la solution de toutes les questions usuelles sur les nombres, les surfaces et les volumes, avec deux appendices, etc. Solutions des problèmes. In-12, 34 p. Paris, Fournaut. (6935)
- REY (C.). — L'Omniformule de cubature. In-8°, 23 p. Paris, Delagrave. (Extr. du *Journ. de mathématiques élémentaires.*) (9457)
- STIELTJES (T.). — Recherches sur quelques séries semi-convergentes. In-4°, 63 p. Paris, Gauthiers-Villars. (8316)
- Tables de combinaisons mathématiques donnant la marche à suivre pour trouver instantanément la multiplication des nombres; par C. J. G. P., mathématicien. In-f°, 2 p. Lyon, imp. Vacher. 0f.20. (9245)
- TANNERY (J.). — Introduction à la théorie des fonctions d'une variable. In-8°, xii-401 p. Paris, Hermann. (7568)
- TARRY (G.). — Représentation géométrique des coniques et quadriques imaginaires. In-8°, 35 p. Paris, Gauthier-Villars. 1 fr. 50. (9977)

- THÉVENET (A.). — Étude analytique du déplacement infiniment petit d'un corps solide. In-4°, ix-155 p. avec fig. Paris, Hermann. (8319)
- THOMAN (F.). — Théorie des intérêts composés et des annuités, suivie de tables logarithmiques. Ouvrage traduit de l'anglais par M. l'abbé Bouchard, et précédé d'un avertissement de M. J. Bertrand, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. In-8°, xvi-309 p. Paris, Gauthier-Villars. 10 fr. (8320)
- TOMBECK (H.-E.). — Cours de trigonométrie rectiligne à l'usage des lycées et des candidats aux écoles du gouvernement. 6^e édition, revue et corrigée. In-8°, 137 p. avec fig. Paris, Hachette et C^e. (8321)
- VIGARIÉ (E.). — Propriétés générales des cercles de Tücker. In-8°, 8 p. avec fig. Paris, imp. Chaix. (Extr. du *Journ. de mathématiques élémentaires.*) (11300)
- 2^e Physique. — Chimie. — Métallurgie.
- ATHANASESCO (N.). — Recherches sur quelques sulfates basiques cristallisés. In-4°, 44 p. Paris, imp. Davy. (7603)
- BAPST (G.). — Sur la provenance de l'étain dans le monde ancien. In-4°, 11 p. Paris, imp. nationale. (Extr. des *Comptes rendus de l'Acad. des inscriptions et belles-lettres.*) (11834)
- BEGOUËN. — La Matière radiante et les Comètes; Du vide de l'espace. In-8°, 16 p. Tours, Rouillé-Ladevèze. (Extr. de la *Revue scientifique.*) (6715)
- BERTHELOT (M.) et E. JUNGFLEISCH. — Traité élémentaire de chimie organique. 3^e édition, revue et considérablement augmentée. 2 vol. In-8°. T. 1, xxiii-578 p. avec fig.; t. 2, xvi-596 p. Paris, V^e Dunod. (12278)
- BERTON (A.). — Analyse du mémoire de M. Considère, ingénieur en chef des ponts et chaussées, sur l'emploi du fer et de l'acier. In-8°, 24 p. Paris, Chaix. (Extr. du *Bull. de la Soc. des ingénieurs civils.*) (6525)
- BLAREZ (C.). — Sur quelques appareils à l'usage des laboratoires de chimie. In-8°, 15 p. avec fig. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. du *Bull. des travaux de la Soc. de pharmacie de Bordeaux.*) (10293)
- . Dosage acidimétrique de l'acide sulfureux. In-8°, 13 p. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. du même recueil.) (12039)
- BLAREZ (C.) et G. DENIGÈS. — Sur une réaction permettant de différencier les matières colorantes dérivées de la houille des

- matières colorantes d'origine végétale. In-8°, 5 p. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. du même recueil.) (9753)
- BOREL (A.). — L'Électrolyse : applications industrielles et médicales. In-8°, 108 p. Paris, J.-B. Baillière et fils. (8385)
- BOSCH (E.). — La Tourelle de Saint-Chamond et la Coupole Gruson aux expériences de Bucarest. In-8°, 86 p. avec figures et planches. Paris, Berger-Levrault et C°. (Extr. de la *Revue d'artillerie*.) (10573)
- CABANELLAS (G.). — Principes théoriques et conditions techniques de l'application de l'électricité au transport et à la distribution automatiques de l'énergie sous ses principales formes, chaleur, lumière, électricité, action chimique, action mécanique. In-8°, 77 p. Paris, Chaix. (Extr. des *Proc.-verb. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (7979)
- CAZENEUVE (P.). — La coloration des vins par les couleurs de la houille; Méthodes analytiques et marche systématique pour reconnaître la nature de la coloration. Avec une planche pour les spectres d'absorption. In-18 Jésus, 324 p. Paris, J.-B. Baillière et fils. 3 fr. 50. (9526)
- COLORIANO (A.). — Recherches sur quelques arsénates cristallisés. In-4°, 55 p. Paris, Davy. (8419)
- CROVA (A.). — Observations actinométriques faites pendant l'année 1885 à l'observatoire météorologique de Montpellier. In-4°, 5 p. avec tableaux et 2 pl. Montpellier. (Extr. des *Observations météorologiques du dép. de l'Hérault*.) (9050)
- DAMIEN (B.-C.). — Recherches expérimentales sur les variations de la force électromotrice des piles à un seul liquide formé par des dissolutions salines. In-8°, 31 p. avec tableaux et fig. Lille, imp. Danel. (Extr. des *Mém. de la Soc. des sciences de Lille*.) (10067)
- DENY (E.). — Études sur la fonderie. Recherches expérimentales sur la résistance et les propriétés diverses de la fonte mécanique, des fontes tenaces, douces et trempées. In-8°, 115 p. avec planches et figures. Paris, Bernard et C°. (Extr. du *Bull. technol. de la Soc. des anciens élèves des écoles nat. d'arts et métiers*.) (10352)
- DESHAYES (V.). — Aciers et fers fondus obtenus sur sole neutre, procédé Valton-Remaury. In-8°, 16 p. Paris, bureaux du journal *le Génie civil*. (Public. du journ. *le Génie civil*.) (12337)
- DIDELOT (L.). — Du pouvoir amplifiant du microscope, détermination théorique et expérimentale. In-4°, 54 p. et planche. Lyon, imp. Pitrat aîné. (10356)

- FERNET (E.). — Cours de physique pour la classe de mathématiques spéciales. 3^e édition, entièrement revue et modifiée. Fascicule 2 (fin). In-8°, p. 301 à 684. Paris, G. Masson. (L'ouvrage complet, 14 fr.) (8642)
- FREBAULT (A.). — Recherches sur la composition chimique des vapeurs sulfureuses employées dans les salles de humage à l'établissement thermal de Bagnères-de-Luchon. In-8°, 40 p. Toulouse, imp. Douladoure-Privat. (12089)
- GAILLET (P.). — Épuration des eaux de vidange des fabriques avec utilisation des résidus. In-8°, 111 p. avec tableaux et figure. Lille, imp. Danel. (Extr. des *Ann. de l'Ass. amicale des anciens élèves de l'Institut du Nord*.) (9829)
- GARIEL (C.-M.). — Traité pratique d'électricité, comprenant les applications aux sciences et à l'industrie. T. 2. In-8°, VIII-552 p. avec fig. Paris, Doin. 12 fr. (9085)
- GARREAU (L.). — Des attractions moléculaires que les gaz chimiquement inertes exercent entre eux et de leurs effets comme agents de dissociations. In-8°, 27 p. et pl. Lille, imp. Danel. (Extr. des *Mém. de la Soc. des sciences de Lille*.) (10640)
- GAYON (U.) et G. DUPETIT. — Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniment petits. In-8°, 104 p. avec figures et planche. Nancy, imp. Berger-Levrault et C°. (7414)
- — Recherches sur la réduction des nitrates par les infiniment petits. In-8°, 111 p. avec figures et planche. Bordeaux, imp. Gounouilhou. (Extr. des *Mém. de la Soc. des sciences phys. et nat. de Bordeaux*.) (12662)
- GODEFROY (L.). — Recherches relatives à l'action du chlore sur un mélange de dichromate de potassium et d'alcool. In-8°, 107 p. Paris, imp. Davy. (8453)
- HENNINGER (A.). — Sur quelques dérivés de l'érythrite et les formes des alcools polyatomiques. In-8°, 31 p. Paris, Gauthier-Villars. (8229)
- HUGOUNENQ (L.). — Les Alcaloïdes d'origine animale. In-8°, 99 p. Paris, J.-B. Baillière et fils. (8465)
- JAGNAUX (R.). — Traité de chimie générale analytique et appliquée. 4 vol. In-8°. T. 1 (Chimie inorganique, métalloïdes), 617 p. avec 366 fig. et 1 pl. hors texte; t. 2 (Chimie inorganique, métaux, première partie), 498 p. avec 132 fig. et 2 pl. en couleur hors texte; t. 3 (Chimie inorganique, métaux, fin), 472 p. avec 63 fig.; t. 4 (Chimie organique), 552 p. avec 166 fig. et 12 planches. Paris, Doin. (L'ouvrage complet, 48 fr.) (12405)
- JAMIN et BOUTY. — Cours de physique à l'usage de la classe de

- mathématiques spéciales. 2^e édition. 2 vol. In-8°. T. 1, 524 p. avec fig. et pl. ; t. 2, 558 p. avec fig. et pl. Paris, Gauthier-Villars. 20 fr. (8679)
- — Cours de physique de l'École polytechnique; par M. Jamin. 4^e édition, augmentée et entièrement refondue par M. Jamin, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, et M. Bouty, professeur à la Faculté des sciences de Paris. T. 2. 3^e fascicule. Thermodynamique; Propagation de la chaleur. In-8°, 262 p. Paris, Gauthier-Villars. 5 fr. (8680)
- — T. 3. 2^e fascicule. Optique géométrique. In-8°, 210 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars. 4 fr. (8681)
- KLEIN (J.-H.). — Relations réciproques des grands agents de la nature, d'après les travaux récents de Hirn et Clausius; par J.-H. Klein. Traduit de *Gaea, Natur und Leben*, par Em. Schwöerer. In-8°, 31 p. Paris, Gauthier-Villars. 2 fr. (8048)
- LERAY (J.-M.). — Sur quelques applications usuelles de l'électricité. 1^{er} fascicule. In-12, 12 p. Bordeaux, imp. Bordelaise. 0^f,50. (10688)
- MEUNIER (J.). — Recherches sur les hexachlorures et l'hexabromure de benzine. In-4°, 67 p. Paris, Gauthier-Villars. (7919)
- MORELLE (E.). — L'Air atmosphérique. In-8°, 126 p. Paris, Davy, (8519)
- MOUREAUX (T.). — Détermination des éléments magnétiques en France, ouvrage accompagné de nouvelles cartes magnétiques dressées pour le 1^{er} janvier 1885. In-4°, 178 p. et 4 pl. Paris, Gauthier-Villars. 10 fr. (8712)
- PIÉRON. — Le Nickel et ses récentes applications. In-8°, 7 p. Lille, imp. Danel. (Publ. de la *Soc. industrielle du nord de la France*.) (7205)
- RECOURA (A.). — Recherches sur les chlorures de chrome. In-4°, 69 p. Paris, Gauthier-Villars. (8103)
- RIVIÈRE (G.). — Résumé des conférences agricoles sur les engrais chimiques, leur emploi, leur efficacité et leur contrôle. In-8°, 111 p. avec tableaux. Versailles, imp. Cerf et fils. (9680)
- ROBIN (G.). — Sur la distribution de l'électricité à la surface des conducteurs fermés et des conducteurs ouverts. In-4°, 59 p. Paris, Gauthier-Villars. (8308)
- ROLLET (A.). — Dosage du soufre dans les produits de la métallurgie du fer, dans les minerais et dans les combustibles. In-8°, 18 p. avec tableaux et planche. Saint-Étienne, imp. Théolier et C^e. (7768)
- ROUBET (L.). — Notice historique sur les forges et fourneaux au

- canton de La Guerche. In-8°, 52 p. Nevers, imp. Vallière. (12797)
- TAIT (P.-G.). — Conférences sur quelques-uns des progrès récents de la physique, suivies d'une conférence sur la force; par P.-G. Tait, M. A., professeur de physique à l'Université d'Édimbourg. Traduit de l'anglais sur la 3^e édition, par M. Krouchkoll. In-8°, xiii-433 p. avec fig. Paris, Fetscherin et Chuit. 8 fr. (9247)
- THORE (J.). — Analyse de poussière cosmique tombée à Dax dans la nuit du 27 au 28 novembre 1885. In-8°, 4 p. Dax, imp. Justère. (Extr. du *Bull. de la Soc. de Borda*.) (7544)
- VERMOREL (V.). — Le Sulfure de carbone, ses propriétés, sa fabrication, ses falsifications, moyens pratiques de vérifier sa pureté. In-8°, 23 p. avec fig. Montpellier, bureaux du Progrès agricole et viticole. 2 fr. (8154)
- WEILLER (L.). — Etudes électriques et mécaniques sur les corps solides, conférences. Gr. in-16, 224 p. Paris, Michelet. 7 fr. 50. (6690)
- WINKLER (C.). — Manuel pratique de l'analyse industrielle des gaz; par Cl. Winkler, professeur de chimie à l'École des mines de Freiberg. Traduit de l'allemand, avec additions, par C. Blas, professeur à l'Université de Louvain. In-8°, viii-150 p. avec 55 fig. Paris, Savy. 10 fr. (6985)
- WITZ (A.). — Chaleur et température de combustion du gaz éclairage. In-8°, 13 p. avec tableaux Lille, imp. Danel. (Publié par la *Soc. industrielle du nord de la France*.) (7590)
- 3^e *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*
- Annuaire géologique universel et guide du géologue autour de la terre dans les musées, les principales collections et les gisements de fossiles et de minéraux, accompagné d'un index bibliographique et d'une carte géologique des États-Unis: publié par le Dr Dagincourt, avec le concours de nombreux géologues, E. Chelot, secrétaire de la rédaction. T. 2. In-8°, xxviii-406 p. Paris, Comptoir géologique. (8572)
- BLEICHER. — Géologie et archéologie préromaine des environs de Nancy. In-12, 53 p. Nancy, imp. Berger-Levrault et C^e. (12283)
- BOUANT (E.). — Premières notions sur les pierres et les terrains (programme prescrit pour la classe de septième). 3^e édition. In-12, 160 p. avec fig. Paris, Delalain frères. (8387)

- BOURGÉAT. — Abrégé de géologie, avec de nombreuses figures et une carte géologique. In-12, 156 p. Paris, Poussielgue frères. (7329)
- Catalogue des mammifères vivants et fossiles; par le Dr E.-L. Trouessart, ex-directeur du musée d'histoire naturelle de la ville d'Angers. Fascicule 4. Carnivores. (Conspectus systematicus et geographicus mammalium tam viventium quam fossilium.) In-8°, 112 p. Paris, l'auteur. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'études scientifiques d'Angers.*) (8594)
- CHAUVET (G.). — Période néolithique : les métaux dans les dolmens. In-8°, 5 p. Paris, Reinwald. (Extr. de la revue : *Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme.*) (7359)
- DES CLOIZEAUX. — Note sur quelques formes nouvelles observées sur des cristaux de topaze de Durango (Mexique); Note sur la forme rhombique de la descloizite; Note sur la véritable valeur de l'indice moyen de la herdérite de Stoncham. In-8°, 9 p. avec fig. et pl. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (Extr. du *Bull. de la Société.*) (8426)
- Note sur la phénacite de Colorado et de Framont; Note sur la détermination des paramètres du gypse et sur les incidences des formes observées dans ce minéral, etc. In-8°, 16 p. et planche. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (Extr. du même recueil.) (40353)
- DUFET (H.). — Sur la forme cristalline des pyrophosphates et hypophosphates de soude. In-8°, 10 p. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (Extr. du même recueil.) (12350)
- FARRE (J.-H.). — Éléments d'histoire naturelle : Géologie (programme officiel du 22 janvier 1885. Classe de quatrième). In-12, xiii-226 p. avec fig. et carte. Paris, Delagrave. (8640)
- FLICHE. — Notes pour servir à l'étude de la nervation. In-8°, 32 p. avec figures. Nancy, imp. Berger-Levrault et C°. (Extr. du *Bull. de la Soc. des sciences.*) (12645)
- FONTANNES (F.). — Sur le gisement à *Bison priscus* de Sathonay. In-8°, 4 p. Lyon, imp. Pitrat aîné. (Publication de la *Soc. d'anthropologie de Lyon.*) (8643)
- Les terrains tertiaires et quaternaires du promontoire de la Croix-Rousse à Lyon, d'après la coupe relevée par Jourdan en 1858-1862. Grand in-4°, 24 p. et 3 pl. Lyon, Georg. (Extr. des *Archives du Muséum d'hist. nat. de Lyon.*) (12366)
- FRITSCH (A.). — Note sur un crâne humain trouvé dans l'argile de Podbaba, près Prague, suivie d'une seconde note sur un crâne humain trouvé dans l'argile diluviale de Strvebichovic,

- près Schlan. In-8°, 8 p. Paris. (Extr. des *Archives slaves de biologie.*) (8645)
- GAILLARD (F.). — L'atelier de silex et de pierre polie du rocher de Beg-er-Goalennec en Quiberon. In-8°, 8 p. Paris, Chaix. (Extr. des *Comptes rendus du congrès tenu à Grenoble en 1885 par l'Assoc. franç. pour l'avanc. des sciences.*) (9084)
- Géologie de Jersey, par P.-Ch. Noury, S. J. : carte gravée par Erhard. Paris, imp. Erhard. (1755)
- GIRARDOT (A.). — Formation jurassique des environs de Besançon; Rapport sur une étude géologique de M. Rollier. In-8°, 4 p. Besançon, imp. Dodivers. (Extr. des *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs.*) (9362)
- GIRARDOT (A.) et L. TROUILLET. — La glacière de Chaux-lès-Pas-savant, notice historique et scientifique. In-8°, 95 p. et pl. Besançon, imp. Dodivers et C°. (Extr. du même recueil.) (9835)
- GRAMONT (A. de). — Sur quelques expériences de double réfraction par compression annulaire. In-8°, 2 p. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (Extr. du *Bull. de la Société.*) (11888)
- GUIGNARD (L.). — Découverte d'un atelier de silex taillés à Chouzy (Loir-et-Cher). In-12, 8 p. Chartres, imp. Havard. (10658)
- GUILLIER (A.). — Géologie du département de la Sarthe. Grand in-4°, xii-430 p. avec 48 fig. Paris, Comptoir géologique. (10123)
- HOLLANDE. — La source des Eparres, remarques sur la géologie des vallées de Saint-Eustache, des Déserts et des Aillon (Savoie et Haute-Savoie), à propos d'une note de M. Pillet; suivies d'une excursion à la Cluse de Chaille, les Gruats et la Combe, près de Saint-Béron. In-8°, 41 p. Annecy, imp. Abry. (Extr. de la *Revue savoisienne.*) (7122)
- JACQUOT et WILLM. — Revision de l'Annuaire des eaux minérales de la France : Sources de Bagnères-de-Luchon et d'Encausse (Haute-Garonne) et de Capvern (Hautes-Pyrénées), notices géologiques et analyses chimiques; par MM. Jacquot, inspecteur général des mines, et Willm, professeur à la faculté des sciences de Lille. In-8°, 28 p. Paris, imp. nationale. (Extr. du *Recueil des trav. du comité consult. d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'administr. sanitaire.*) (11165)
- KROUSTCHOFF (K. de). — Note sur un nouveau minéral accessoire de la roche de Beucha (près de Leipzig), supplément à la note sur la périclote de « Goose Bay ». In-8°, 6 p. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (8426)
- LA MOUSSAYE (G. de). — Notice sur le Neosodon; Topographie de

- la vallée de Wimereux. In-8°, 8 p. avec fig. Boulogne-sur-Mer, imp. V° Aigre. (6846)
- LAPPARENT (A. de). — Le niveau de la mer et ses variations. In-8°, 24 p. Paris, Gervais. (Extr. du *Correspondant*.) (8054)
- MALLARD (E.). — Sur le réfractomètre de M. Bertrand. In-8°, 5 p. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (10159)
- MARTEL (E.-A.) et L. DE LAUNAY. — Paléontologie humaine, réponse à la note de M. Cartailhac sur les débris humains et la poterie de Nabrigas (Lozère). In-8°, 6 p. Mende, imp. Privat. (6881)
- ODIN (M.). — Étude sur l'origine géologique des eaux de Saint-Honoré; Indications, contre-indications thérapeutiques. In-8°, 61 p. Paris, Doin. (7191)
- PÉROCHE (J.). — Les végétations fossiles dans leurs rapports avec les révolutions polaires et avec les influences thermiques de la précession des équinoxes. In-8°, 159 p. avec tabl. et 2 pl. Paris, F. Alcan. (Extr. des *Mém. de la Soc. d'archéologie et d'hist. nat. de la Manche*.) (7933)
- PETITCLER (P.) et A. GIRARDOT. — Note sur le gault de Rozet. In-8°, 11 p. Besançon, imp. Dodivers et C°. (Extr. des *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs*.) (9442)
- PILLET (J.-E.). — Entretiens sur la géologie. In-8°, 189 p. avec fig. Rouen, Mégard et C°. (9665)
- TERQUEM (O.). — Les foraminifères et les ostracodes du Fuller's-Earth des environs de Varsovie. In-4°, 116 p. et 12 pl. Paris, Soc. géologique de France. (Extr. des *Mém. de la Soc. géol. de France*.) (11984)
- VIALA (L.-F.). — Les filons d'or de la Guyane française; Formation géologique; Travaux de recherche; Conséquences de l'exploitation filonienne. In-8°, 151 p. Paris, Baudry et C°. (8766)
- WOLF (C.). — Les hypothèses cosmogoniques. Examen des théories scientifiques modernes sur l'origine des mondes, suivi de la traduction de la Théorie du ciel de Kant. In-8°, xiv-257 p. Paris, Gauthier-Villars. 6 fr. 50. (8776)
- WYROUBOFF (G.). — Sur deux cas embarrassants d'isomorphisme. In-8°, 14 p. et pl. Paris, Soc. franç. de minéralogie. (8566)
- ZEILLER (R.). — Bassin houiller de Valenciennes: Description de la flore fossile. Atlas in-4° de 94 pl., dessins de Ch. Cuisin. In-4°, 102 p. Paris, imp. Quantin. Ministère des travaux publics. (12518)

4° Mécanique. — Exploitation des mines. — Droit des mines.

- ANGIBAUD (L.). — L'avenir des salines: Iniquité de l'impôt; Lavage des sels sur bosses: Tramway salicole à l'île de Ré. In-8°, 61 p. La Rochelle, imp. Dubois. 1 fr. (6700)
- BERTHOUX. — Indicateur et enregistreur de tours; Description. In-8°, 4 p. avec fig. Nancy, imp. Berger-Levrault et C°. (6720)
- BIGO (E.). — Description d'une installation moderne de générateurs. In-8°, 10 p. avec fig. Lille, imp. Danel. (Public. de la *Soc. industrielle du nord de la France*.) (10568)
- BUFFET DEL MAS (H.). — Avenir de l'industrie du plâtre à Tarascon (Ariège), étude. In-8°, 59 p. Toulouse, imp. Douladoure-Privat. (6745)
- Cartouche-étanche et dynamite à l'ammoniaque. In-8°, 20 p. avec fig. Paris, imp. Chevillard. 1 fr. (Bibliothèque spéciale de l'*Écho industriel*.) (9313)
- CERBELAUD (G.). — Emploi de la dynamite pour le sautage des grosses mines. In-8°, 14 p. Paris, Chaix. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (6541)
- DUHEM (P.). — Le potentiel thermodynamique et ses applications à la mécanique chimique et à l'étude des phénomènes électriques. In-8°, xi-247 p. Paris, Hermann. (6562)
- DUMONTANT (L.). — Pompe pour refoulement à grande hauteur, étudiée et construite par MM. L. Dumontant et C°, ingénieurs-construteurs à Nice. In-8°, 27 p. et 6 pl. Paris, Chaix. (7395)
- KOLB (J.). — Principe de l'énergie et ses conséquences. In-8°, 14 p. Lille, imp. Danel. (Publ. par la *Soc. industrielle du nord de la France*.) (9871)
- LAURENT (P.). — De la déformation de l'âme des canons dans le voisinage de l'obturateur et du déculassement. In-8°, 39 p. avec fig. Paris, Berger-Levrault et C°. (Extr. de la *Revue d'artillerie*.) (8252)
- LAURIOL (J.). — Transport électrique de la force; les expériences de Creil au point de vue pratique, leur préparation, leur mise à exécution, les résultats obtenus, conclusion. In-8°, 85 p. Paris, Michelet. (Bibliothèque des électriciens.) (9609)
- LECOUTEUX et GARNIER. — Nouvelle machine verticale à grande vitesse, spéciale pour la lumière électrique. In-8°, 7 p. avec fig. Lille, imp. Danel. (Public. de la *Soc. industrielle du nord de la France*.) (9129)

- MALO (L.). — Les fondations de machines en maçonnerie asphaltiques. In-8°, 11 p. avec fig. Paris, bureaux du journal *le Génie civil*. (Public. du journal *le Génie civil*.) (12150)
- PARENTY (H.). — Mémoire sur la régulation des pressions et des débits; Nouveau procédé mécanique pour régler, évaluer, modifier à son gré et enregistrer les pressions et les débits de tous les fluides pesants. In-8°, 18 p. avec fig. Nancy, imp. Berger-Levrault et C°. (6916)
- Question (la) des délégués mineurs (novembre 1886). In-4°, 37 p. Paris, Chaix. (12786)
- RICHARD (G.). — Les moteurs à gaz. In-8°, xxxi-479 p. et atlas in-4° obl. de 70 pl. Paris, V° Dunod. (10765)
- RITTER (W.). — La ligne élastique et son application à la poutre continue traitée par la statique graphique; par W. Ritter, professeur à l'École polytechnique de Zurich. Traduit sur la 2^e édition allemande par M. Kœchlin. In-8°, 67 p. avec 12 fig. et 1 pl. Paris, Baudry et C°. (9679)
- SAVINIÈRE (E.). — Théorie géométrique du mouvement du moto-compteur. In-8°, 12 p. avec 15 fig. Paris, imp. Chaix. (Extr. du journal *le Génie civil*.) (9234)
- UHLAND. — Traité de machines à vapeur avec distribution par tiroirs, sans mécanisme de précision; exposé du développement, des progrès et des principes de construction de ces machines, à l'usage des ingénieurs, des constructeurs de machines à vapeur, etc.; par M. Uhland, ingénieur civil. *Édition française*, revue et annotée par M. N. Jarry, ingénieur. In-4°, 192 p. avec fig., 20 pl. et album de 40 pl. Paris, Bernard et C°. 50 fr. (12823)

5° *Constructions. — Chemins de fer.*

- APPELL. — Mémoire sur les déblais et les remblais des systèmes continus ou discontinus, présenté à l'Académie des sciences pour le concours du prix Bordin pour 1884. In-4°, 208 p. avec fig. Paris, imp. nationale. (Extr. des *Mém. présentés par divers savants à l'Acad. des sciences*.) (11597)
- BANDERALI (D.). — Les chemins de fer métropolitains à New-York et dans les grandes cités américaines, conférence faite au conservatoire national des arts et métiers à Paris, le 21 mars 1886. In-8°, 42 p. avec tableaux et 21 pl. Paris, Hachette et C°. (8172)

- BERNARD (A.). — Chemin de fer d'intérêt local et à voie étroite de l'île de Ré : but, construction, exploitation et trafic. In-8°, 56 p. avec tableaux. La Rochelle, imp. Dubois. (10025)
- BONNAMI (H.). — Données positives sur les produits hydrauliques dans l'hypothèse des expansifs. In-8°, 15 p. avec fig. Abbeville, imp. Retaux. (10296)
- BORODINE (A.). — Recherches expérimentales sur l'emploi des enveloppes de vapeur et du fonctionnement du compound dans les locomotives, effectuées sur les chemins de fer sud-ouest russes. In-8°, 19 p. Paris, Chaix. (Extr. des *Proc.-verb. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (10299)
- BRICKA. — Voies entièrement métalliques à l'étranger, rapport de M. Bricka, ingénieur en chef des ponts et chaussées. In-4°, 144 p. et album de 35 pl. Paris, imp. nationale. Ministère des travaux publics. (12294)
- BROCHOCKI (T. de). — Mémoire sur le pont démontable et portatif en acier, système Brochocki. In-8°, 19 p. et 2 pl. Paris, imp. Chaix. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (12295)
- CAFFIOT (H.). — Une poignée de vérités sur les tarifs des chemins de fer. In-16, 12 p. Paris, l'auteur. (9022)
- Chemins de fer français. Situation au 31 décembre 1885 (longueurs et territoire desservi). In-4°, viii-475 p. et cartes de France et d'Algérie. Paris, imp. nationale. 9 fr. Ministère des travaux publics. (12056)
- Chemin de fer métropolitain de Paris, à l'échelle de 1/25,000; gravé par L. Wuhler. Paris, imp. Monrocq. (1668)
- CORNU (L.). — Guide pratique pour l'étude et l'exécution des constructions en fer, à l'usage des architectes, ingénieurs, conducteurs de travaux, élèves des écoles, etc. *Nouvelle édition*, revue et augmentée. Texte. In-8°, vii-230 p. Paris, P. Dupont. (10066)
- DEGHILAGE. — Origine de la locomotive. In-4°, 47 p. avec fig. et 12 pl. Paris, Broise et Courtier. 7 fr. 50. (8424)
- DUQUESNAY. — Monte-charges à double effet, susceptible de desservir plusieurs étages. In-8°, 7 p. avec pl. Nancy, imp. Berger-Levrault et C°. (6799)
- FASSIAUX. — L'union des chemins de fer, conférence faite le 17 juin 1883, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de la Société de statistique de Paris. In-8°, 7 p. Nancy, imp. Berger-Levrault et C°. (8641)
- FIGUIER (L.). — Les chemins de fer métropolitains : Londres, New-York, Philadelphie, Berlin, Vienne et Paris. Ouvrage ac-

- compagné de 35 gravures et de 5 cartes de chemins de fer métropolitains. In-18 Jésus, XII-272 p. Paris, librairie illustrée. (10634)
- FLAMANT (A.). — Stabilité des constructions, résistance des matériaux. In-8°, VII-632 p. avec fig. Paris, Baudry et C^e. (9822)
- GAUDIN (P.) et J. ZUBER. — Le chemin de fer métropolitain de Berlin. In-8°, VIII-136 p. avec carte en couleurs, 10 pl. et 38 fig. Paris, Baudry et C^e. (12373)
- GENTILINI (R.). — Les voies de communication en Cochinchine. In-8°, 46 p. avec fig. et 2 pl. Paris, bureaux du Génie civil. 2 fr. (Public. du journal *le Génie civil*.) (8650)
- LA GOURNERIE (J. de). — Théorie et construction de l'appareil hélicoïdal des arches biaises; par Jules de La Gournerie, de l'Institut. Rédigées par M. Ernest Lebon, agrégé de l'Université, professeur de mathématiques. In-4°, 32 p. et 2 pl. Paris, Gauthier-Villars. 3 fr. (Supplément au Traité de stéréotomie de Leroy.) (11180)
- HERSENT (H.). — Pont sur la Manche, avant-projet démonstratif de M. H. Hersent. Accompagné de : Considérations générales; Raccordement avec les lignes françaises et anglaises. Partie financière. In-4°, 40 p. et 3 pl. Paris, imp. Chaix. (9103)
- HUMBLLOT. — Les égouts de Paris à la fin de 1885; par M. Humblot, ing. en chef des ponts et chaussées chargé du service des eaux et des égouts de la préfecture du département de la Seine. In-4°, 113 p. avec fig. et pl. Paris, Chaix. (8040)
- LE BRUN (R.). — Mémoire sur l'application des règles logarithmiques au calcul des terrassements. In-8°, 68 p. avec fig. et 2 pl. Paris, imp. Chaix. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (10149)
- LEROY (A.). — Traité pratique des machines locomotives à l'usage des mécaniciens, des chauffeurs et autres agents spéciaux des ateliers et dépôts des chemins de fer. 7^e édition, revue et considérablement augmentée, et contenant 171 figures et 6 planches. (Cet ouvrage comporte un appendice relatif aux prises d'eau, et un questionnaire pour servir à l'examen des chauffeurs aspirant au grade de mécanicien.) Petit in-8°, 704 p. Dijon, Jobard. (9889)
- LÉVY (M.). — La statique graphique et ses applications aux constructions. 2^e édition. Deuxième partie. Flexion plane, lignes d'influence, poutres droites. In-8°, X-345 p. avec fig. et atlas de 16 pl. Paris, Gauthier-Villars. 15 fr. (11196)
- LIMOUSIN (C.-M.). — La théorie commerciale des tarifs de chemins

- de fer; Rapport au syndicat général de l'Union nationale du commerce et de l'industrie, au nom de la commission numéro 3, sur les nouveaux tarifs du P.-L.-M. In-12, 24 p. Paris, Guillaumin et C^e. 0^e, 25. (6863)
- L'organisation générale des chemins de fer français et les systèmes de tarification des transports, communication faite à la section d'économie politique de l'Association française pour l'avancement des sciences, au congrès de Nancy (1886). In-8°, 55 p. Paris, Guillaumin et C^e. 1 fr. (10447)
- MARTEL (E.-A.). — Chemin de fer des Velber-Tauern et tunnels des Alpes. In-8°, 3 p. Mende, imp. Privat. (Extr. du *Bull. mens. du Club Alpin français*.) (9905)
- Métropolitain-tramway à traction mécanique, projet de la C^e générale des omnibus, à l'échelle de 1/16.000. Paris, imp. Monrocq. (1669)
- PIERSON. — Appareil contrôleur de la fermeture des wagons dans les trains de voyageurs, système Hélie. In-8°, 7 p. avec fig. Paris, Chaix. (Extr. du *Bull. technol. de la Soc. des anciens élèves des écoles nat. d'arts et métiers*.) (7935)
- RICHARD (G.). — La chaudière locomotive et son outillage. In-4°, XXXVI-744 p. avec fig. et album de 38 pl. Paris, V^e Du-nod. (11262)
- RICHOU (G.) et G.-L. PESCE. — Compte rendu de l'exposition de l'outillage des travaux publics organisée par le Syndicat des entrepreneurs publics de France dans la salle des États, au Louvre, du 21 au 27 décembre 1885. In-4° à 2 col., 68 p. avec 141 fig. Paris, bureaux du Génie civil. (Extr. du journal *le Génie civil*.) (11782)
- SAVINIÈRE (E.). — Note sur l'établissement des monte-charges. In-8°, 4 p. Paris, imp. Chaix. (Extr. du journal *le Génie civil*.) (7233)
- TELLIER (C.). — Le Projet de métropolitain soumis aux chambres; Examen critique. In-8°, 48 p. Paris, Ghio. (9249)
- VIGOUROUX (E.). — Législation et jurisprudence des chemins de fer et des tramways, ouvrage contenant tous les textes usuels, reproduits dans un ordre méthodique et commentés au moyen de la jurisprudence de l'administration et des tribunaux. In-8°, VI-438 p. Paris, Thorin. 8 fr. (8767)
- WEISSENBRUCH (L.). — L'Avenir de l'électricité dans les chemins de fer, conférence faite à la Société belge d'électriciens, le 30 décembre 1885, par L. Weissenbruch, ingénieur du ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique. Tome X, 1886. 6

Gr. in-8° à 2 col., 28 p. avec fig. Paris, Carré. (Extr. de la *Revue internat. de l'électricité et de ses applications*.) (6691)

6° *Sujets divers.*

- Annuaire des mines, de la métallurgie et de la construction mécanique (fondé par Ch. Jeanson). *Édition* 1886-1887. In-8° à 2 col., xvi-792 p. et annonces illustrées. Paris, Baudry et C^e. (10270)
- BIANCONI (F.). et E. BROU. — République Argentine. In-4° à 2 col., 32 p. et carte. Paris, Chaix. (Cartes commerciales.) (11842)
- BUISSON (L.). — Canne à calcul pour le cubage des bois et leur évaluation. In-16, 7 p. avec fig. Lyon, imp. Pâris, Philipona et C^e. (10036)
- Cartes commerciales indiquant les productions industrielles et agricoles, les centres commerciaux, le chiffre de la population, les chemins de fer, les routes, etc., avec texte complémentaire explicatif sur le dénombrement, les mœurs et les coutumes des populations, les statistiques commerciales, etc., publiées par la librairie Chaix sous la direction de F. Bianconi, ancien ingénieur-architecte en chef des chemins de fer ottomans. Brésil : 1° Bassin de l'Amazone, par F. Bianconi, ingénieur-géographe, et A. Marc. In-4° à 2 col., 32 p. et carte, Paris, Chaix. 4 fr. (9312)
- Catalogue des manuscrits de la bibliothèque de l'École des ponts et chaussées. In-8°, xii-274 p. Paris, imp. nationale. (11076)
- CHEYSSON (E.). — La Statistique géométrique, résumé de la communication faite à la Société de statistique de Paris, à l'occasion du vingt-cinquième anniversaire de sa fondation, par M. E. Cheysson. In-8°, 7 p. avec figures. Nancy, imp. Berger-Levrault et C^e. (Extr. du *Journ. de la Soc. de statistique de Paris*.) (8602)
- COENE (de) et R. LE BRUN. — Mémoire sur les améliorations à apporter au port du Havre et dans l'estuaire de la Seine; par M. de Coene, président de la Société pour la défense des intérêts de la vallée de la Seine. Mémoire de M. Le Brun (Raymond), ancien ingénieur en chef du chemin de fer et du port de La Réunion. Précédés des procès-verbaux de la discussion devant la Société des ingénieurs civils, par MM. Fleury, Vauthier, Badois, Roy (Edmond) et Cotard. In-8°, 165 p. et 5 pl. Paris, Chaix. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (9034)

- COLLET (A.). — Traité théorique et pratique de la régulation et de la compensation des compas, avec ou sans relèvements; Compas compensé de sir William Thomson et appareils auxiliaires; Compas compensé et compas correcteur de M. J. Peichl. 2^e édition, revue et augmentée. In-8°, xxii-314 p. avec fig. et pl. Paris, Challamel aîné. 10 fr. (8608)
- DEFOSSE. — Purification et emploi économique des eaux d'égout, système Defosse. In-8°, 40 p. Paris, P. Dupont. (7997)
- DOUHET (J. de). — Des canaux maritimes français et des applications d'électricité à l'aide de leurs eaux. In-8°, 63 p. et carte. Clermont-Ferrand, imp. Clermontoise. (6793)
- DU MONCEL (T.). — Le Téléphone. 5^e édition, revue et corrigée par Franck-Géraldy. In-18 Jésus, 383 p. avec 162 fig. Paris, Hachette et C^e. 2 fr. 25. (12335)
- FONTAINE (J.-A.). — Emploi d'un nouveau système d'aérostats dirigeables à propulsion atmosphérique, etc. In-4°, 80 p. avec 43 fig. Paris, Michelet. (8439)
- GERMAIN (A.). — Détermination de la déviation de la verticale sur les côtes sud de France. In-8°, 63 p. Paris, imp. nationale. (Extr. des *Annales hydrographiques*.) (8449)
- GUICHARD (A.). — Mémoire sur le service médical et pharmaceutique des Ardoisières d'Angers. In-8°, 37 p. Angers, Germain et Grassin. (7878)
- HATT. — Géodésie : Sur le choix à faire parmi les solutions multiples d'une détermination graphique de points trigonométriques. In-8°, 7 p. avec fig. Paris, imp. nationale. (Extr. des *Annales hydrographiques*.) (8461)
- JOULIE (H.). — Les Phosphates et leur emploi agricole : 1° dans l'alimentation du bétail; 2° pour la fertilisation des terres. In-8°. 48 p. Paris, Société des agriculteurs de France. (Extr. de l'*Annuaire de la Soc. des agriculteurs de France*.) (7440)
- LAPORTE (G.). — Les Usines de la marine et la Féodalité industrielle : l'Ancienne fonderie de canons de Nevers; les Usines de La Chaussade à Guérigny. In-8°, 51 p. Nevers, imp. Vincent. (9876)
- LE BRUN (B.). — Mémoire sur les améliorations à apporter au port du Havre et dans l'estuaire de la Seine. In-8°, 48 p. et 5 pl. Paris, Chaix. (Extr. des *Mém. de la Soc. des ingénieurs civils*.) (9399)
- MELON (E.). — Principes de l'éclairage au gaz par les becs intensifs. In-8°, 3 p. Lille, imp. Danel. (Publ. de la *Soc. industrielle du nord de la France*.) (10724)

- MOITESSIER (A.). — Expertise sur les eaux de l'Orb, faite sur la demande de la Compagnie des quatre mines réunies de Graissessac. In-4°, 38 p. et 2 pl. Montpellier, imp. Hamelin. (9160)
- POMPÉIEN-PIRAUD (J.-C.). — Navigation aérienne : Aéronef à ailes artificielles articulées. In-8°, 53 p. avec fig. et 4 pl. Lyon, Georg. (8728)
- PORÉE (A.) et A. LIVACHE. — Traité théorique et pratique des manufactures et ateliers dangereux, insalubres ou incommodes (établissements classés), conditions de leur autorisation et de leur exploitation, obligations et responsabilité de l'industriel à l'égard des voisins. In-8°, vii-697 p. Paris, Marchal et Billard. (11770)
10 fr.
- RENOUARD (A.). — La Question des accidents du travail : Législation française; Législations étrangères; Projets de réforme; Responsabilité des patrons et ouvriers. In-8°, 72 p. Paris, secrétariat de la Soc. d'économie sociale. (Extr. de *la Réforme sociale*.) (12207)
- ROSSIGNOL. — Notice sur les applications diverses de la boussole directrice. In-8°, 16 p. avec fig. Châlons-sur-Marne, imp. Demay. (9966)
- Du SOUICH (A.-P.). — Note sur l'emploi de la montre pour l'évaluation des distances. In-8°, 9 p. Nancy, Berger-Levrault et C°. (Extr. de la *Revue d'artillerie*.) (7396)
- TISSANDIER (G.). — Conférence sur la navigation aérienne, le 24 janvier 1886. In-8°, 20 p. Lille, imp. Danel. (9979)
- VIVAREZ (H.). — Le Mouvement scientifique et industriel en 1885, causeries scientifiques du journal *la Gironde* (Lumière électrique; Téléphonie à grande distance; Transport de la force par l'électricité; Aérostats dirigeables; Chemin de fer métropolitain; Torpilleurs; Navigation sous-marine, etc.). 1^{re} année. In-18 Jésus, xii-207 p. Paris, Michelet. (8342)

OUVRAGES ANGLAIS.

1^o Mathématiques pures.

- CAPEL (A.-D.). — Tips in algebra, with new methods for the resolution of quadratic and other expressions into factors. (Hughes' Matriculation Manuals.) In-8°, 310 p. Hugues. 5^f, 65.
— A key to tips in algebra. In-12, 320 p. Hugues. 9^f, 40.

- EDWARDS (J.). — Differential calculus, with applications and numerous examples. An elementary treatise. In-8°, 424 p. Macmillan. 13^f, 15.

2^o Physique. — Chimie.

- ALLEN (A. H.). — Commercial organic analysis. 2^e édition, revue et augmentée. Vol. 2 : Fixed oils and fat. Hydrocarbons, etc. In-8°, 590 p. Churchill. 21^f, 90.
- DITTMAR (W.). — Analytical chemistry : A series of laboratory exercises. Nouvelle édition. In-12, 158 p. Chambers. 3^f, 15.
- ELLIS (G. E. R.). — Papers on inorganic chemistry. With numerical answers progressively arranged. Part 1, Non-metals. Part 2, Non-metals and metals. For use of science students. In-12, 136 p. Rivingtons. 21^f, 50.
- EVERETT (J. D.). — Units and physical constants. 2^e édition. In-12, 214 p. Macmillan. 6^f, 25.
- LEPTON (S.). — Chemical arithmetic. With 1.200 examples. 2^e édition. In-12, 170 p. Macmillan. 5^f, 65.
- MUNRO (James). — Electricity and its uses. Nouvelle édition, revue. In-8°. Religious Tract Society. 4^f, 40.
- ROSCOE (H. E.) and SCHORLEMMER. — A treatise on chemistry. Vol. 3. The chemistry of the hydrocarbons and their derivatives; or, organic chemistry. In-8°, 384 p. Macmillan. 22^f, 50.
- SEXTON (A. H.). — Outlines of qualitative analysis. In-8°, 134 p. Griffin. 3^f, 75.
- TAYLOR (R. L.). — Analysis tables for chemical students. Adapted for the advanced stage of the science and art Department's examinations in practical inorganic chemistry and the elementary and advanced stages of practical organic chemistry. In-12, 46 p. Low. 1^f, 25.
- TILDEN (W. A.). — Books on chemistry (Birmingham reference library lectures). In-8°. Simpkin. 0^f, 35.

3^o Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.

- BROWNE (A. J. Jukes). — Student's handbook of historical geology. With numerous diagrams and illustr. In-12, 600 p. Bell and Sons. 7^f, 50.
- FOYE (J. C.). — Handbook of mineralogy : determination, description, and classification of minerals found in the United States. Demi-in-8°, 180 p. D. Van Nostrand. 2^f, 50.

- GALLOWAY (W. B.). — The chalk and flint formation : its origin in harmony with a very ancient and a scientific modern theory of the world. Illust. by facts and specimens. In-8°, 44 p. Low. 3^f,15.
- Geological Survey.* — Explanatory memoirs to accompany sheet 20 of the maps of the Geological Survey of Ireland, including the country around Ballymena, Glenarm, Connor, and the mountainous district west of Lorne. 1^f,25.
- Explanatory memoir to accompany sheet 56 of the maps of the Geological Survey of Ireland, including the district around Swanlinbar, Florencecourt and Dowra. 1 fr.
- GIBSON (J.). — Chips from the earth's crust; or, short studies in natural science. With 29 illust. In-8°, 290 p. Nelsons. 3^f,15.
- HULL (E.). — Memoir of the geology and geography of Arabia Petraea, Palestine and adjoining districts, with special reference to the mode of formation of the Jordan, Arabian depression and the Dead Sea. In-4°, 154 p. Bentley. 26^f,25.
- LAPWORTH (Ch.). — Books on historical geology. Simpkin. 0^f,35.

4° *Mécanique. — Exploitation des mines.*

- ANDERSON (W.). — On the conversion of heat into work : a practical handbook on heat engines. In-8°, 246 p. Whittaker. 7^f,50.
- BLAIKIE (J.). — The elements of dynamics (Mechanics). Nouvelle édition, augmentée. In-8°, 246 p. Edimbourg, Thin. 4^f,40.
- CLERK (D.). — The gas engine. In-8°, 280 p. Longmans. 9^f,40.
- CROWTHER (W. E.). — Text book of machine construction and drawing. 2° édition, revue et augmentée. In-4°. Heywood. 1^f,90.
- DAVIES (D. C.). — A treatise on metalliferous minerals and mining. 3° édition, soigneusement revue. In-8°, 438 p. Crosby Lockwood. 15^f,65.
- JAMIESON (A.). — A text book of steam and steam engines. Specially arranged for the use of science and art, city and guilds of London Institute, and other engineering students. With numerous diagrams, 4 folding plates, and examination questions. In-8°, 390 p. Griffin. 9^f,40.
- O'TOOLE (J.). — *Ansa dynamica*. Concerning force, impulsion and energy. Édition revue et augmentée. In-8°, 74 p. Dublin, Hodges. 1^f,25.
- MADAN (H. G.). — Lessons in elementary dynamics. In-12, 180 p. Chambers. 3^f,15.

- MARSHALL (D. H.). — Introduction to the science of dynamics. In-8°, vii-120 p. Kingston. 9^f,40.
- ROBINSON (H.). — Hydraulic power and hydraulic machinery. With numerous woodcuts and 43 litho-plates. In-8°, 200 p. Griffin. 31^f,25.
- ROSE (J.). — Modern steam engines : an elementary treatise upon the steam engine. In-4°. Low. 38^f,75.
- TODHUNTER (Is.). — A history of the theory of elasticity and of the strength of materials from Galilei to the present time. Edit. and completed for the syndics of the university press by Karl Pearson. Vol. 1 : Galilei to Saint-Venant, 1639-1854. In-8°, 920 p. Cambridge Warehouse. 31^f,25.
- WANSBROUGH (W. D.). — The portable engine; its construction and management : a practical manual for owners and users of steam engines generally. In-8°, 180 p. Crosby Lockwood. 4^f,40.
- WORMELL (R.). — The principles of dynamics. Nouv. édition, revue. In-12, 262 p. Rivingtons. 7^f,50.

5° *Chemins de fer.*

- Parliamentary.* Railways. Continuous brakes. Returns, january and june, 1886. 1^f,70.
- Railway accidents. Returns for six months, ending june, 1886. 1 fr.
- STRETTON (C. E.). — Safe railway working : a treatise on railway accidents, their cause and prevention; with a description of modern appliances and systems. In-8°, 180 p. Crosby Lockwood. 5^f,65.

6° *Sujets divers.*

- BROOK (J.). — French measure and english equivalents, for use of manufactures in iron, steel, etc., engineers, toolmakers, milwrights, draughtsmen, firemen, mechanics, forgemen, rollers, and artisans generally. In-64. Spons. 1^f,25.
- MAIER (J.). — Arc and glow lamps : a practical handbook on electric lighting. Illust. (The specialist's series.) In-8°, 383 p. Whittaker. 9^f,40.

OUVRAGES AMÉRICAINS

1° Physique. — Chimie.

- ADRIANCE (J. S.). — Laboratory calculations and specific-gravity tables. In-12, vii-71 p. New-York. 5 fr.
- BENJAMIN (P.). — The age of electricity, from Ambel-soul to telephone. In-12, ix-381 p. Illust. New-York. 12^f,50.
- COIT (J. M.). — The elements of chemical arithmetic; with a short system of elementary qualitative analysis. In-12, 89 p. Boston. 3^f,75.
- HEMIUP (Mrs. M. R.). — Law of heat. Original observations; expansion of ice in harmony with the general law, etc. In-8°, 120 p. Geneva (New-York). 7^f,50.
- RANDALL (P. M.). — Practical hydraulics. In-8°, xi-250 p. San Francisco. 15 fr.
- TROILIUS (M.). — Notes on the chemistry of iron. 2° édition, augmentée. In-8°. New-York. 10^f,65.

2° Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.

- CHESTER (A. H.). — Catalogue of minerals, alphabetically arranged, with their chemical composition and synonyms. In-8°, 52 p. New York. 6^f,25.
- HALL (J.). — Geological Survey of the State of New-York. Palæontology : Vol. 5, part I. Lamellibranchiata, II. Texts and plates. Containing descriptions and figures of the Dimyaria of the upper Helderberg, Hamilton, Portage and Chemung groups. In-4°, LXII-294 p. with 18 plates. Albany (N. Y.).
- United States Geological Survey*. Bulletin, No. 24. List of marine Molusca. Comprising the quaternary fossils and recent forms from American localities between Cape Hatteras and Cape Roque, including the Bermudas. By W. H. Dall. In-8°, 336 p. Washington. 1^f,25.
- Bulletin, No. 25. The present technical condition of the steel industry of the United States. By Phineas Barnes. In-8°, 82 p. Washington. 0^f,50.
- Bulletin, No. 26. Copper smelting. By Henry H. Howe. In-8°, 107 p. Washington. 0^f,50.

- WILLIAMS (E. H.). — A manual of lithology. In-18, viii-135 p. New-York. 6^f,25.
- WILLIAMS (G. H.). — Modern petrography : an account of the application of the microscope to the study of geology. In-12, 35 p. Boston. 1^f,90.
- WINCHELL (A.). — Walks and talks in the geological field. In-8°, 329 p. New-York. 6^f,25.
- Geological studies; or, elements of geology : for high schools, colleges, normal and other schools. Illustrat. In-12, xiv-513 p. Chicago. 18^f,75.

3° Sujets divers.

- BUTTS (E.). — The civil engineer's field-book. In-12, 269 p. New-York. 15^f,65.
- NYSTROM (J. W.). — A pocketbook of mechanics and engineering. 18° édition, revue et corrigée. In-16. Philadelphie. 20 fr.
- OLDBERG (O.). — A manual of weights, measures, and specific gravity. With rules and tables. In-8°, v-238 p. Chicago.
- TRAUTWINE (J. C.). — The civil engineer's pocket book. Nouvelle édition, revue et augmentée par J. C. Trautwine, jun. Illustr. In-12, 800 p. New-York. 26^f,25.
- The field practice of laying out circular curves for railroads. 12° édition, revue par J. C. Trautwine, jun. Illustr. In-12, 192 p. New-York. 13^f,15.
- TROWBRIDGE (W. P.). — Statistics of power and machinery employed in manufactures. Reports on the waterpower of the United States. In 2 parts. Part 1. In-4°, 847 p. Illustrat. Washington.

OUVRAGES ALLEMANDS.

1° Mathématiques pures.

- HEITMANN (A.). — Ueber den Einfluss der Massenveränderung auf die Schwingungen quadratischer Platten. Marbourg. In-8°, 56 p., avec 22 pl. 1^f,90. (2224)
- HOFMANN (F.). — Die Constructionen doppelt berührender Kegelschnitte mit imaginären Bestimmungsstücken, Eine Wanderung durch die Theorie der Kegelschnitte in doppelter Berüh-

- rung an der Hand anschaulicher Methoden. Leipzig, Teubner. In-8°, iv-109 p., avec fig. 4 fr. (3257)
- JOLLES (S.). — Die Theorie der Osculanten und das Sehnensystem der Raumcurve IV. Ordnung II. Species. Ein Beitrag zur Theorie der rationalen Ebenenbüschel. Aix-la-Chapelle, Mayer. In-4°, 24 p. 2^f, 50. (2574)
- KAPTEYN (J.-C.) und W. KAPTEYN. — Die höheren Sinus. (Extr. des *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-8°, 62 p., av. 2 fig. 1^f, 25. (3630)
- KLEYER (A.). — Lehrbuch der Goniometrie [Winkelmessungslehre], mit 307 Erklärungen und 52 in den Text gedruckten Figuren, nebst einer Sammlung von 513 gelösten und ungelösten analogen Aufgaben. Stuttgart, Maier. In-8°, ix-346 p. 8^f, 75. (2924)
- KRAUSE (M.). — Die Transformation der hyperelliptischen Funktionen 1. Ordnung. Nebst Anwendungen. Leipzig, Teubner. In-8°, vii-276 p. 12^f, 50. (3636)
- V. LILIENTHAL (RH.). — Untersuchungen zur allgemeinen Theorie der krummen Oberflächen und geradlinigen Strahlensysteme. Bonn, Weber. In-8°, viii-141 p. 5 fr. (2579)
- LOMMEL (E.). — Die Beugungserscheinungen geradlinig begrenzter Schirme. (Extr. des *Abhandl. d. k. bayer. Akad. d. Wissenschaften*). Munich, Franz' Verl. In-4°, 136 p., av. 8 pl. 5^f, 65. (3638)
- V. OFENHEIM (A.). — Die sphärische Trigonometrie und analytische Geometrie in dem für die k. k. Kriegsschule vorgeschriebenen Umfange. Vienne, Seidel und Sohn. In-8°, vi-142 p., av. 39 fig. 3^f, 75. (4006)
- SERSAWY (V.). — Ueber den Zusammenhang zwischen den vollständigen Integralen und der allgemeinen Lösung bei partiellen Differentialgleichungen höherer Ordnung. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-4°, 34 p. 2^f, 25. (4011)
- STOLZ (O.). — Vorlesungen über allgemeine Arithmetik. Nach den neueren Ansichten bearbeitet. II. Thl.: Arithmetik der complexen Zahlen mit geometrischen Anwendungen. Leipzig, Teubner. In-8°, viii-326 p. 10 fr. (4012)

2° Physique. — Chimie. — Métallurgie.

- CUNY (G.). — Ueber die Zersetzung des Natrium-Aluminats durch Wasser. Breslau, Köhler. In-8°, 33 p. 1^f, 25. (2912)
- EXNER (F.). — Ueber die Ursache und die Gesetze der atmosphä-

- rischen Elektricität. (Extr. des *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-8°, 64 p., av. 1 pl. 1^f, 90. (3249)
- Handbuch der chemischen Technologie. In Verbindung mit mehreren Gelehrten und Technikern bearbeitet und herausgegeben von P. A. Bolley. Nach dem Tode des Herausgebers fortgesetzt von K. Birnbaum. Tome VI; groupe 5; 1^{re} part., 1^{re} livraison. Brunswick, Vieweg und Sohn. In-8°, 128 p., av. fig. 5 fr. (3153)
- Tome VI; groupe 5; 1^{re} partie, 2^e livraison: In-8°, p. 129-256, avec fig. 5 fr. (4211)
- Handwörterbuch, neues, der Chemie. Auf Grundlage des von Liebig, Poggendorff und Wöhler, Kolbe und Fehling herausgegebenen Handwörterbuchs der reinen und angewandten Chemie und unter Mitwirkung von Baumann, Bunsen, Fittig, etc. bearbeitet und redigirt von Hm. v. Fehling. Nach dem Tode des Herausgebers fortgesetzt von C. Hell. Livraisons 50-52. Brunswick, Vieweg und Sohn. In-8°. Tome IV, p. 913-1200, av. fig. Chaque livraison 3 fr. (2219)
- HEINZERLING (C.). — Die Gefahren und Krankheiten in der chemischen Industrie und die Mittel zu ihrer Verhütung und Beseitigung. Mit Rücksicht auf Concessionswesen und Gewerbe-Gesetzgebung. Fascicules 8 et 9. Halle, Knapp. In-8°, 5^f, 25. (4212)
- HERING (E.). — Ueber Newton's Gesetz der Farbenmischung. Prague, Tempsky. In-8°, 92 p., av. fig. (Extr. du *Lotos*). 1^f, 90. (3999)
- HESEKIEL (A.). — Die Pyridinbasen in der chemischen Litteratur. Hambourg, Voss. In-8°, v-154 p. 5 fr. (2570)
- HJELT (E.). — Die intramoleculare Wasserabspaltung bei organischen Verbindungen. Monographisch dargestellt. (Extr. des *Acta societatis scientiarum Fennicae*). Helsingfors. In-4°, 66 p. 3^f, 15. (2225)
- GALLINEK (A.). — Ueber die Sulfurirung der Phenylhydrazine. Breslau, Köhler. In-8°, 34 p. 1^f, 25. (2916)
- JACOBSEN (O.). — Die Glycoside. (Extr. de l'*Encyclopädie der Naturwissenschaften: Handwörterbuch der Chemie*). Breslau, Trewendt. In-8°, 174 p. 6 fr. (4001)
- KELLING (J.). — Ueber die Zustandsbedingungen der Flüssigkeiten und Gase, sowie über den Aether. Carlsruhe, Braun. In-8°, 56 p., av. 3 pl. 1^f, 90. (3632)
- KOPP (H.). — Die Alchemie in älterer und neuerer Zeit. Ein Beitrag zur Culturgeschichte. 2 parties. Heidelberg, C. Winter. In-8°, xvii-260 et vi-425 p. 20 fr. (2232)

- MEDICUS (L.). — Einleitung in die chemische Analyse. 1^{re} fasc. Tubingue, Laupp. In-8°, VIII-165 p. 3^f,50. (4003)
- MEISEL (F.). — Geometrische Optik, eine mathematische Behandlung der einfachsten Erscheinungen auf dem Gebiete der Lehre vom Licht. Halle, Schmidt. In-8°, VI-171 p., av. 5 pl. 7^f,50. (3643)
- MEISER und MERTIG. — Anleitung zum experimentellen Studium der Physik. 1^{er} Th. : Galvanische Elektrizität. Dresde. In-8°, 39 p. 1^f,90. (2930)
- MEUSEL (E.). — Die Quellkraft der Rhodanate und die Quellung als Ursache fermentartiger Reaktionen. Gera, Reisewitz. In-8°, 36 p. 1^f,90. (3644)
- MICHALKE (C.). — Untersuchungen über die Extinktion des Sonnenlichtes in der Atmosphäre. Breslau, Köhler. In-8°, 58 p. 1^f,25. (2931)
- V. OPPOLZER (T.). — Ueber die astronomische Refraction. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-4°, 52 p. 3^f,25. (3648)
- OSWALD (W.). — Lehrbuch der allgemeinen Chemie. II. Bd. Verwandtschaftslehre. Leipzig, Engelmann. In-8°. 1^{re} moitié, 448 p., av. 27 fig. (Fin). 25 fr. (2242)
- SCHMIDT (M.). — Ueber die Einwirkung von Phenylcyanat auf Phenole und Phenoläther bei Gegenwart von Aluminiumchlorid. Osterode a/H. In-8°, 54 p. 2 fr. (3650)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

- ALTH (A.). — Przyczynek do geologii wschodnich Karpat, Czesk I. Cracovie. In-8°, 60 p., av. 5 pl. (Contribution à la géologie des Karpathes orientaux). 3^f,75. (2551)
- BEISSEL (I.). — Der Aachener Sattel und die aus demselben vordringenden Thermalquellen. Aix-la-Chapelle, Mayer. In-8°, XV-338 p., avec 10 fig. et 4 pl. 12^f,50. (2553)
- BLANCKENHORN (M.). — Die fossile Flora des Buntsandsteins und des Muschelkalks der Umgegend von Commern. (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, Schweizerbart. In-4°, 38 p., av. 8 pl. 25 fr. (2556)
- BORNEMANN (J.-G.). — Die Versteinerungen des Cambrischen Schichtensystems der Insel Sardinien, nebst vergleichenden Untersuchungen über analoge Vorkommnisse aus andern Ländern. (Extr. des *Nova Acta d. k. Leop.-Carol. Deutsch. Akad. d. Naturforscher*). Halle. In-4°, 148 p., av. 33 pl. 25 fr. (3983)

- BRAUER (F.). — Ansichten über die paläozoischen Insecten und deren Deutung. (Extr. des *Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseums*). Vienne, Hölder. In-8°, 40 p., av. 2 pl. photo-zincogr. 5 fr. (2557)
- ENGELHARDT (H.). — Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordböhmen. Ein neuer Beitrag zur Kenntniss der fossilen Pflanzen Böhmens. Halle. In-4°, 112 p., av. 21 pl. 25 fr. (2564)
- FRAUSCHER (K.-F.). — Das Unter-Eocän der Nordalpen und seine Fauna. 1^{er} Thl. Lamellibranchiata. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-4°, 234 p., av. 12 pl., 1 fig. et 3 tabl. 22^f,50. (2914)
- FUCHS (C.-W.-C.). — Statistik der Erdbeben von 1865-1885. (Extr. des *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-8°, 441 p. 8 fr. (2915)
- GEINITZ (F.-E.). — Die Seen, Moore und Flussläufe Mecklenburgs. Ein Versuch zur Erklärung der Entstehung der Seen und Wasserläufe der norddeutschen Diluviallandschaft, sowie der Küstenbildung. Güstrow, Opitz und Co. In-4°, XI-132 p., av. 1 carte et 2 pl. 10 fr. (3251)
- GOEPPERT (H.-R.), und A. MENGE. — Die Flora des Bernsteins und ihre Beziehungen zur Flora der Tertiärformation und der Gegenwart. Nach deren Hinscheiden selbstständig bearbeitet und fortgesetzt von H. Conwentz. II^{er} Bd. Die Angiospermen des Bernsteins, von H. Conwentz. Mit Unterstützung des westpreussischen Provinzial-Landtages herausgegeben von der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Danzig. In-4°, XI-140 p., av. 13 pl. 37^f,50. (2918)
- GOLDSCHMIDT (V.). — Index der Krystallformen der Mineralien. 2^e livraison. Berlin, Springer. In-8°. Tome I, x p. et p. 289-592. 18^f,75. (3626)
- GROTH (P.). — Repertorium der mineralogischen und krystallographischen Literatur vom Ende des Jahres 1876 bis Anfang des Jahres 1885 und Generalregister der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie. Vol. I-X. Leipzig, Engelmann. In-8°, VI, 208 et 146 p. 13^f,75. (2920)
- V. GUMBEL (K.-W.). — Geologie von Bayern. 1^{er} Thl. : Grundzüge der Geologie. Livraisons 2 et 3. Cassel, Fischer. In-8°, p. 481-720. avec fig. Chaque livraison 6^f,25. (3627)
- HENRICH (F.). — Lehrbuch der Krystallberechnung. Mit zahlreichen Beispielen, die mit Hilfe der sphärischen Trigonometrie

- auf Grund einer stereographischen Projection berechnet wurden. Stuttgart, Enke. In-8°, xv-300 p., av. 95 fig. 10 fr. (3998)
- KARSTEN (H.). — Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne, Vénézuëla, Nouvelle-Grenade et Ecuador. Berlin, Friedländer und Sohn. In-4°, v-62 p., av. 8 pl. et 1 carte. 15 fr. (2923)
- KITTL (E.). — Ueber die miocenen Pteropoden von Oesterreich-Ungarn. (Extr. des *Annalen d. k. k. naturhist. Hofmuseums*). Vienne, Hölder. In-8°, 28 p., av. 1 pl. 3^f,50. (2230)
- KOSCHINSKY (C.). — Ein Beitrag zur Kenntniss der Bryozoenfauna der älteren Tertiärschichten des südlichen Bayerns. 1^{re} Abth. : Cheilostomata. (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, Schweizerbart. In-4°, iii-73 p., av. 7 pl. 25 fr. (2577)
- MARTINI und CHEMNITZ. — Systematisches Conchylien-Cabinet. In Verbindung mit Philippi, L. Pfeiffer, Dunker etc. neu herausgegeben und vervollständigt von H. C. Küster; nach dessen Tode fortgesetzt von W. Kobelt und H. C. Weinkauff. Nürnberg, Bauer und Raspe. Livraisons 335-338. In-4°, 112 p., av. 24 pl. Chaque livraison 11^f,25. (2236)
- Sections 109 et 110. In-4° (109. *Planorbis* III. p. 183-310 av. 17 pl. col. — 110. *Planorbis* IV und *Rissoina* II. p. 311-430, av. pl. col.; p. 81-205, av. 11 pl. col.) Chaque section 33^f,75. (2237)
- MASKA (K.-J.). — Der diluviale Mensch in Mähren. Ein Beitrag zur Urgeschichte Mährens. Neutitschein, Hosch. In-8°, 109 p., av. 51 fig. 3 fr. (3641)
- NEUMAYR (M.). — Erdgeschichte. 1^{re} Bd. Allgemeine Geologie. Leipzig, Bibliograph. Institut. In-8°, xii-653 p., av. 334 fig., 15 pl. à l'aquarelle et 2 cartes. 20 fr. (2384)
- Palaeontologische Abhandlungen. Herausgegeben von W. Dames und E. Kayser. Tome III, fasc. 3. (Die Cyathophylliden und Zaphrentiden des deutschen Mitteldevon, eingeleitet durch den Versuch einer Gliederung desselben von F. Frech. 120 p., av. 8 pl. et 23 fig.), Berlin, G. Reimer. In-4°. 20 fr. (2902)
- STENZEL (G.). — Rhizodendron Oppoliense Göpp. Beschrieben. Breslau, Aderholz. In-8°, 30 p., av. 3 pl. 1^f,50. (3635)
- STURZ (B.). — Beitrag zur Kenntniss palaeozoischer Seesterne. (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, Schweizerbart. In-4°, 24 p., av. 7 pl. 25 fr. (2595)
- THEILE (F.). — Die Eiszeit mit besonderer Beziehung auf die Gegend von Dresden, die Oltersteine und andere erratische Blöcke der Dresdner Heide, und die geschliffenen Geschiebe (Dreikantner). Dresde, Warnatz und Lehmann. In-8°, 85 p., av. fig. (Extr. de *Ueber Berg und Thal*). 1^f,90. (2251)

- VACEK (M.). — Ueber die Fauna der Oolithe von Cap S. Vigilio verbunden mit einer Studie über die obere Liasgrenze. (Extr. des *Abhandl. d. k. k. geol. Reichsanstalt*). Vienne, Hölder. In-4°, 156 p., av. 20 pl. 55 fr. (3275)
- ZLATARSKI (G.-N.). — Geologische Untersuchungen im centralen Balkan und in den angrenzenden Gebieten. II. Beiträge zur Geologie des nördlichen Balkanvorlandes zwischen den Flüssen Isker und Jantra. (Extr. des *Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften*). Vienne, Gerold's Sohn. In-8°, 93 p., av. 3 pl. et 1 fig. 3 fr. (3660)
- 4^e Mécanique. — Exploitation des mines.
- BRAUN (E.). — Die Kettenförderung auf horizontaler und geneigter Schienenbahn. Saarbrücken. In-8°, v-78 p., av. 18 pl. 10 fr. (3142)
- BURMESTER (L.). — Lehrbuch der Kinematik. Für Studierende der Maschinentechnik, Mathematik und Physik geometrisch dargestellt. 1^{er} Bd. Die ebene Bewegung. 2^e Lfg. Leipzig, Felix. In-8°, p. 257-560, av. 18 pl. 22^f,50. (4204)
- FINGER (J.). — Elemente der reinen Mechanik, als Vorstudien für die analytische und angewandte Mechanik und für die mathematische Physik an Universitäten und technischen Hochschulen, sowie zum Selbstunterricht. 6^e livraison. Vienne, Hölder. In-8°, xvi p. et p. 644-772, av. fig. (Fin). 4^f,50. (2215)
- GRASHOF (F.). — Theoretische Maschinenlehre. III^{er} Bd. Theorie der Kraftmaschinen. 2^e Lfg. Hambourg, Voss. In-8°, p. 161-320, av. fig. 5 fr. (3150)
- HAASE (H.). — Die Theorie der parabolischen und elliptischen Bögen in ihrer Anwendung auf Eisenconstruktionen oder neues Berechnungs- und Constructionsverfahren aller versteiften Systeme continuirlicher Tragbögen aus Schmied- und Walzeisen unter der Bedingung grösster Material-Ersparniss einschliesslich der parabolischen Fachwerksbalken. Vienne, v. Waldheim. In-8°, xvi-253 p., av. 27 pl. 6^f,90. (3151)
- HENNEBERG (L.) und O. SMREKER. — Lehrbuch der technischen Mechanik. 1^{re} partie. Darmstadt, Bergsträsser. In-8°, x-374 p., av. 131 fig. et 12 pl. 11^f,25. (3509)
- HERRMANN (G.). — Die graphische Untersuchung der Centrifugalregulatoren. Berlin, Springer. In-8°, iii-50 p. 2 fr. (2800)
- LANGE (L.). — Die geschichtliche Entwicklung der Bewegungsbegriffes und ihr voraussichtliches Endergebniss. Ein Beitrag

- zur historischen Kritik der mechanischen Principien. (Extrait des *Philosophische Studien*). Leipzig, Engelmann. In-8°, x-141 p. 3^f, 75. (3637)
- PINZGER (L.). — Die Berechnung und Construction der Maschinen-Elemente. Für den praktischen Gebrauch, sowie als Handbuch für Vorlesungen bearbeitet. 3^e fascicule. Leipzig, Baumgärtner. In-4°. 5 fr. (4215)
- REBBER (W.). — Allgemeine Gesichtspunkte für das Entwerfen von Maschinen und Maschinenelementen, nebst einem Anhang: Das Maschinen-Zeichnen. Ludwigslust, Hintorff's Sort. In-4°, iv-28 p., av. 14 pl. 3^f, 50. (2808)
- SCHOENFLIES (A.). — Geometrie der Bewegung in synthetischer Darstellung. Leipzig, Teubner. In-8°, vi-194 p., av. fig. 5 fr. (2249)
- TOEPLER (E.). — Zur Ermittlung des Luftwiderstandes nach der kinetischen Methode. Vienne, Gerold's Sohn. In-8°, 24 p. 1^f, 25. (3274)
- UHLAND (W. H.). — Handbuch für den practischen Maschinen-Constructeur. Eine Sammlung der wichtigsten Formeln, Tabellen, Constructionsregeln und Betriebsergebnisse für den Maschinenbau und die mit demselben verwandten Branchen. Leipzig, Baumgärtner. In-4°. Vol. supplém. Livraisons 12-14 (49-51 de l'ouvrage complet). Chaque livraison 3^f, 75. (3158)
- — — Vol. supplém. 4 parties. In-4°. 50 fr. (3886)

5° *Constructions. — Chemins de fer.*

- Die Bauwerke der Berliner Stadt-Eisenbahn. (Extr. de la *Zeitschrift für Bauwesen*.) Nebst einem Vorwort. Berlin, Ernst und Korn. In-fol., x-93 p., av. 38 pl., nombreuses fig. et 1 plan. 60 fr. (3497)
- MEYER (G.). — Grundzüge des Eisenbahn-Maschinenbaues. 3 parties. Berlin, Ernst und Korn. In-8°. Chaque partie 11^f, 90. (3515)
- SCHAROWSKY (C.). — Musterbuch für Eisen-Constructions. Herausgegeben vom Verein deutscher Eisen- und Stahlindustrieller. 1^{re} partie, 1^{re} livraison. Leipzig, Spamer. In-fol., 40 p., av. fig. (Paraitra en 4 livraisons.) 1^f, 90. (4216)

6° *Sujets divers.*

- ENGLER (C.). — Das Erdöl von Baku. Ein Reisebericht. Geschichte, Gewinnung und Verarbeitung, nebst vergleichenden

- Versuchen über dessen Eigenschaften gegenüber dem amerikanischen Petroleum. (Extr. du *Dingler's polytechnisches Journal*.) Stuttgart, Cotta. In-8°, iii-81 p., av. fig. 2^f, 50. (3873)
- FALB (R.). — Das Wetter und der Mond. Eine meteorologische Studie. Vienne, Hartleben. In-8°, 84 p. 1^f, 90. (2623)
- GERKE (P.). — Das Metallgeräth. Kunst- und Luxusgegenstände in Bronze, Silber, Zinn, etc. 1^{re} série, 1^{re} livraison. Berlin, Claesen und Co. In-fol., 15^f, 65. (3148)
- v. GIESE (O.). — Bessere Verwerthung der Naturkräfte und Naturprodukte im Kinzig-Gebiet des Grossherzogthums Baden als Beispiel für alle Flussgebiete. Carlsruhe, Braun. In-8°, iv-198 p., av. 5 pl. 5^f, 65. (3875)
- GUSENBURGER (H.). — Die Untersuchungen der Schmieröle und Fette mit specieller Berücksichtigung der Mineralöle. Luxembourg, Schamburger. In-8°, 37 p. 1^f, 50. (2441)
- HUBBARD (E.). — Die Verwerthung der Holzabfälle. Eingehende Darstellungen der rationellen Verarbeitung aller Holzabfälle, namentlich der Sägespäne, ausgenützten Farbhölzer und Gerberinden als Heizungsmaterialien, zu chemischen Producten, zu künstlichen Holzmassen, Explosivstoffen, in der Landwirthschaft als Düngemittel und zu vielen anderen technischen Zwecken. Vienne, Hartleben. In-8°, viii-183 p., av. 35 fig. 3^f, 75. (3878)
- KREISS (E.). — Die modernen Staub-Collectoren, deren Anwendung und Bedeutung für die Bestäubung von Mühlen und Fabriken mit specieller Berücksichtigung der Feuersgefahr durch Staub-Explosionen. Hambourg, J. F. Richter. In-8°, 29 p. 1^f, 25. (3881)
- v. OPPOLZER (T.). — Entwurf einer Mondtheorie. (Extr. des *Denkschrift d. k. Akad. d. Wissenschaften*.) Vienne, Gerold's Sohn. In-4°, 37 p. 2^f, 50. (2936)
- SCHÄEDLER (C.). — Die Technologie der Fette und Oele der Fossilien (Mineralöle), sowie der Harzöle und Schmiermittel. 4^e livraison. Leipzig, Baumgärtner. In-8°, p. 481-624, av. pl. et fig. 5 fr. (2449)
- SEMPER (C.). — Reisen im Archipel der Philippinen. II^{er} Thl. Wissenschaftliche Resultate. Wiesbaden, Kreidel. In-4°. T. V, 1^{re} livraison. 46 p., av. 9 pl. 30 fr. (2590)
- — — Tome IV, 2^e partie. 80 p., av. 7 pl. col. 30 fr. (4010)
- TEMPEL (W.). — Nebelflecken. Nach Beobachtungen, angestellt in den Jahren 1876-79 mit dem Refractor von Amici auf der königl. Sternwarte zu Arcetri bei Florenz. (Extr. des *Abhandl.* Tome X, 1886. c

- d. k. böhm. Gesellsch. der Wissenschaften.*) Prague, Calve. In-4°, 29 p., av. 3 pl. 3^f, 75. (4013)
- WEISS (E.). — Ueber die Berechnung der Präcession mit besonderer Rücksicht auf die Reduction eines Sternkataloges auf eine andere Epoche. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften.*) Vienne, Gerold's Sohn. In-4°, 28 p. av. 1 fig. 1^f, 90. (3658)

OUVRAGES RUSSES.

- PAWLOFF (A.). — Les ammonites de la zone à *Aspidoceras acanthicum* de la Russie orientale. St-Petersbourg. In-4°, 91 p., av. 10 pl. (en russe). 17^f, 50.
- POKROWSKI (P.). — Manuel de trigonométrie plane. Moscou. In-8°, 93 p. (en russe). 5 fr.

OUVRAGES ITALIENS.

1° *Mathématiques pures.*

- ALBEGGIANI (M.-L.). — Intorno ad un teorema di Hermite. Palermo, imp. M. Amenta. In-8°, 6 p. (Extr. des *Rendiconti del circolo matematico di Palermo.*) (9027)
- ARCHER HIRST (T.). — Sur la congruence Roccella du troisième ordre et de la troisième classe. Palermo, imp. M. Amenta. In-8°, 3 p. (Extr. du même recueil.) (9028)
- ASCHIERI (F.). — Geometria descrittiva. Con 83 incisioni. Milano, Ulrico Hoepli. In-16, avec fig., iij-210 p. (6986)
- AZZARELLI prof. MATTIA. — Trasformazione del binomio $\sqrt{a + \sqrt{b}}$: nota. Rome, imp. des sc. math. et phys. In-4°, 18 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. de' nuovi Lincei.*) (7465)
- BERARDINIS (DE) GIOV. — Analisi dei triangoli sferoidici rettangoli. Florence, imp. G. Barbera. In-4°, 16 p. (7467)
- Sul calcolo di compensazione per i punti di 2°, 3° e 4° ordine di una triangolazione geodetica. Turin, imp. Vincenzo Bona. In-8°, 19 p. avec fig. (40917)

- BIANCHI (L.). — Lezioni di geometria differenziale, fatte nella università di Pisa nell' anno 1883-1886. Pise, Nistri. In-8°, 407 p., 7 fr. (10918)
- BRAMBILLA (A.). — Intorno alla quartica gobba dotata di due tangenti stazionarie. Gênes, imp. Ciminago. In-8°, 7 p. (7469)
- BURALI FORTI (C.). — Elementi sulla teorica delle funzioni circolari e loro applicazioni alla trigonometria piana e sferica. Bologna, N. Zanichelli. In-8°, iij-87 p. (8483)
- Fondamenti per la teorica razionale dei numeri: nota. Bologna, Nicola Zanichelli. In-8°, 48 p. (8484)
- FRATTINI (E.). — Sui numeri irrazionali. Rome, imp. de l'Accad. dei Lincei. In-8°, 32 p. (6021)
- GEBBIA (M.). — Sulle equazioni a derivate parziali delle superficie che ammettono una generatrice di forma costante. Palermo, imp. M. Amenta. In-8°, 14 p. (Extr. des *Rendiconti del circolo matematico di Palermo.*) (9034)
- Sulle linee geodetiche di forma costante. Palermo, imp. M. Amenta. In-8°, 5 p. (Extr. du même recueil.) (9035)
- GIBELLI (G.). — Curvatura di una linea piana: nuova definizione di retta e studio sul più e meno infinito. Lodi, imp. G. Oldani. In-8°, 8 p. (7474)
- GIUDICE (Fr.). — Sulla determinazione delle radici reali delle equazioni a coefficienti numerici reali. Palermo, imp. M. Amenta. In-8°, 4 p. (Extr. des *Rendiconti del circolo matematico di Palermo.*) (9036)
- GUCCIA (G.-B.). — Formole analitiche di alcune trasformazioni Cremoniane delle figure piane. Palermo, imp. M. Amenta. In-8°, 48 p. (Extr. du même recueil.) (9037)
- MONTEVERDE (G.-F.). — Elementi di geometria proiettiva. Testo e atlante. Gênes, L. Beuf. In-8°, 345 p., avec 47 pl. 10 fr. (6502)
- MÜLLER (O.). — Tavole di logaritmi con cinque decimali. 2° édition. Milan, U. Hoepli. In-16, xviii-143 p. (5619)
- PEANO (G.). — Sull' integrità delle equazioni differenziali di primo ordine: nota. Turin, E. Loescher. In-8°, 11 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (10932)
- PEPIN (T.). — Théorie des fonctions homogènes: deuxième mémoire. Rome, imp. des Sciences mathém. et physiques. In-4°, 67 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. de' nuovi Lincei.*) (6997)
- Sur quelques congruences binômes, extraits de lettres adressées à B. Boncompagni. Rome. In-4°, 12 p. (Extr. du même recueil.) (7476)
- Sur trois théorèmes de Gauss: extrait d'une lettre adressée

- à B. Boncompagni, en date de Lyon 19 décembre 1879. Rome. In-4°, 6 p. (Extr. du même recueil). (7477)
- PINCHERLE (S.). — Studi sopra alcune operazioni funzionali: memoria. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 52 p. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (9923)
- PIRONDINI (G.). — Teoremi geometrici: nota. Parme, Luigi Battei. In-8°, 16 p. (10934)
- RAIMONDI (R.). — Appunti di analisi infinitesimale. Messine, imp. del Foro. In-8°, 14 p. (7000)
- Due note geometriche. Messine, imp. del Foro. In-8°, 9 p. (7001)
- Sugli integrali analoghi agli integrali ellittici. Messine, imp. del Foro. In-8°, 16 p. (7002)
- Un nuovo teorema sul gamma euleriano. Messine, imp. del Foro. In-8°, 7 p. (7003)
- SEGRE CORRADO. — Ricerche sulle rigate ellittiche di qualunque ordine. Turin, E. Loescher. In-8°, 26 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (7005)
- SELLA (Q.). — Teorica e pratica del regolo calcolatore. 2^e édition. Turin, G.-B. Paravia e C. In-16, 166 p. avec pl. 2^f, 50. (6505)
- VARISCO (D.). — Sui numeri primi. Jesi, imp. Rocchetti. In-8°, 16 p. (10938)
- ZANOTTI (B.-O.). — L' esagramma di Pascal: nota storica. Turin, E. Loescher. In-8°, 14 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (10939)

2^e Physique. — Chimie. — Métallurgie.

- ANDREOCCHI (A.). — Sopra alcuni formati rameosi, rameici, rameico-piombici e delle basi ammoniche relative: Memoria. Pérouse, imp. V. Santucci. In-8°, 20 p. (10912)
- BASSO (G.). — Sulla legge di ripartizione dell' intensità luminosa fra i raggi biriffratti da lamine cristalline. Turin, E. Loescher. In-8°, 19 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (5615)
- BATELLI (A.). — Intorno all' influenza della magnetizzazione sopra la conducibilità del ferro: ricerche. Turin, E. Loescher. In-8°, 24 p. (Extr. du même recueil.) (10915)
- CAVAZZI (A.). — Azione del solfuro di carbonio sopra alcuni metalli: nota. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°,

- 9 p. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (6020)
- CHIAISO (F.). — Studio sul gas et sui misuratori del gas. Turin, imp. G. Derossi. In-8°, 75 p. (9355)
- COPPOLA (F.). — Sull' influenza della polimeria nell' azione fisiologica dei corpi: studio sperimentale. Prima nota: sull' azione fisiologica del triossimetilene. Palermo, imp. M. Amenta. In-4°, 22 p. (9032)
- DONATI (L.). — Di un nuovo accumulatore: nota. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 7 p. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (9033)
- ERRERA (G.). — Sulle monocloropropilbenzine e sul metilbenzilcarbinol. Turin, E. Loescher. In-8°, 18 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (10921)
- FERRERO (L.-O.). — Le acque minerali della provincia di Terra di Lavoro (Italia), il materiale mineralizzatore e mineralizzato dalle acque minerali di Napoli, Caserta, Avellino, Benevento: raccolte, studi, illustrazioni. Caserte, imp. G. Turi e figli. In-8°, 48 p. (8486)
- GIGLI (T.). — Storia della chimica da Lavoisier fino al 1840. Milan, E. Sonzogno. In-16, 63 p. 0^f, 50. (9920)
- GUCCI (P.). — Prodotti della reazione fra la *m*-fenilendiamina ed il solfuro di carbonio. Pise, imp. F. Mariotti. In-8°, 12 p. (6496)
- Separazione del nichelio dal cobalto. Pise, imp. E. Mariotti. In-8°, 4 p. (6497)
- LUVINI (G.). — Sperienze sulla conduttività elettrica dei vapori e dei gas. Florence, imp. dell' Arte della Stampa. In-8°, 15 p. (Extr. de la *Rivista scientifico-industriale.*) (9470)
- Expériences sur la conductibilité électrique des gaz et des vapeurs. Turin, imp. J.-B. Paravia et C^e. In-8°, 15 p. (Extr. de la *Lumière électrique.*) (9921)
- MAISSEN (P.) ed ROSSI (E.). — Analisi chimiche eseguite nel laboratorio della stazione agraria [di Modena], per incarico dei corpi morali e dei privati nel 1885. Modène, imp. Vincenzi e nipoti. In-8°, 100 p. (Extr. du *Bolletino della stazione agraria di Modena.*) (9132)
- NACCARI (A.) e BATELLI (A.). — Sul fenomeno Peltier nei liquidi: nota terza. Turin, E. Loescher. In-8°, 19 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (10929)
- PAGLIANI (S.). — Sul forze elettromotrici di contatto fra liquidi. Turin, E. Loescher. In-8°, 43 p. avec planche (Extr. du même recueil.) (10931)

- PESCETTO (F.). — Relazione sull' esposizione internazionale d'elettricità di Torino. Rome, imp. del Comitato d' artiglieria e genio. In-8°, 58 p. avec 6 pl. (Extr. de la *Rivista di artiglieria e genio.*) (7576)
- Applicazioni dell' elettricità. Rome, imp. del Comitato d'artiglieria e genio. In-8°, 24 p. avec planche. (Extr. du même recueil.) (9083)
- PROVENZALI (F.-S.). — Sulla tensione superficiale dei liquidi : nota. Rome, imp. delle Scienze matematiche e fisiche. In-4°, 9 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. de' Nuovi Lincei.*) (9924)
- RAZZABONI (C.). — Risultato di esperienze idrometriche sopra tubi addizionali conici divergenti : memoria. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 9 p. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (6023)
- RIGHI (A.). — Studi sulla polarizzazione rotatoria magnetica : memoria. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 107 p. avec planche. (Extr. du même recueil.) (40935)
- RÒITI (A.). — Misure assolute di alcuni condensatori : memoria. Turin, E. Loescher. In-4°, 23 p., av. fig. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze di Torino.*) (9039)
- ROTONDI (E.). — Sullo invertimento spontaneo del saccarosio e sulla analisi dei prodotti industriali preparati con zucchero di canna e di fecola : nota. Turin. E. Loescher. In-8°, 11 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino.*) (40434)
- SANDRUCCI (A.). — Sul calore atomico reale dei corpi semplici nella teoria meccanica del calore e sulle formole ad esso relative. Florence, imp. dell' Arte della stampa. In-8°, 16 p. (Extr. de la *Rivista scientifica industriale.*) (5624)
- TIVOLI (D.). — Azione dell' idrogeno arseniato sull' anidride arseniosa, sciolta in acido cloridico o in acido solforico. (Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 8 p. (8495)
- VALLONE (A.). — Nuovo metodo per la ricerca della capacità induttiva specifica dei corpi dielettrici : nota. Naples, imp. A. Tocco e C. In-4°, 15 p. (9925)
- VEROLE (P.). — La distribuzione elettrica dell' energia e la elettro-metallurgia all' esposizione internazionale di Torino. Turin, imp. Camilla e Bertolero. In-8°, 114 p., av. pl. et fig. (Extr. de la revue *L'ingegneria, le arti e le industrie all' esposizione del 1884.*) (40569)
- VILLARI (E.). — Sul potere emissivo delle scintille elettriche e sul vario aspetto che esse presentano in alcuni gas : ricerche. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 17 p., av.

- 2 planches. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (6028)
- VITALI (D.). — Contributo allo studio chimico-tossicologico dell' acido solforico. Rome, imp. Prasca. In-8°, 13 p. (Extr. du *Bollettino farmaceutico.*) (9047)
- 3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*
- BERTELLI (D. T.). — Delle cause probabili del vulcanismo presente ed antico della terra : memoria seconda. Turin, imp. Giuseppe. In-4°, 28 p. (8484)
- BOMBICCI (L.). — Sul giacimento e sulle forme cristalline della datolite della Serra dei Zanchetti (alto Appennino bolognese) : memoria. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 29 p. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (9030)
- Sulla contorsione di tipo elicoide nei faci prismatici di antimonite del Giappone : nota. Bologne, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 6 p., avec planche. (Extr. du même recueil.) (9034)
- CACCIAMALI (G. B.). — Escursioni geologiche in Abruzzo. Turin, imp. Candeletti. In-8°, 11 p. (Extr. du *Bollettino del club alpino italiano.*) (6987)
- CASTRACANE DEGLI ANTELMINELLI (F.). — Analisi microscopica di un calcare del territorio di Spoleto : nota. Rome imp. delle Scienze matematiche e fisiche. In-4°, 9 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. dei nuovi Lincei.*) (6049)
- CETTA (A.). — Il diluvio. Turin, imp. Speirani. In-8°, 319 p. (6988)
- GENTILE-CUSA (B.). — Sulla eruzione dell' Etna di maggio-giugno 1886 : relazione. Catane, imp. Martinez. In-8°, 210 p., av. planches. 5 fr. (9469)
- GREGORIO (DE) (A.). — Monographie des fossiles de S. Vigilio du sous-horizon Grappin de Greg. (= zone à Harpoceras Murchisonae Sow., Harpoc. bifrons Brug., etc.). Palerme, L. Pedone Lauriel. In-4°, 34 p. av. 14 pl. (40925)
- LOVISATO (D.). — Sopra i fossili delle Pampas, raccolti dalla spedizione antartica italiana e donati al museo geologico della r. università di Genova del dott. Giacomo Trabucco : lettera all' autore di detto opuscolo. Cagliari, imp. edit. de l'*Avvenire di Sardegna.* In-8°, 20 p. (6022)
- MATTIROLO (E.). — Sulla natrolite di Montecatini (Val di Cecina) :

- nota. Turin, E. Loescher. In-8°, 6 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. Scienze di Torino*.) (9922)
- MAZZETTI (D. G.). — Contribuzione allo studio della geologia delle montagne modenese e reggiane : nota. Rome, tip. delle scienze matem. e fisiche. In-4°, 9 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. dei nuovi Lincei*.) (6993)
- MELI (R.). — Sopra alcune ossa fossili rinvenute nelle ghiaie alluvionali presso la via Nomentana, al 3° chilometro da Roma : nota. Rome, imp. Nazionale. In-8°, 18 p. (Extr. du *Bollettino del r. comitato geologico*.) (9038)
- PANTANELLI DANTE. — Monografia degli strati pontici del miocene superiore nell' Italia settentrionale e centrale. Modène, anc. imp. Soliani. In-4°, 107 p. av. planches. (Extr. des *Mem. d. r. accad. di scienze, lettere ed arti di Modena*.) (6995)
- Orografia pliocenica e quaternaria dei dintorni di Scandiano : sunto di una lettura sulla storia geologica dei dintorni di Scandiano. Modène, imp. G. T. Vincenzi e nipoti. In-8°, 8 p. (Extr. des *Atti della società dei naturalisti di Modena*.) (9472)
- PEPE (G.). — Il terziario nella valle dell' Angitola e del Mesima : nota. Avellino, imp. Tulimiero e C. In-16°, 17 p. (8489)
- PICCINI (A.). — Su di un minerale che accompagna la columbite di Craveggia in val Vigezzo (Mineralogia) : nota preliminare presentata alla r. accademia dei Lincei. Novare, imp. Valoggia. In-8°, 6 p. (8490)
- PIOLTI (G.). — Sopra una pseudomorfosi : osservazione. Turin, E. Loescher. In-8°, 6 p., av. planche. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino*.) (10933)
- POLLONERA (C.). Molluschi fossili postpliocenici del contorno di Torino. Turin, E. Loescher. In-4°, 34 p., av. planche. (Extr. des *Memorie della r. accad. d. scienze di Torino*.) (6503)
- RICCIARDI (L.). — Sull' eruzione dell' Etna del maggio-giugno 1886 : (ricerche chimiche). Chieti, imp. C. Marchionne. In-8°, 8 p. 1 fr. (6025)
- SACCO (F.). — I bacini torbiferi di Trana e di Avigliana. Turin, imp. G. Candeletti. In-8°, 19 p. (Extr. du *Bollettino del club alpino italiano*.) (6504)
- Massima elevazione dell' eocene nelle Alpi occidentali italiane. Turin, imp. G. Candeletti. In-8°, 14 p. (Extr. du même recueil.) (7004)
- Intorno ad alcune impronte organiche dei terreni terziari del Piemonte : nota. Turin, E. Loescher. In-8°, 26 p. av. planche. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino*.) (10936)

- SALMOJRAGHI (F.). — Terrazzi quaternari sul litorale della Calabria Citra : nota. Rome, imp. Reggiani e soci. In-8°, 38 p. (Extr. du *Bollettino del r. comitato geologico*.) (10435)
- SCHOPEN (L. F.). — Opinioni sul Lias superiore dei dintorni di Taormina del prof. G. Seguenza : osservazioni. Palermo, imp. Bizzarrilli. In-8°, 22 p. (7481)
- SEGUENZA (G.). — Il retico di Taormina, Palermo, imp. Virzi. In-8°, 8 p. (Extr. du *Naturalista siciliano*.) (6026)
- SILVESTRI (O.). — Sulle eruzioni centrale ed eccentrica dell' Etna, scoppiate il dì 18 e 19 maggio 1886 : rapporto al r. governo. Catane, imp. C. Galatola. In-8°, 13 p. (5623)
- Sulle eruzioni centrale ed eccentrica dell' Etna, scoppiate il 18 e 19 maggio 1886 : 1° e 2° rapporto al r. governo. Seconde édition. Catane, N. Giannotta. In-8°, 32 p. 0^f, 85. (6027)
- SPEZIA (G.). — Sull' influenza della pressione nella formazione dell' anidrite : nota. Turin, E. Loescher. In-8°, 7 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino*.) (7007)
- STEFANO (Di). — Sugli schisti con aptychus di Capo S. Andrea presso Taormina : nota (Studi sulla geologia dei dintorni di Taormina). Palermo, imp. Virzi. In-8°, 8 p. (Extr. du *Naturalista siciliano*.) (8493)
- STOPPANI (A.). — Che cosa è un vulcano? Florence, G. Barbèra. In-16°, 114 p. 0^f, 50. (10436)
- TONINI (L.). — La formazione dei marmi nelle Alpi apuane : studio geologico. Pietrasanta, imp. A. Santini. In-8°, 49 p. (8496)
- VIRGILIO (F.). — Sul modo di formazione delle marmitte dei giganti. Turin, imp. G. Candeletti. In-8°, 14 p. (Extr. du *Bollettino del club alpino italiano*.) (7008)
- 4° Mécanique. — Exploitation des mines.
- BOGGIO-LERA (E.). — Sulla cinematica dei mezzi continui : estratto dalla tesi di laurea. Pise, imp. T. Nistri e C. In-8°, 47 p. (Extr. des *Annali della r. scuola normale sup. di Pisa*.) (9916)
- BONGIOVANNI (G.). — Osservazioni sulle formule del moto verticale dei gravi e soluzioni conseguenti del problema, dato come prova di fisica per la licenza liceale nella sessione del luglio 1886. Forlì, imp. Democratica. In-8°, 7 p. (8482)
- CANINO (E.). — Breve studio sui motori a vento, applicati all' elevazione dell' acqua. Rome, imp. del Comitato d'artiglieria e

- genio. In-8°, 20 p. avec 5 planches. (Extr. de la *Rivista d' artiglieria e genio*.) (9080)
- FERRARINI (E.). — Esperienze di mina, eseguite in alcuni forti in costruzione, con esplodenti a base di nitroglicerina della fabbrica di Avigliana. Rome, imp. del Comitato d' artiglieria e genio. In-8°, 52 p. av. 30 planches. (Extr. de la *Rivista d' artiglieria e genio*.) (9083)
- GUIDI (F.). — Recettore idraulico animato dall' aria compressa : nota. Rome, imp. delle Scienze matematiche e fisiche. In-4°, 5 p. av. planches. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. dei nuovi Lincei*.) (7520)
- Sul modo più utile di convertire in forza locomotrice l'energia di forze idrauliche : nota. Rome, imp. delle Scienze matematiche e fisiche. In-4°, 3 p. (Extr. du même recueil.) (7521)
- Magnetismo (II) e l' elettricità della terra insieme combinati come forze motrici degli orologi. Vicence, imp. G. Steider. In-8°, 62 p. (8086)
- NAZZANI (I.). — Trattato di idraulica pratica per le scuole di applicazione degli ingegneri e gli idrotecnici pratici. Volume secondo. Seconde édition. Milan, Hoepli. In-8°, XII-442 p. av. fig. 12 fr. (5667)
- NOVARESE (E.). — Di una analogia fra la teorica della velocità e la teorica delle forze. Turin, E. Loescher. In-8°, 14 p. (Extr. des *Atti della r. accad. d. scienze di Torino*.) (10930)
- OTTOWY. — Rapporto sul bacino carbonifero (Lignite bituminosa) della valle inferiore della Magra nei dintorni di Sarzana. Sarzana, imp. Tellarini. In-4°, 29 p. (8608)
- SIMI (G.). — Appunti per una monografia delle miniere di Pereta. Livourne, imp. F. Vigo. In-8°, 26 p. (7006)
- STABILINI (G.). — Lezione sulla costruzione delle gallerie, date nella r. scuola d' applicazione degli ingegneri di Bologna. Bologna, imp. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, VIII-238 p. avec 10 planches. (9971)
- ZANON (G.). — Governo delle caldaie e delle macchine a vapore : lezioni. Seconde édition, revue et augmentée. Venise, L. Ton-delli. In-8°, 317 p. 2f. 50. (11056)

5° Sujets divers.

- DEBENEDETTI (A.). — Studio intorno alle posizioni geografiche di Bessel e sulle dimensioni dell' elissoide terrestre. Naples, imp. G. Micillo. In-4°, 40 p. (10919)

- EGIDI (G.). — Intorno ad un problema di gnomonica : lettera al rev. p. Ferrari. Rome, imp. delle Scienze matematiche e fisiche. In-4°, 7 p. (Extr. des *Atti dell' accad. pontif. dei nuovi Lincei*.) (6989)
- FERRARI (G.-S.). — Sopra una memoria del ch. prof. P. M. Garibaldi intitolata « Variazioni ordinarie e straordinarie del magnetite di declinazione, osservate in Genova nel periodo 1872-84 » : nota. Rome, imp. delle Scienze matematiche e fisiche. In-4°, 5 p. (Extr. du même recueil.) (6990)
- FIORINI (M.). — Misure lineari, superficiali ed angolari offerte dalle carte geografiche. Florence, imp. G. Carnesecchi e figli. In-8°, 38 p. (Extr. des *Atti del collegio degli architetti ed ingegneri in Firenze*.) (6494)
- NACCARI (G.). — Il meridiano unico e l' ora universale : memoria letta al veneto Ateneo nella seduta ordinaria di giovedì 25 febbraio 1886. Venise, imp. M. Fontana. In-8°, 25 p. (6994)
- NEGRO (Del). — Industria metallurgica (Camera di commercio di Milano : commissione per le tariffe). Milan, imp. P. B. Bellini e C. In-8°, 6 p. (10535)
- PUCCI (E.). — Fondamenti di geodesia. Tome II (dernier). Milan, U. Hoepli. In-8°, X-401 p., av. 28 fig. 10 fr. (10433)

N^o 433
(4)

ANNALES DES MINES

RAPPORT SUR LE RÈGLEMENT BELGE DU 28 MAI 1884

CONCERNANT
L'EMPLOI ET LA SURVEILLANCE DES APPAREILS A VAPEUR
ET SUR SA COMPARAISON AVEC LE DÉCRET FRANÇAIS DU 30 AVRIL 1880

Par M. JULIEN, ingénieur en chef des mines.

Les appareils à vapeur, si nombreux aujourd'hui dans l'industrie, sont de mieux en mieux connus des personnes chargées de les conduire, et les règlements qui les régissent se modifient alors peu à peu dans un sens libéral; c'est ainsi que le dernier règlement belge, du 28 mai 1884, est plus libéral que celui qu'il remplace, portant la date du 21 avril 1864, mais il est encore en retard dans cette voie si on le compare au règlement français. Le résumé suivant a pour but d'établir cette comparaison.

Le règlement belge du 28 mai 1884 est divisé en trois titres, concernant respectivement :

Le premier, les machines motrices et les appareils à

produire la vapeur sous pression pour n'importe quel usage;

Le second, les appareils de fabrication sous l'action de la vapeur, soit formée directement, soit amenée de générateurs proprement dits;

Le troisième, les diverses prescriptions relatives à la conduite, à l'entretien et à la surveillance administrative des appareils à vapeur.

TITRE I.

Ce titre se divise en quatre parties et sept sections.

L'article 1^{er} assujettit à l'autorisation préalable l'installation de la chaudière et de la machine, tandis qu'en France la chaudière n'est l'objet que d'une simple déclaration et la machine s'établit sans qu'il y ait à remplir aucune formalité.

La demande en autorisation doit faire connaître pour la chaudière, en plus des renseignements exigés par le décret français de 1880, la nature et l'épaisseur des parois, le mode de chauffage et la surface de grille, le nombre, le diamètre et la charge des soupapes de sûreté, les appareils indicateurs de la pression et du niveau de l'eau.

En outre, un dessin complet et détaillé, en double expédition, doit accompagner la demande, ainsi qu'un plan des lieux, montrant l'emplacement de la chaudière et les bâtiments et *voies publiques*, situés à moins de 50 mètres de celle-ci et que le règlement protège également.

Pour la machine, les indications sont les suivantes :

Emplacement, système et destination de l'appareil, diamètre des cylindres et course des pistons moteurs, nombre moyen de coups de piston par minute, force en chevaux-vapeur, enfin nom et domicile du vendeur ou origine de la machine, ainsi que la marque de fabrique.

L'autorisation est considérée comme non avenue, s'il n'en est pas fait usage dans le délai de deux ans; elle cesse également ses effets après un chômage des appareils de plus de dix années ou dans le cas de leur enlèvement à moins qu'on ne doive les remplacer à bref délai.

Aucune modification importante ne peut être apportée à l'emplacement, au système, aux dimensions ou à la pression de marche des appareils, sans une permission obtenue dans les

mêmes conditions que l'autorisation primitive. Le décret français n'exige, dans ce cas, qu'une simple déclaration.

L'autorité appelée à statuer sur les demandes en autorisation d'installer des usines ou des établissements dangereux, insalubres ou incommodes, statue également sur les appareils à vapeur qui y sont employés, tandis qu'en France ces appareils sont surveillés par un autre service que celui qui est chargé de la surveillance de l'établissement lui-même.

Il n'existe, en Belgique, aucune catégorie pour les chaudières; toutes sont réputées dangereuses jusqu'à une distance de 50 mètres, et ce sont les considérations relatives à chaque cas particulier qui permettent de décider s'il y a lieu ou non d'accorder l'autorisation, sans qu'aucune règle soit déterminée à l'avance.

Les conditions imposées aux appareils de sûreté sont sensiblement les mêmes qu'en France.

Les soupapes doivent être à siège plat et l'espace annulaire ne doit pas dépasser le $\frac{1}{20}$ du diamètre de l'orifice sans jamais être supérieur à 4 millimètres; autrefois ces limites étaient pour la France $\frac{1}{30}$ et 2 millimètres, mais le décret de 1880 laisse aujourd'hui toute liberté sous ce rapport.

Chacune des soupapes doit, comme en France, donner écoulement à la vapeur, de manière que la pression ne s'élève pas de plus d'un dixième.

Liberté est également laissée de répartir la surface d'écoulement entre un plus grand nombre de soupapes, mais alors deux quelconques d'entre elles doivent remplir la condition indiquée ci-dessus.

Le manomètre est gradué en atmosphères effectives, il donne lieu aux mêmes obligations qu'en France; l'ajutage est obligatoire.

La hauteur d'eau a été conservée à 0^m,10 au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux; le sifflet d'alarme pour le manque d'eau est exigé par l'article 18, qui prescrit également le bouchon fusible pour les chaudières à foyer intérieur. Les articles suivants jusques y compris l'article 22 sont relatifs aux appareils faisant en France l'objet des articles 8 à 11 inclusivement, savoir: clapet de retenue, moyen de fermeture si plusieurs chaudières fournissent la vapeur à une conduite commune, etc., etc.

Ces divers articles terminent la deuxième section.

La troisième est relative aux chaudières et machines em-

ployées dans l'intérieur des mines, et les prescriptions du seul article 21 du décret français de 1880 qui s'y rapportent sont analogues à celles imposées en Belgique; seulement l'autorisation ne peut être donnée que par la députation permanente du Conseil provincial, en vertu des dispositions du titre V de la loi du 21 avril 1810 sur les mines.

Le chapitre II comprend les chaudières à vapeur *mobiles* (*), qui sont de deux catégories, savoir : 1^o celles des locomotives, des bateaux, des tramways et en général toutes celles qui se déplacent par l'action du mécanisme qu'elles actionnent; 2^o les chaudières aisément transportables et ne fonctionnant que d'une manière temporaire en un même lieu.

Les prescriptions sont les mêmes que pour les appareils à demeure, sauf les exceptions indiquées aux articles 28 à 30 : soupapes pouvant être chargées au moyen de ressorts, tolérance de soupapes à siège conique, pourvu que l'angle ne dépasse pas 45°, sifflet d'alarme non obligatoire et, au contraire, nécessité d'un moyen d'alimentation indépendant de la machine elle-même, pour éviter le manque d'eau pendant les arrêts.

Le chapitre III, comprenant le seul article 32, prévoit le cas de chaudières s'écartant essentiellement des dispositions ordinaires, et donne au ministre de l'intérieur le droit de décider, sur l'avis de la commission consultative des machines à vapeur, de quels appareils de sûreté elles doivent être munies.

Le chapitre IV, 1^{re} section, constitue la différence essentielle entre les règlements belge et français. Il laisse, il est vrai, au propriétaire ou au constructeur toute liberté d'action, sous leur responsabilité, en ce qui concerne le choix des matériaux et l'épaisseur, en tant qu'il soit satisfait à l'article 35, aux termes duquel une chaudière à vapeur ne peut fonctionner à une pression dépassant le quart de la pression qui ferait rompre une de ses parties; cependant l'usage des matériaux fondus est interdit pour le corps principal de la chaudière ou des bouilleurs, les épreuves de tôle sont exigées et leurs résultats doivent être indiqués dans la demande. En outre, les tôles employées doivent porter une marque indiquant leur origine, ainsi qu'un numéro de qualité. Rien de semblable n'est prescrit par le règlement français, qui laisse à ce sujet la liberté la plus complète aux constructeurs, sous leur responsabilité.

(*) Le règlement belge ne connaît pas de *locomobiles*.

La 2^e section est relative à l'épreuve des appareils; cette épreuve a lieu à une fois et demie la pression de marche. Elle doit être renouvelée à peu près dans les mêmes circonstances qu'en France, avec faculté d'abaisser un peu la surcharge, jusqu'au quart de la pression de marche.

La première épreuve peut être faite à volonté chez le constructeur ou chez l'industriel, mais les différentes parties de la chaudière doivent être assemblées.

TITRE II.

Le titre II comprend les appareils qui sont désignés en France sous le nom de récipients; lorsqu'ils sont chauffés directement, ils sont assimilés aux chaudières, et lorsqu'ils reçoivent la vapeur d'un générateur, ils sont assujettis à peu près aux mêmes conditions qu'en France, mais seulement à partir d'un volume de 300 litres, à moins que ce ne soit de la vapeur d'échappement incapable de donner une pression appréciable.

En outre, si les appareils, par leurs dimensions, ne se rapprochent pas des chaudières, les constructeurs peuvent ne pas fournir les éléments de résistance des matériaux mis en œuvre.

TITRE III.

Le titre III est relatif à la conduite et à l'entretien des chaudières à vapeur; son premier article (art. 48) prescrit une visite sérieuse des appareils, qui ne peuvent fonctionner qu'après la constatation par un procès-verbal qu'ils satisfont en tous points aux prescriptions du règlement.

Les autres articles défendent de confier la conduite des chaudières à vapeur à des personnes ne présentant pas toutes les garanties désirables sous le rapport de l'expérience et de la sobriété (art. 49); il est prescrit de les nettoyer assez souvent pour éviter l'accumulation des dépôts à l'intérieur (art. 50), et de les faire visiter par des hommes compétents au moins une fois par an, et avant leur mise en feu si elles ont chômé plus de huit mois (art. 51).

Les fonctionnaires désignés par le ministre de l'intérieur pour la surveillance des appareils à vapeur doivent les visiter le plus souvent possible et au moins une fois par an (art. 56); leurs observations doivent être transcrites sur un registre que l'industriel est tenu de conserver.

Le reste du règlement belge est analogue au décret français

de 1880; en cas d'accident, il doit immédiatement en être donné connaissance au bourgmestre de la commune et à l'ingénieur en chef du service des appareils à vapeur.

Les contraventions sont punies des peines portées par la loi du 6 mars 1818, sans préjudice des poursuites à exercer en vertu du Code pénal s'il y a lieu.

L'article 63, comme l'article 35 du décret français de 1880, donne au ministre de l'intérieur le pouvoir d'accorder certaines dispenses, sur l'avis de la commission consultative, lorsqu'il est reconnu que ces dispenses ne peuvent pas avoir d'inconvénients.

L'article 64 réserve les formalités pour l'établissement et la mise en usage d'appareils ressortissant aux divers services de l'État.

Enfin l'article 65 prescrit au ministre de l'intérieur de faire publier chaque année, dans le *Moniteur*, l'état des accidents arrivés pendant l'année précédente aux appareils à vapeur, en mentionnant le *nom du constructeur, celui du propriétaire* et les causes reconnues ou présumées de l'accident.

COMMISSION D'ÉTUDE
DES MOYENS PROPRES À PRÉVENIR LES EXPLOSIONS DE GRISOU
DANS LES HOUILLÈRES

ANALYSE SYNOPTIQUE
DES RAPPORTS OFFICIELS
SUR LES

ACCIDENTS DE GRISOU EN FRANCE

DE 1817 À 1881

DRESSÉE AU NOM DE LA COMMISSION

Par MM. JULES PETITDIDIER et CHARLES LALLEMAND
Ingénieurs au corps des Mines.

Septième fascicule (*).

NOTE PRÉLIMINAIRE.

Le présent fascicule clôt l'analyse détaillée des circonstances des accidents de grisou.

Il comprend, pour les mines de houille, *les groupes de l'Hérault* (bassin de Graissessac), *de l'Ouest* (bassins de la Basse-Loire, de Vouvant et Chantonnay, du Cotentin); *de la Creuse et de la Corrèze* (bassin d'Ahun); *des Vosges méridionales* (bassin de Ronchamp), et *des Vosges septentrionales* (bassin de la Moselle).

Aucun accident n'a été signalé dans les *groupes des Alpes occidentales* (La Mure), *des Maures et des Pyrénées*.

Pour les mines de lignite, trois explosions ont été relevées dans le *groupe de Provence* (bassins de Fuveau et de Manosque) et celui du *Haut-Rhône* (bassin d'Entrevernes).

Enfin, quatre inflammations de gaz ont eu lieu dans les mines de schistes bitumineux de Boson (Var); trois dans les mines de plomb argentifère de Pont-Péan (Ille-et-Vilaine), et une dans la mine de fer d'Exincourt (Doubs).

Paris, le 1^{er} janvier 1886.

(*) Voir, pour les six premiers fascicules, *Annales des mines*, 1882, 1^{er} vol., p. 293, et 2^e vol., p. 393; 1883, 2^e vol., p. 67; 1884, 2^e vol., p. 73; 1885, 2^e vol., p. 195; 1886, 1^{er} vol., p. 31.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE GRAISSESSAC
1. — Concession

(Instituée par décret du

Nos d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond. 6	PRODUCTION annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes Indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
666	1847 ?	?	4 Brûlés.	»	75	Tonnes. 7336	»	Flamme d'un coup de mine.	Imprudence des victimes qui avaient allumé un coup de mine, sans avoir examiné complètement l'atmosphère du chantier.
667	1856 ?	Mine Sainte- Barbe.	4 Brûlés.	»	90	16230	»		»
668	1865 ?	Id	1	»	60	13460	Vieux travaux.	Lampe à feu nu.	Imprudence de la victime qui, malgré la défense, avait pénétré, avec une lampe à feu nu, dans de vieux travaux gri- souteux.
669	1866 ?	?	»	1	33	8930	»	»	»
670	1868 24 Mars.	Mine Simon.	5 Brûlés.	1 Brûlé légère- ment.	62	22960	Interruption de travail dans une galerie en perce- ment.	Lampes à feu nu.	Imprudence des victimes, qui avaient pénétré dans une mine grisouteuse avec des lampes à feu nu.

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.
du Devois de Graissessac.

10 Fructidor An XII)

OBSERVATIONS.

11

Circonstances de l'accident. — Quatre ouvriers s'étaient réunis pour voir partir un coup de mine. Une explosion de grisou se produisit et les brûla mortellement.

Remarques particulières. — L'état de l'atmosphère du chantier n'avait été examiné que d'une manière incomplète avant le tirage du coup de mine.

Pas de détails.

Circonstances de l'accident. — Un rouleur ayant pénétré dans de vieux travaux avec une lampe à feu nu qui ne devait pas sortir des galeries de roulage bien aérées, déterminait l'inflammation d'une petite quantité de grisou et fut brûlé grièvement. Il mourut des suites de ses blessures.

Pas de détails.

Indications générales. — L'aérage était aussi bon que le permettait l'état peu avancé des travaux.

Circonstances de l'accident. — Six ouvriers de la mine Garilla, ayant terminé leur poste de nuit, sortaient de la mine par la galerie maîtresse. Pour éviter le mauvais temps qui régnait au jour, ils résolurent de pénétrer dans la mine Simon dont la galerie maîtresse débouchait 300^m plus loin et à 50^m en contrebas de la précédente, ce qui devait abréger d'autant le chemin qu'ils avaient à parcourir à la surface. Ils entrèrent dans cette mine par une descenterie servant de retour d'air, en détruisant en partie le solide barrage qui en défendait l'entrée.

Le grisou ne s'étant jamais montré dans la mine Garilla, ils portaient des lampes à feu nu.

Au lieu de suivre le courant d'air comme ils en avaient l'intention, ils pénétrèrent dans une galerie en trage, à l'entrée de laquelle se trouvait un ventilateur dont la présence eut dû les avertir. Ils occasionnèrent, dans cette galerie, une explosion de grisou qui tua deux ouvriers sur le coup, en brûla mortellement trois autres et causa des brûlures légères au dernier.

Le ventilateur fut broyé et projeté à 10^m; les cadres sur lesquels il était fixé furent abattus; les tuyaux de conduite, détachés et tordus.

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession du

N ^{os} d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	N O M B R E d'ouvriers		O U V R I E R S au fond.	P R O D U C T I O N annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT.		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
671	1868 7 Avril.	Puit Sainte- Barbe.	»	2 Brûlés griève- ment.	62	22360 Tonnes.	Front d'une ga- lerie au rocher, percée dans des grès fissurés et au voisinage d'une couche de houille. Baisse baromé- trique notable survenue quel- ques heures avant l'accident.	Flamme d'un coup de mine.	»
672	1869 13 Mai.	Puits Sainte- Barbe.	»	2 Brûlés assez griève- ment.	90	50611	Soufflards ou- verts au sol d'une galerie à la houille	Flamme d'un coup de mine.	Négligence de l'entrepreneur qui n'avait pas suffisamment ex- ploré les galeries avoisinant le chantier avant d'allumer le coup de mine.

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Revois de Graissessac (suite).

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — L'aérage se faisait au moyen d'un ventilateur établi au jour qui refoulait l'air dans un tuyau de 0^m40 de côté se bifurquant, au niveau de 80^m, en deux autres de 0^m25 de diamètre. Au sud, le tuyau n'entrait dans la galerie que jusqu'à 4^m du puits, mais le courant d'air était tellement vif que les ouvriers incommodés avaient dû boucher partiellement l'orifice du tuyau.

Circonstances de l'accident. — Au niveau de 80^m du puits Sainte-Barbe, on perceait deux galeries au Nord et au Sud ; la première avait 40^m de longueur, 40^m mètres dans les grès et 30^m dans la houille ; le grisou s'y montrait en abondance. La seconde n'avait que 14^m dans des grès très fissurés, dont la couleur faisait pressentir l'approche d'une couche de charbon, mais dans lesquels le grisou ne s'était pas encore montré.

Deux ouvriers, après avoir allumé un coup de mine au front de taille de la galerie Sud, s'étaient réfugiés dans la galerie Nord, à 6^m du puits. Le coup partit et une bouffée de flammes vint brûler grièvement les deux mineurs.

Remarques particulières. — Des boîtes de poudre, qui se trouvaient près des vitines, ne furent pas atteintes et deux ouvriers, occupés au front de la galerie Nord, n'eurent aucun mal.

Le maître-mineur avait visité le chantier une heure avant l'accident et y avait constaté l'absence du grisou.

Pendant les quelques heures qui précéderent l'accident, le baromètre s'était abaissé subitement d'une manière notable.

Circonstances de l'accident. — Au niveau de 80^m du puits Sainte-Barbe, un travers-bancs en percement, ayant 52^m de longueur, avait recoupé au Nord deux couches de houille : l'une, à 30^m du puits, qui avait été suivie sur 40^m à l'Ouest ; l'autre, à 38^m, qui n'était ouverte que sur 4^m à l'Est. On murallait la partie avancée du travers-bancs et l'on préparait le sol par des coups de mine, à 45^m du puits.

L'entrepreneur chargé de ce travail alluma un coup de mine après avoir constaté l'absence du grisou dans le voisinage. Le coup fut lent à partir, il développa une longue flamme que l'on vit s'avancer assez lentement vers le puits en suivant la partie supérieure de la galerie. Deux ouvriers, qui se trouvaient dans les galeries latérales, furent assez grièvement brûlés ; trois autres qui s'étaient couchés à terre, furent à peine atteints.

Remarques particulières. — L'aérage était obtenu par un ventilateur qui aspirait l'air dans le travers-bancs jusqu'à 7^m du front de taille, au moyen d'une colonne de tuyaux métalliques de 0^m25 de diamètre. Il était suffisant. Des tuyaux de branchement allaient être posés dans les galeries latérales.

Cet aérage n'était que provisoire. Le travers-bancs devait rencontrer, à 80^m du puits Sainte-Barbe, un puits d'aérage en percement, sur lequel un ventilateur Guibal devait être établi.

Le maître-mineur avait visité les travaux une demi-heure avant l'accident et n'avait pas constaté la présence du grisou. Après l'accident, on reconnut au sol de la galerie Ouest la présence de soufflards, en un point où un boiseur faisait le logement d'un piquet vertical.

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession du

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Devois de Graissessac (suite).

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes	Causes indirectes.	
1	2	3	4	5	6	7	de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	10
						Tonnes.	8	9	
673	1869 23 Septembre.	Puits Sainte-Barbe. — Niveau de 80 ^m .	2	»	90	50611	?	Flamme d'un coup de mine.	Imprudence de la part de l'une des victimes qui, contrairement aux règlements, avait allumé elle-même un coup de mine. Défaut de prudence de la part de la direction qui n'aurait pas dû pousser, sans moyens d'aérage suffisamment énergiques, un traçage de reconnaissance, dans une veine grisou-teuse jusqu'à 90 ^m en dehors de la voie d'air principale.
674	Id. 25 Septembre.	Mine Saint-Joseph. — Veine Poupon.	1	»	Id.	Id.	Montant de 5 ^m de longueur aère seulement par diffusion.	Lampe à feu nu.	Imprudence de la victime qui avait pénétré, avec une lampe à feu nu, dans un montant en cul-de-sac.

OBSERVATIONS.

41

Les soufflards ont pu se produire pendant l'allumage du coup de mine ; s'ils existaient avant, l'entrepreneur eût évité l'accident en inspectant le travers-bancs et les galeries latérales, au lieu de se borner à reconnaître le voisinage du trou de mine.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à défendre le tirage des coups de mine dans les travaux du puits Sainte-Barbe, sans une visite préalable du maître-mineur, jusqu'à ce que l'aérage fût définitivement établi.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier était occupé à l'avancement d'un traçage de reconnaissance situé en dehors de la voie principale d'aérage, atteignant 90^m de longueur. Un autre perceait, à quelques mètres de là, une remonte d'une dizaine de mètres débouchant dans le traçage.

Un coup de mine ayant été allumé à l'avancement du traçage, le mineur s'était retiré à l'entrée de la galerie ; une explosion se produisit qui le projeta à terre et provoqua un éboulement du toit sous lequel il fut enseveli. Son compagnon fut projeté violemment sur le wagon qu'il conduisait. On trouva le cadavre du premier sous l'éboulement, le second a succombé des suites de ses blessures.

Remarques particulières. — L'aérage avait été reconnu suffisamment actif.

Le traçage et la remonte étaient aérés par une colonne de tuyaux de 0^m25 de diamètre, qui détachait l'une de ses branches dans le montage, et par un ventilateur aspirant, actionné par une machine à vapeur de 10 chevaux, qui était installé dans le puits d'entrée de l'air.

L'accident a été attribué à un dégagement accidentel et momentané de grisou, aggravé peut être par un dérangement fortuit ou volontaire de la vanne de distribution de l'air entre le traçage et le montant.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été mis en demeure de fournir le plan des travaux qu'ils se proposaient d'exécuter à la mine Sainte-Barbe, en vue de mieux assurer la sécurité des ouvriers, et d'y joindre le plan des dispositions adoptées pour l'aérage de la mine.

Indications générales. — L'aérage se faisait naturellement, entre deux galeries débouchant au jour à des niveaux distants de 102^m, dans des conditions qui avaient suffi pour ventiler par diffusion les montants ouverts jusque-là.

Le grisou ne s'était pas montré depuis trois ans dans les travaux de la veine Poupon. On y travaillait avec des lampes à feu nu.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier devait aller chercher un wagon à l'extrémité d'une traverse du plan Poupon, ayant vu dans cette traverse, à l'entrée d'un montage en percement de 5^m de longueur, du charbon facile à charger, il eut l'idée de faire un chargement dans le montant. Sa lampe à feu nu occasionna l'inflammation du grisou qui s'y était accumulé et brûla mortellement le mineur.

STATISTIQUE DE
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
675	1870 16 Janvier.	?	"	"	226	62325	"	"	"
676	1872 10 Septembre.	Puits Sainte-Barbe. — Veine Poupon.	1 Brûlé.	1 Brûlé grièvement.	211	96920	Insuffisance d'aérage dans une galerie en percement, près d'un dérangement de la couche, munie d'une cloison d'aérage qui s'arrêtait à 20 mètres du front de taille.	Allumage d'un coup de mine avec de l'amadou.	Négligence d'ouvriers qui avaient laissé une cloison d'aérage très en arrière du front de taille. Imprudence très probable de ces ouvriers, qui tirèrent un coup de mine sans s'être assurés de l'absence du grisou dans le chantier.

CIDENTS DE GRISOU.

1. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Devois de Graissessac (suite).

OBSERVATIONS.

11

Mesures prises à la suite de l'accident. — Un arrêté préfectoral a prescrit la visite, à la lampe de sûreté, de toutes les galeries en cul-de-sac de la veine Poupon, avant toute reprise de travail, et l'emploi de la ventilation artificielle, en tous les points où le courant d'air naturel serait insuffisant.

Pas de renseignements.

Indications générales. — L'air entrant par le puits Ste-Barbe, suivait le travers-bancs et la galerie maîtresse, revenait au travers-bancs par la galerie conjuguée supérieure et par un petit puits, suivait de nouveau le travers-bancs dans une gaine de 0^m50 de largeur, franchissait le puits Ste-Barbe par la continuation de cette gaine, allait aérer les travaux de la veine Giral et Moulinier et sortait par un puits d'aérage sur lequel était établi un ventilateur Guibal.

Malgré la marche descendante de l'air dans le petit puits, le courant était suffisant dans les travaux peu développés de la veine Poupon. Ils recevaient 5 à 6^m cubes d'air par seconde pour une extraction de 50 tonnes. Mais la veine Giral et Moulinier n'était aérée que par le même courant. Cet état de choses devait cesser bientôt par suite du percement d'un plan incliné amenant l'air des travaux de la veine Poupon dans le puits d'aérage par un travers-bancs déjà percé. L'aérage de la veine Giral et Moulinier allait ainsi devenir indépendant de celui de la veine Poupon.

Circonstances de l'accident. — Au puits Ste-Barbe, un travers-bancs ouvert à 76^m du jour avait recoupé de part et d'autre du puits les veines Poupon, Giral et Moulinier et l'on exécutait des travaux de traçage dans ces deux veines. Dans la veine Poupon, qui était assez grisouteuse, ces travaux consistaient principalement en une maîtresse-galerie et sa conjuguée, reliées à leur extrémité par une remontée. On prolongeait la galerie maîtresse.

En leur qualité de tâcherons, les ouvriers de ce chantier étaient, par exception, chargés de mettre eux-mêmes le feu à leurs coups de mine.

L'allumage d'un coup de mine à la partie supérieure du front de taille amena une explosion de grisou qui précéda celle du coup de mine et causa des brûlures graves aux deux ouvriers du chantier; l'un d'eux mourut des suites de ses brûlures.

Remarques particulières. — La mèche du coup de mine avait été allumée avec de l'amadou, mais il est très probable qu'avant de l'allumer, l'ouvrier chargé de ce travail ne s'était pas assuré de l'absence du grisou; cet ouvrier avait, d'ailleurs, déjà commis des imprudences analogues.

Dans sa visite, le maître-mineur n'avait pas trouvé de grisou; ce gaz devait être en quantité minime, car il n'y a pas eu de dégâts matériels.

La présence du grisou a été expliquée par le passage de la galerie dans un dérangement vers le lieu de l'accident et par le retard apporté dans l'établissement de la cloison d'aérage dans le prolongement de la

STATISTIQUE DE
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession de

N ^{os} d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
677	1872 5 Octobre.	Puits Sainte-Barbe. — Veine Poupon.	•	1 Brûlé grièvement.	211	96920	Galerie abandonnée.	Lampe à feu nu.	?
678	1873 2 Juin.	Mine Joséphine. — Veine Gival et Moulinier.	•	2 Brûlés assez grièvement.	340	119370	Cloche au toit d'un défilage dans lequel le travail était suspendu depuis 38 heures.	Flammes de lanternes ordinaires.	Imprudence des victimes qui étaient entrées dans la mine avec des lanternes ordinaires.

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Devois de Graissessac (suite).

OBSERVATIONS

11

galerie maîtresse; cette cloison était à 20^m en arrière du front de taille, malgré l'ordre donné aux ouvriers de la maintenir à 3 ou 4^m.

La surveillance devait être assez faible pour que les ouvriers aient pu laisser la cloison d'aérage à 20^m du front de taille.

Il eût d'ailleurs été préférable de confier la construction de cette cloison à d'autres ouvriers qu'à ceux qui travaillaient à l'avancement et de faire faire, comme d'habitude, la visite du chantier avant le tirage des coups de mine par le maître-mineur.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier, ayant voulu aller visiter une galerie que l'on avait dû abandonner la veille à cause de la présence du grisou, détermina, avec sa lampe à feu nu, une explosion qui le brûla assez grièvement.

Indications générales. — Dans la veine Gival et Moulinier le courant était suffisant grâce à la petite quantité de grisou que dégageait cette veine.

Un ventilateur Guibal servait à la fois à l'aérage de deux quartiers éloignés l'un de l'autre; le quartier de la mine Joséphine et celui du puits de Ste-Barbe; de ce système de ventilation résultait une répartition inégale du courant d'air.

Le courant de retour d'air de la mine Joséphine suivait une voie descendante et sinueuse.

Enfin le mode de fermeture de la galerie-maîtresse Ste-Barbe pouvait permettre des rentrées d'air.

Remarques particulières. — Le jour de l'accident, par suite de la rupture de l'arbre du ventilateur Guibal, qui activait l'aérage de la mine Joséphine, le courant d'air s'était établi naturellement entre le percement Joséphine et la galerie-maîtresse Ste-Barbe, par suite d'une différence de niveau de 33^m.

Circonstances de l'accident. — Deux manœuvres, employés à la fabrication des agglomérés, s'introduisirent, un jour de chômage, dans la mine Joséphine, contrairement au règlement. Ils avaient pris des lanternes ordinaires pour s'éclairer. Ils pénétrèrent dans un défilage de la veine Gival et Moulinier et comme ils tenaient leurs lanternes élevées, ils enflammèrent une petite quantité de grisou logée dans les cloches du toit. Ils furent tous deux assez grièvement brûlés.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Notification a été faite aux exploitants que l'aérage par voie naturelle des travaux de la mine Joséphine et de la mine Joséphine ne pouvait être toléré que pendant le temps nécessaire à la réparation du ventilateur, et on leur a signalé les inconvénients reconnus dans le système d'aérage adopté pour les deux mines.

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession du

N ^o d'ord. e.	DATE de l'accident.	Lieu de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz	de l'inflammation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
679	1875 12 Fé- vrier.	Mine Joséphine. — Veine Loubat.	1 Brûlé.	»	126	29853	Insuffisance d'aérage dans une traverse en percement près de l'extrémité d'un montant de 14 ^m de longueur.	Flamme d'un coup de mine.	Imprudence de la victime qui avait tiré un coup de mine dans son chantier, malgré la défense qui lui en avait été faite. Défaut de surveillance qui avait permis à l'ouvrier d'avoir à sa disposition tout ce qui était nécessaire pour le tirage à la poudre
630	1876 13 No- vembre.	Puits Sainte- Barbe.	2 Asphy- xiés.	»	126	29131	Interruption de l'aérage dans une remontée en percement, par suite de la chute d'une partie de la colonne de tuyaux qui servait à l'aérer.	» Asphyxie par le grisou.	Négligence du maître-mineur qui, après avoir reconnu qu'une remontée était envahie par le gaz, ne l'avait pas fait barrer immédiatement.

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a — Département de l'Hérault.

Devois de Graissessac (suite).

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — L'aérage se faisait entre les galeries Joséphine et Ste-Barbe. Un ventilateur établi à l'entrée de cette dernière débitait 40^m3 d'air par seconde, quantité relativement considérable pour une mine ne produisant que 80 tonnes de houille par vingt-quatre heures.

Le courant, passant par la galerie-maîtresse de la veine Poupon, arrivait dans la veine Loubat par l'un des travers-bancs et sortait par l'autre, aérant les travaux de la veine Poupon et se rendait au ventilateur.

Le trajet était assez compliqué; deux montants devaient percer dans un niveau de la galerie Ste-Barbe et permettre de donner, à chacune des deux couches Loubat et Poupon, une ventilation tout à fait indépendante.

Circonstances de l'accident. — La galerie Joséphine ayant rencontré la couche Loubat dans une partie très brouillée, on avait attaqué cette couche au moyen de deux travers-bancs distants de 7^m, percés à partir de la galerie-maîtresse de la veine Poupon; ces deux travers-bancs avaient été réunis dans la première veine par un niveau dans lequel on perceait deux montants.

Ces derniers, distants de 7^m, avaient 14^m de longueur, une traverse percée dans l'un d'eux, à 3^m de l'extrémité, devait les réunir. Un tuyau en tôle partant de la galerie de niveau amenait l'air à l'entrée de la traverse.

Au moment où la traverse atteignait le second montant, une explosion de grisou se produisit et brûla mortellement l'ouvrier qui travaillait au percement.

Remarques particulières. — L'aérage du chantier où l'accident s'est produit eut été mieux assuré par un ventilateur à bras que par un simple tuyau en toile de 0^m38 de diamètre, qui n'arrivait d'ailleurs qu'à l'entrée de la traverse.

La victime prétendit qu'après le percement, elle était descendue au bas du premier montant, avait vu rougir sa lampe qu'elle avait accrochée à l'un des cadres et s'était jetée à terre avant l'explosion.

Le bon état de la lampe, l'avancement rapide du travail et l'existence dans le chantier de tous les outils nécessaires au tirage à la poudre ont conduit à penser que l'ouvrier avait très probablement tiré un coup de mine, malgré la défense expresse qui lui en avait été faite, et que le coup, en partant, avait déterminé l'explosion du grisou accumulé dans la traverse ou dans la partie supérieure du second montant.

Circonstances de l'accident. — Le maître-mineur, en faisant la visite des chantiers avant l'entrée des ouvriers, avait reconnu qu'une partie de la colonne de tuyaux servant à l'aérage d'une remontée entre deux traverses du plan Guyot était tombée et que le grisou avait envahi la remontée; mais au lieu de faire barrer immédiatement l'entrée de cette galerie, comme le lui prescrivait le règlement de la mine, il fit défendre aux ouvriers d'y pénétrer.

Malgré cette défense, deux ouvriers allèrent s'y reposer après leur repas, en ayant soin de laisser leurs lampes dans la traverse; ils furent retrouvés asphyxiés quelque temps après.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession de

N ^{os} d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes Indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.	Dépression barométrique constatée la veille et le jour de l'accident.		Imprudence des victimes avaient pénétré dans la remontée malgré la défense qui leur en avait été faite.
681	1876 15 Novembre.	Mine Chabaud	1 Brûlé.	1 Brûlé grièvement.	126	19131	? Dépression barométrique constatée depuis trois jours avant l'accident.	Flamme d'un coup de mine en couronne	Imprudence de la part de l'une des victimes, qui avait enfreint les ordres reçus, en tirant un coup de mine dans un chantier qui avait été reconnu dangereux.
682	1877 14 Février.	Puits Sainte-Barbe. — Couche Giral et Moulinier.	45 dont 19 Brûlés.	"	116	21440	? Ouverture d'une porte d'aérage, dans une descente, pendant le repas des ouvriers. Dépression barométrique de 8 ^m /m constatée au moment de l'accident.	? Lampe de sûreté ouverte ou flamme d'une lampe de sûreté chassée hors du treillis par un courant d'air.	

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Devois de Graissessac (suite).

OBSERVATIONS.

11

Remarques particulières. — Une branche du courant d'air passait dans la traverse dans laquelle on avait pris la remontée ; cette dernière était aérée au moyen d'une colonne en tôle de 0^m25 de diamètre partant d'un barrage soigneusement exécuté dans la traverse et arrivant à 1^m du front de taille. Une dépression barométrique de seize millimètres a été constatée la veille et le jour de l'accident.

Indications générales. — L'aérage général laissait à désirer.

La mine Chabaud n'était pas considérée comme mine à grisou ; le gaz ne s'y montrait pas d'une façon habituelle.

Il n'y avait pas de règlement spécial assurant la sécurité des ouvriers et la lampe de sûreté y était simplement recommandée dans les avancements et les montages.

Circonstances de l'accident. — Deux ouvriers travaillaient à un avancement. L'un d'eux refoulait de l'air dans le chantier au moyen d'un ventilateur ; l'autre travaillait au charbon.

Celui-ci, ayant allumé un coup de mine au toit, se gara, ainsi que son camarade, à une dizaine de mètres, dans un coude de la galerie. Le coup partit et mit le feu au grisou, qui brûla grièvement les deux ouvriers. Ils purent sortir de la mine, sans aide et sans lumière, car leurs lampes s'étaient éteintes. L'un d'eux mourut le lendemain.

Remarques particulières. — Deux jours auparavant, le 13 novembre, le chef-mineur, en faisant sa tournée, avait reconnu du grisou dans ce chantier et avait formellement défendu d'y tirer des coups de mine.

On a présumé que la forte dépression barométrique, qui avait régné du 12 au 17 novembre, avait pu provoquer un dégagement anormal de grisou.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants se sont engagés à soumettre à l'administration un projet de règlement pour les mines à grisou du Bassin Ouest de Graissessac. Ils ont été invités à améliorer l'aérage de ces mines.

Indications générales. — L'air entraînait par le Puits Sainte-Barbe, parcourait les travaux et sortait par un second puits où il était aspiré par un ventilateur Guibal. Les conditions de l'aérage étaient satisfaisantes et n'auraient rien laissé à désirer si la mine eût été divisée en quartiers indépendants les uns des autres, résultat qui devrait être atteint quelques jours plus tard.

Le Puits Sainte-Barbe servait à l'exploitation de la couche puissante et grisouteuse Giral et Moulinier.

Circonstances de l'accident. — Une explosion de grisou dans les travaux du Puits Sainte-Barbe fit quarante-cinq victimes sur les cinquante-trois ouvriers qui se trouvaient à ce moment dans la mine. En douze jours, et souvent en présence du grisou, on ne put retirer que trente-neuf cadavres en rétablissant

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
						Tonnes.			
683	1880 16 Juin.	Mine Chabaud. — 5 ^{me} Etage.	1 Brûlé.	1 Brûlé très légèrement.	9	18337	Expulsion incomplète à l'aide d'un ventilateur à bras, du grisou accumulé à l'avancement d'un niveau en cul-de-sac.	Flamme d'un coup de mine.	Imprudence de la part de la principale victime qui, malgré les ordres reçus, avait négligé de prévenir le chef de poste de son intention d tirer un coup de mine

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

du Devoir de Graissessac (suite).

OBSERVATIONS.

41

sant successivement le courant d'air dans les différents quartiers de la mine et en relevant les éboulements nombreux qui s'étaient produits. Il fallut abandonner les six derniers corps, restés dans une descenderie éboulée où de nouveaux éboulements étaient à craindre où le grisou se montrait et où l'air arrivait difficilement.

Dix-neuf seulement des victimes portaient des traces de brûlures assez fortes ; les autres avaient été tués par des chocs ou bien asphyxiés.

L'accident se manifesta au dehors par une colonne de fumée très noire, qui, pendant vingt minutes, sortit de la cheminée du ventilateur établi sur le puits de sortie d'air et par un vent violent sortant du puits Sainte-Barbe qui servait à l'entrée de l'air.

Remarques particulières. — L'explosion, survenue quelques minutes après le repas des ouvriers, s'était produite dans la descenderie éboulée (descendant Catalan). Le maître-mineur avait visité cette descenderie le matin et n'avait pas trouvé trace de grisou.

Des croûtes de coke ont été retrouvées en très faible quantité dans cette galerie.

La cause de l'accident est restée inconnue. On a pensé qu'une porte d'aérage, placée entre le descendant Catalan et son conjugué, qui forçait l'air à passer dans ces galeries, avait été laissée ouverte pendant le repas des ouvriers, ce qui aurait permis au grisou de s'accumuler dans les descendants.

L'un des ouvriers travaillant à l'avancement du descendant avait l'habitude, lorsque sa lampe s'éteignait, de la rallumer en l'ouvrant avec une fausse clef. On a supposé qu'une imprudence de cet ouvrier avait été la cause de l'explosion.

D'un autre côté, au pied du descendant, le terrain était tellement ébouleux qu'on avait été obligé de le soutenir par des cadres jointifs et l'on finissait ce travail au moment de l'accident. Il est possible qu'un éboulement ait fait sortir du treillis la flamme d'une des lampes Mueseler sans cheminée ni diaphragme, dont on faisait usage.

La pression barométrique s'était abaissée de 8 millimètres vers l'heure de l'accident et un vent violent s'était subitement et complètement apaisé.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont adopté la lampe Mueseler avec diaphragme et cheminée. Ils ont en outre interdit aux ouvriers d'entrer dans les mines grisouteuses avec des habits à poches.

Indications générales. — La couche était attaquée par des niveaux successifs, distants verticalement de 10^m.

L'air arrivait vers l'extrémité de tous ces niveaux et retournait ensuite par les galeries inférieures jusqu'à la base d'un puits de sortie incliné, où sa remontée était assurée en tout temps par l'échauffement des conduites de vapeur desservant la machine d'épuisement installée au fond. Les avancées en dehors du circuit étaient aérées à l'aide de ventilateurs à bras établis dans le courant principal.

Le grisou était peu abondant dans la mine. Les quartiers secs étaient arrosés pour éviter la suspension des poussières charbonneuses.

Le tirage des coups de mine devait être fait exclusivement par le chef de poste, après constatation de l'absence du grisou.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

1. — Concession de

N ^o d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		O U V R I E R S au fond. 6	P R O D U C T I O N annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
									dans son chantier et y avait mis le feu, sans s'être préalablement assurée de l'ab- sence du grisou.

2. — Concession

(Instituée par décret du

684	1847	Mine Cha- baud.	•	1 Brûlé légère- ment.	10	1985	•	•	•
685	1865	Id.	•	1	17	3205	•	•	•

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Devois de Graissessac (suete).

OBSERVATIONS.

11

Circonstances de l'accident. — Un piqueur et un manoeuvre travaillaient à l'avancée du niveau du cinquième étage de la Mine Chabaud, dont le front, éloigné de 35^m du courant d'air principal, était aéré à l'aide d'un ventilateur à bras.

Le piqueur, après avoir tourné le ventilateur pour expulser le grisou, alla mettre le feu à un coup de mine qu'il avait préparé à l'avancement, sans s'assurer au préalable de la disparition complète du gaz. Comme il revenait en courant se garer près du ventilateur, une forte explosion se produisit, renversa cet instrument ainsi que les deux ouvriers ; il fit à l'un d'eux de graves brûlures dont il mourut quelques jours après.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à afficher à l'entrée de la mine, un règlement prescrivant les mesures de précaution et de sécurité, qui, jusque là, n'étaient l'objet que de consignes verbales.

de Castenet-le-Haut.

6 Août 1836).

Pas de détails.

Pas de détails.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

2. — Concession

N ^o d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
686	1872 29 Fé- vrier.	Mine Chabaud — Avance- ment Ouest de l'étage.	2 Projetés et contu- sionnés.	1 Contu- sionné.	52	10075	Fonds de galerie fermée en arrière par un serrement.	Lampe à feu nu.	Manque de pré- voyance de la par- tie de l'Ingénieur.
687	1873 10 Dé- cembre.	Mine Chabaud	1 Brûlé.	1 Brûlé griève- ment.	63	13338	Obstruction d'un trou de sonde qui mettait en communication un montage en percement avec le niveau supérieur.	Inflamma- tion accidentelle d'allumettes chimiques.	

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

de Castanet-le-Haut (suite).

OBSERVATIONS.

11

Indications générales. — L'aérage naturel était très-convenable et était renforcé, quand il y avait lieu, par un foyer.

La Mine Chabaud n'était pas regardée comme une mine à grisou proprement dite. Ce gaz ne s'y dégagait que par des soufflards de faible importance et uniquement dans les chantiers en avancement, où l'on employait d'ailleurs la lampe de sûreté.

Circonstances de l'accident. — Un serrement venait d'être construit à 20^m en arrière du front d'avancement de l'étage, pour arrêter et refouler les eaux superficielles qui s'infiltraient, par une faille voisine, jusque dans les travaux du fond.

L'Ingénieur de la mine était venu visiter le chantier pendant le travail, et inspectait le serrement avec une lampe à feu nu ; celle-ci, passant devant l'orifice d'un tuyau de plomb, qui traversait le serrement, mit le feu au grisou qui s'en dégagait. L'inflammation se propagea rapidement en arrière du serrement dont les débris furent projetés violemment par l'explosion, entraînant avec eux l'ingénieur et deux ouvriers, qu'ils ensevelirent en partie.

L'inflammation ne s'est pas propagée en avant du serrement.

Remarques particulières. — Avant l'entrée des ouvriers, le maître-mineur, préposé à la visite des chantiers, n'avait reconnu en ce point aucune trace de grisou.

Indications générales. — L'aérage se faisait naturellement entre un puits incliné d'où partaient les trois niveaux et une galerie débouchant à 60^m au-dessus de l'orifice du puits.

Le volume d'air était suffisant ; mais la distribution laissait à désirer ; une grande partie de l'air du niveau inférieur remontait au jour par un plan incliné recoupant les trois niveaux et une faible partie seulement venait aérer les travaux de l'avancement.

Circonstances de l'accident. — La mine Chabaud exploitait une couche d'anthracite de 2 à 4^m de puissance. Elle était tracée par trois niveaux reliés par des galeries inclinées et dégageant peu de grisou.

A l'extrémité d'un niveau inférieur, on perçait une remontée presque verticale, qui était aérée au moyen d'un ventilateur à bras et d'une colonne de tuyaux qui suivait l'avancement. Après avoir percé dans le niveau supérieur par un trou de sonde de 4 centimètres de diamètre, on arrêta le ventilateur et pendant qu'on élargissait le trou de sonde par la partie supérieure, un des ouvriers enleva la colonne de tuyaux.

La chute de ces tuyaux amena une inflammation de grisou qui brûla grièvement deux ouvriers ; l'un d'eux mourut des suites de ses brûlures.

Remarques particulières. — La remontée était percée dans un dérangement de la couche, le charbon, presque disparu, ne laissait plus qu'une trace schisteuse.

Le maître-mineur avait visité deux fois le chantier le jour de l'accident.

Le trou de sonde a dû être bouché par les déblais soit involontairement, soit volontairement par l'ouvrier qui l'élargissait et que le jet d'air qui s'en échappait devait gêner dans son travail.

Les lampes Dubrule dont se servaient les ouvriers ont été retrouvées en bon état.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

2. — Concession

N ^o d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. — Concession

(Instituée par décret

688	1856	Mine	4	"	81	13630	?	?	"
	28 Fé- vrier.	Sainte- Barbe.	dont 3				Dégagement considérable et instantané de grisou.	Flamme d'un coup de mine.	
		—	Brûlés						
		Veine	et						
		Poupon.	asphy- xiés et 1 contu- sionné.						

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

de Castanet-le-Haut (suite).

OBSERVATIONS.

11

La cause de l'inflammation est restée inconnue. On a supposé qu'en tombant les tuyaux avaient enflammé des allumettes, dont il est certain que les ouvriers étaient munis.

Toutes les remontées dans le charbon étaient percées de haut en bas; mais celle dont il s'agit, faite dans un serrement presque stérile, avait été foncée de bas en haut.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Des portes d'aérage ont été placées dans le plan incliné pour forcer le courant d'air parcourant le niveau inférieur à passer dans les travaux avancés.

de Boussagues.

du 4 Novembre 1769).

Indications générales. — L'aérage était bon.

La mine Ste-Barbe dégageait du grisou. On y employait exclusivement des lampes de sûreté.

Circonstances de l'accident. — Dans la matinée du 28 février, trois mineurs travaillaient à l'avancement d'une galerie-maîtresse de direction dans la veine Poupon; un quatrième ouvrier travaillait à un percement de la veine Poupon sur la veine Loubat, à 80^m en arrière de ses camarades; enfin un cinquième ouvrier était dans une galerie parallèle, ouverte dans la veine Poupon, au même niveau que ce percement et séparée de la galerie maîtresse par un massif de 12^m.

Vers sept heures du matin, une explosion se fit entendre à la suite de laquelle la lampe du quatrième ouvrier s'éteignit. Pensant qu'un accident venait de se produire, il se rendit dans la galerie-maîtresse avec son camarade, dont la lampe était restée allumée et tous deux se dirigèrent en toute hâte vers le chantier où travaillaient les trois ouvriers. Ils rencontrèrent en chemin un autre camarade jeté sur le sol et contusionné; ce malheureux venait d'entrer dans la mine et avait été renversé par le courant d'air causé par l'explosion. Après avoir remis la victime qui respirait encore entre les mains d'ouvriers venus du dehors, ils continuèrent leur marche, mais l'air vicié les arrêta et l'un d'eux étant tombé à moitié asphyxié, ils se virent obligés de rebrousser chemin.

Un ventilateur fut établi et ce n'est que vers onze heures du soir qu'on put arriver à l'endroit où gisaient les trois cadavres, à 35^m en arrière du chantier. Les trois corps étaient placés l'un à côté de l'autre, couchés sur la face et n'avaient que des brûlures superficielles. Tout indiquait que ces malheureux s'étaient retirés pour se garer d'un coup de mine; voyant venir la flamme sur eux, ils s'étaient jetés à terre, mais l'air étant devenu irrespirable, ils avaient été asphyxiés sur place.

Remarques particulières. — Cet accident a été attribué au tirage d'un coup de mine. La fusée aurait porté le feu au dehors en même temps qu'un dégagement considérable de gaz envahissait la galerie.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE GRAISSESSAC
3. — Concession de

Nos d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	N O M B R E d'ouvriers		O U V R I E R S au fond.	P R O D U C T I O N annuelle de la mine.	C A U S E S D E L'ACCIDENT.		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
689	1868 10 Sep- tembre.	Mine de Bascoul. — Quartier Uber- tino.	»	1 Brûlé griève- ment.	277	72095 Tonnes.	Chantier en cul-de-sac aéré par diffusion. Temps mort dans la ventila- tion, résultant du renversement diurne de l'aérage, par l'effet des changements de la température extérieure.	? Lampe à feu nu ou flamme d'une lampe de sûreté chassée hors du treillis.	»

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Boussagues (suite).

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — L'aérage naturel était bon ; il était provoqué par une différence de niveau de 45^m fournie par un montant de 40^m de longueur, représentant 15 à 20^m de dénivellation verticale, et par un puits de 25^m de profondeur et de 2^m50 de diamètre.

On avait remarqué que chaque jour, de trois à quatre heures de l'après-midi (moment du jour où la pression barométrique est la plus faible), il y avait renversement complet du courant d'aérage, qui, de descendant qu'il était depuis neuf ou dix heures du matin, devenait ascensionnel jusqu'au lendemain matin. Ces inversions correspondaient d'ailleurs aussi aux heures ordinaires du changement diurne de température dans le bassin montagneux de Graissessac. Dans l'intérieur de la mine, ces inversions du courant étaient marquées par des temps morts, pendant lesquels on devait redoubler de précautions.

Le grisou était assez abondant dans la partie inférieure de la mine Ubertino ; on y avait interdit l'usage d'autres lampes que les lampes de sûreté.

Un jeune conducteur, circulant dans la grande galerie de roulage, était seul autorisé à se servir d'une lampe ordinaire.

Circonstances de l'accident. — Un mineur travaillait, vers trois heures de l'après-midi, avec son manœuvre, dans un chantier de défilage en cul-de-sac situé à 4^m du montant d'aérage, dans la partie inférieure de la mine de Bascoul, au quartier appelé Mine Ubertino. Il venait d'interrompre son travail et rangeait ses outils à une dizaine de mètres du front de taille, quand il sentit un fort coup de vent et aperçut dans le montant une grande clarté. Il se vit enveloppé par les flammes et fut précipité dans un descendant, au pied duquel il a été retrouvé. Son manœuvre, qui, à ce moment, se trouvait à une soixantaine de mètres de là, fut renversé sans voir de flammes. Deux autres ouvriers, qui travaillaient à 8^m environ au-dessous de ce chantier, entendirent le bruissement caractéristique de l'inflammation du gaz ; ils se couchèrent, virent la flamme, entendirent l'explosion, mais ne furent pas atteints. L'un d'eux se releva, ralluma sa lampe et alla relever, au pied du descendant, la victime, qu'il aida à retourner chez elle.

Un peu avant l'accident, un maître-mineur avait accosté un ouvrier qui se trouvait dans la galerie de roulage, à la tête du plan incliné desservant les chantiers inférieurs de la mine Ubertino. Il lui avait fait l'observation que sa lampe de sûreté était remplie de flammes. Le mineur n'en avait tenu aucun compte. La lampe à feu nu d'un autre rouleur se trouvait accrochée, en ce même point, à 0^m60 au-dessous du toit. Aucun des trois ouvriers n'eut l'idée d'éteindre cette lampe à feu nu. Le maître-mineur se dirigea vers son chantier ; mais sa lampe s'étant remplie de flammes, il rebroussa chemin vers la tête du plan incliné. La lampe à feu nu du rouleur brûlait toujours ; mais la partie supérieure de la galerie était occupée par les flammes. Les deux ouvriers se couchèrent ; ils entendirent deux explosions successives, mais ne furent pas atteints.

La deuxième explosion, plus forte que la première, avait provoqué quelques éboulements, notamment dans le chantier de défilage et dans la galerie de niveau qui y aboutissait ; où quelques cadres avaient été brûlés ou renversés.

Remarques particulières. — Le lieu où l'inflammation de grisou a pris naissance est resté incertain, mais les différentes parties de la mine Ubertino paraissent avoir été en même temps envahies par le gaz inflammable.

C'est pendant un des temps morts de l'aérage que l'accident est arrivé.

Le chantier en cul-de-sac, où s'est produit l'accident, n'était aéré que par diffusion. Le maître-mineur qui l'avait visité quelques instants avant l'explosion, n'y avait pas constaté la présence du gaz ; mais on l'y a reconnue après.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

3. — Concession de

Nos d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
690	1873 17 Jan- vier.	Mine José- phine. — Veine Poupon.	5 dont 2 Brûlés 2 asphy- xiés 1 contu- sionné.	4 2 Brûlés 2 contu- sionnés.	353	75676	Avancement d'une voie de re- tour d'air, aéré seulement par diffusion sur une longueur de 46 mètres. Remontée tem- porairement abandonnée après arrêt du ventila- teur destiné à l'aérer.	Flamme d'un coup de mine. Négligence du chef de poste qui aurait dû faire aérer, au moyen de ventilateurs à bras, l'avance- ment de la voie de retour d'air. Abus des tra- vaux en remonte dans une couche qui dégagait du grisou en assez grande quantité. Dispositions vicieuses dans le système d'aérage.	Imprudence de l'une des victimes qui, malgré la défense, avait allumé personnel- lement un coup de mine. Négligence du chef de poste qui aurait dû faire aérer, au moyen de ventilateurs à bras, l'avance- ment de la voie de retour d'air. Abus des tra- vaux en remonte dans une couche qui dégagait du grisou en assez grande quantité. Dispositions vicieuses dans le système d'aérage.

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a — Département de l'Hérault.

Boussagues (suite).

OBSERVATIONS.

11

La lampe de la victime a été retrouvée intacte.

On employait dans la mine des ventilateurs à bras pour aérer les chantiers non balayés par le courant d'air, dès que le grisou y apparaissait. Ces ventilateurs ne faisaient que brasser le grisou sur place pendant les temps morts, où le gaz devait d'ailleurs se montrer de préférence.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Un arrêté préfectoral a interdit l'usage de la lampe à feu nu, ainsi que le port des allumettes chimiques et de tabac dans les mines de Bascoul, Ubertino et Simon et dans les deux puits de Sainte-Barbe. De plus, les concessionnaires ont été mis en demeure de produire un projet d'amélioration de l'aérage de ces mines.

Indications générales. — L'aérage général était suffisant. Il était déterminé par un ventilateur Guibal installé sur le puits d'aérage et débitant 14^{m3} par seconde pour une vitesse de cinquante tours et une dépression de 46 millimètres. Le débit de ce ventilateur était partagé entre la mine Ste-Barbe pour la plus forte part et la mine Joséphine.

Le système d'aérage de cette dernière laissait à désirer au point de vue de l'installation des portes qui rendaient possibles les rentrées d'air frais dans la galerie de retour d'air.

Les travaux en remonte étaient très communs dans la mine, bien que le grisou s'y montrât en assez grande abondance.

Circonstances de l'accident. — Plusieurs ouvriers étaient occupés à l'avancement de la galerie de fond et de la voie de retour d'air de la veine Poupon; d'autres travaillaient au percement de trois remontées situées en dehors du courant d'air et dont deux étaient aérées par des ventilateurs à bras installés au pied. Le chef de poste, dans sa tournée, avait trouvé une assez forte proportion de gaz dans l'une de ces remontées. Il avait jugé à propos de la faire évacuer et avait en même temps arrêté le ventilateur.

Dans une seconde visite, le même surveillant, ayant trouvé du grisou à l'avancement de la voie de retour d'air, avait rappelé au piqueur qui y travaillait l'ordre de service qui prescrivait de ne tirer aucun coup de mine avant que le chantier n'eût été visité par le maître-mineur ou par un délégué spécial.

Ce piqueur, sans tenir compte de cette recommandation, chargea et alluma un coup de mine, puis il se réfugia avec ses camarades des chantiers voisins dans un tournant de la voie de fond, à une soixantaine de mètres de là. Une explosion se produisit. Les cinq mineurs voyant la flamme arriver sur eux se jetèrent la face contre terre. Malgré cette précaution, deux d'entre eux furent asphyxiés; ils ne portaient que des traces de brûlures insignifiantes. Les trois autres étaient grièvement brûlés; l'un d'eux succomba douze heures plus tard. Un peu plus loin, trois ouvriers furent projetés par la violence du coup d'air et fortement contusionnés; l'un d'eux mourut des suites de ses blessures.

Remarques particulières. — Le système d'aérage aurait dû être indépendant pour chaque mine. La voie d'air était sinieuse, étroite et souvent en descente. L'allumage du coup de mine a dû mettre le feu à la petite quantité de grisou qui se trouvait à l'avancement de la voie de retour d'air. L'inflammation se sera ensuite propagée sur une vingtaine de mètres jusqu'à la remontée abandonnée où le grisou s'était accumulé. C'est d'ailleurs dans cette remontée que les dégâts matériels ont été les plus importants.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE GRAISSESSAC

3. — Concession de

Nos d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	N O M B R E d'ouvriers		O U V R I E R S au fond.	P R O D U C T I O N annuelle de la mine.	C A U S E S D E L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

8. — GROUPE

1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE

1. — Concession

(Instituée par décret du

						Tonnes.			
691	1860 12 Mars.	Puits N° 2. — Veines de Bocage.	»	1 Brûlé.	167	20030	?	?	Imprudence de la victime.
692	1864 6 Oc- tobre.	»	»	1 Brûlé.	220	27610	?	Lampe de sûreté ouverte.	Imprudence de la victime qui avait employé une lampe détamisée dans un chantier où les lampes à feu nu étaient prohibées.

ACCIDENTS DE GRISOU.

7. — GROUPE DE L'HÉRAULT.

a. — Département de l'Hérault.

Boussagues (suite).

OBSERVATIONS.

11

Mesures prises à la suite de l'accident. — Un arrêté préfectoral a étendu aux mines Ste-Barbe et Joséphine l'interdiction de l'emploi des lampes à feu nu déjà prononcée pour les mines de Bascoul, Ubertino et Simon par un arrêté du 24 mai 1870. Il a été en outre ordonné que, dans les quartiers où la lampe à feu nu était interdite, les coups de mine ne pourraient être allumés que par un surveillant spécial chargé de visiter le chantier et les galeries avoisinantes. Enfin les exploitants ont été invités à améliorer l'aérage.

DE L'OUEST.

a. — Département de Maine-et-Loire.

de Désert.

11 Septembre 1842).

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier a été brûlé par l'inflammation d'une petite quantité de grisou.

Remarques particulières. — L'aérage était suffisant et les lampes en bon état.
L'accident a été attribué à l'imprudence de la victime.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier, entrant dans une taille avec une lampe détamisée, mit le feu à une petite quantité de grisou qui lui fit plusieurs brûlures.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE
1. — Concession

N ^o d'ordre 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		O U V R I E R S an fond. 6	P R O D U C T I O N annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
693	1867 19 Jan- vier.	Puits N ^o 2. — Veines de Bocage.	"	1 Brûlé.	201	Tonnes. 27992	?	Lampe de sûreté dont le tamis était percé.	Maladresse de la victime qui avait donné un coup de pic dans le treillis de sa lampe de sûreté.

2. — Concession

(Instituée par décret du

694	1824 25 Juin.	Puits de Bour- gogne.	"	4	?	?	?	?	"
695	1826 19 Juin.	Id.	4 Brûlés.	3 Brûlés.	?	?	Défaut acciden- tel de ventilation, par suite de l'ou- verture de portes d'aérage.	Lampes de sûreté dont le treillis avait rougi.	Négligence dans la surveillance de la ventilation. Négligence des victimes dans l'emploi des lam- pes de sûreté.
696	1850 3 Jan- vier.	Puits Sainte- Barbe.	3 Brûlés.	2 Brûlés.	?	?	?	?	"

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

a. — Département de Maine-et-Loire.

de Désert (suite).

OBSERVATIONS.

11

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier fut légèrement brûlé par une inflammation de grisou qu'il avait provoquée en donnant maladroitement un coup de pic dans le treillis d'une lampe suspendue derrière lui, à hauteur de sa tête.

de Layon-et-Loire.

25 Prairia An XIII).

Circonstances de l'accident. — Pas de détails.

Circonstances de l'accident. — Sept ouvriers furent brûlés, dont quatre mortellement, à la suite d'une inflammation de grisou.

Remarques particulières. — Un arrêt momentané de la ventilation, par suite de l'ouverture de portes d'aérage, avait permis au grisou de s'accumuler.

Le treillis des lampes de sûreté des victimes avait rougi par suite de l'abondance du gaz.

Circonstances de l'accident. — Cinq ouvriers furent brûlés, dont trois mortellement, par suite d'une explosion de grisou.

Remarques particulières. — L'accident a été attribué à l'ouverture d'une lampe de sûreté par un ouvrier, où à la détérioration du treillis d'une lampe par suite d'un choc.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE

2. — Concession de

Nos d'ordre	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond.	Production annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
697	1870	Puits Sainte- Barbe. — Veine du Roc.	»	»	138	Tonnes. 14000	? Poussières charbonneuses dans une voie de fond en perce- ment.	Flamme d'un coup de mine.	»

3. — Concession

(Instituée par décret

698	1862 4 Sep- tembre.	Puits Saint- Jacques.	"	2 Brûlés.	89	4430	?	?	Imprudence d'un ouvrier
699	1864 28 Avril.	Id.	5 Brûlés.	5 Brûlés.	75	3900	?	Flamme d'un coup de mine	

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

a. — Département de Maine-et-Loire.

Layon-et-Loire (suite).

OBSERVATIONS.

11

Indications générales. — L'aérage laissait beaucoup à désirer.
La présence du grisou n'avait jamais été constatée dans la veine du Roc. On y travaillait avec des lampes à feu nu.
Le charbon était très faible et assez maigre.

Circonstances de l'accident. — Un coup de mine avait été allumé au mur de la couche dans une voie de fond en percement et les ouvriers s'étaient retirés dans le travers-bancs à l'entrée de la galerie. Au moment du départ du coup, ils entendirent une détonation inusitée et virent la voie de fond illuminée comme par une sorte d'éclair. Aucun d'eux ne fut atteint.

Remarques particulières. — Le grisou paraît n'avoir joué aucun rôle dans l'accident.
Le même fait s'est reproduit un an plus tard dans des circonstances analogues.

de St-Georges Chatelais.

du 12 Février 1843).

Indications générales. — L'aérage était bon.
L'état des lampes était fréquemment et soigneusement vérifié.

Circonstances de l'accident. — Une inflammation de grisou attribuée à une imprudence a brûlé deux mineurs dans un chantier du puits St-Jacques.

Circonstances de l'accident. — Une explosion de grisou, provoquée par le départ d'un coup de mine, a fait dix victimes dont cinq blessées mortellement dans un chantier du puits St-Jacques.

Remarques particulières. — L'aérage local se faisait au moyen d'un ventilateur à bras.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE

3. — Concession de

Nos d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond. 6	PRODUCTION annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
700	1866 26 Août.	Puits Saint- Jacques.	»	1 Brûlé.	30	Tonnes. 2629	?	? Lampe à feu nu.	»
701	1867 20 Dé- cembre.	Id.	»	1 Brûlé.	30	2760	?	?	»

b. — DÉPARTEMENT DE

1. — Concession

(Instituée par décret du

702	1857 17 Dé- cembre.	Puits Préjeau.	2 Brûlés	»	218	20334	Interruption accidentelle de la ventilation par suite de l'enva- hisement d'une cheminée d'aéra- ge par les eaux.	Lampe à feu nu	Imprudence probable de l'une des victimes qui s'était arrêtée à l'entrée d'une che- minée grisouteuse, pour rallumer sa lampe éteinte.
-----	---------------------------	-------------------	-------------	---	-----	-------	---	-------------------	---

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

a. — Département de Maine-et-Loire.

St-Georges Chatelais (suite).

OBSERVATIONS.

41

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier a été brûlé par une inflammation de grisou qui s'était produite dans une couche où l'on n'avait pas encore constaté sa présence.

Circonstances de l'accident — Un ouvrier a été brûlé à la suite d'une inflammation de grisou attribuée à une imprudence.

LA LOIRE-INFÉRIEURE.

de Montrelais.

18 Août 1807).

Circonstances de l'accident. — A la suite d'une interruption dans les travaux d'épuisement, le niveau de 225^m et une cheminée d'aérage reliant ce niveau à celui de 195^m avaient été envahis par les eaux. Le courant d'air s'étant ainsi trouvé intercepté, le grisou s'était accumulé dans la cheminée et l'entrée de cette galerie avait été barrée au moyen de planches.

Un boiseur et un manœuvre avaient été chargés de placer des bois dans le niveau de 195^m et de visiter les descenderies du puits Préjeau.

Après une explosion de grisou, les cadavres de ces deux ouvriers furent retrouvés à l'entrée de la cheminée, dont les boisages avaient été projetés dans le niveau. Tous deux étaient brûlés et le boiseur, en outre, fortement contusionné.

Remarques particulières. — En temps normal, le courant d'air était très vif dans les niveaux de 195 et 225^m; on pouvait sans danger circuler avec des lampes à feu nu.

Il est probable que les lampes de ces ouvriers s'étant éteintes dans le courant d'air très vif du niveau de 195^m, le boiseur s'était arrêté à l'entrée de la cheminée afin de les rallumer et avait ainsi déterminé l'explosion du mélange grisouteux qui s'y trouvait accumulé.

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE

a. — Concession

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
1	2	3	4	5	6	7	de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	10
						Tonnes.	8	9	
703	1860 16 Mars.	"	"	3 [Brûlés légère- ment.	197	19888	?	[Flamme d'une lampe de sûreté sortie hors du treillis, sous une forte incli- naison.	Maladresse la victime avait laissé s'allonger la flamme de sa lampe l'avait en outre clinée fortemen
704	1861 4 Juil- let.	"	1 Brûlé.	Id.	172	20880	?	Lampe de sûreté dont le treillis avait été détérioré par un coup de pic.	"
705	1865 19 Avril.	"	"	2 Brûlés légère- ment.	198	22845	?	Lampes de sûreté dont le treillis, en s'échauffant, avait fait dessoûder la couronne.	Imprudence des victimes s'étaient endor- mies et avaient ainsi laissé les lampes de sûreté sans surveillance
706	Id. 9 No- vembre	"	"	4 Brûlés légère- ment.	Id.	Id.	?	Coup de mine ayant débouffé.	"

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

b. — Département de la Loire-Inférieure.

Montrelais (suite).

OBSERVATIONS.

11

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier, voulant passer au-dessus d'un tas de charbon qui se trouvait accumulé au bas d'une cheminée dans une galerie d'allongement, inclina sa lampe de sûreté dont il avait laissé s'allonger la flamme et mit le feu à une petite quantité de grisou qui le brûla légèrement ainsi que deux de ses camarades.

Remarques particulières. — Une certaine quantité de gaz devait exister au toit de la cheminée, par suite peut-être de l'interruption partielle du courant d'air.

Circonstances de l'accident. — Une petite quantité de grisou s'étant enflammée sur une lampe de sûreté dont le treillis avait été détérioré par un coup de pic, brûla mortellement un ouvrier; trois autres, qui travaillaient dans l'avancement d'une cheminée, furent légèrement atteints.

Remarques particulières. — La cheminée, exécutée sans doute en montant, devait être mal aérée.

Circonstances de l'accident. — Deux ouvriers, étant endormis dans leur taille, la flamme de leurs lampes de sûreté vint rougir le treillis et dessoûder la couronne. Une inflammation de grisou se produisit et les brûla légèrement.

Circonstances de l'accident. — Un coup de mine ayant débouffé, la mèche enflammée, fut projetée jusqu'au front de taille d'un tronçon de galerie en avancement. Une inflammation de grisou se produisit et brûla légèrement quatre ouvriers.

Remarques particulières. — Le coup de mine était mal placé et avait, sans doute, été mal bourré.

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE

1. — Concession

8. — GROUPE DE L'OUEST.

b. — Département de la Loire-Inférieure.

de Montrelais (suite).

Nos d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	N O M B R E d'ouvriers		O U V R I E R S au fond.	P R O D U C T I O N annuelle de la mine.	C A U S E S D E L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
707	1868 29 Fé- vrier.	Puits Neuf des Berthau- deries. — Veine N° 1. — Niveau de 270 ^m .	1 Asphy- xié	5 Brûlés légère- ment.	486	22260 Tonnes.	Éboulement ac- cidental d'un mas- sif de charbon et reflux du gaz dé- gagé vers l'accro- chage d'un puits voisin.	Lampe à feu nu.	Cause fortuite.
708	1869 23 Avril.	»	1 Brûlé.	6 Brûlés.	490	23985	? Chantier en cul- de-sac aéré par diffusion.	Lampe de sûreté dont le treillis avait été percé d'un coup de pic.	Maladresse d l'une des victimes qui avait donné un coup de pic dans le treillis d sa lampe.
709	Id 3 Mai.	Puits Monzeil. — Veines du Mur et du Sud. — Niveau de 284 ^m .	1 Brûlé.	2 Brûlés dont 1 griève- ment.	Id.	Id.	1 ^{re} Explosion. Insuffisance de ventilation à l'a- vancement d'une galerie de niveau en cul-de-sac, aérée seulement par diffusion.	1 ^{re} Explo- sion. Lampe de sû- reté percée d'un coup de pic.	Maladresse d la principale vic- time qui avait malencontreuse- ment donné un coup de pic dan sa lampe de sûre- té, accrochée des

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — L'aérage était naturel, par suite de l'extinction momentanée du foyer d'appel établi vers le haut du puits.

Circonstances de l'accident. — On avait dépillé de bas en haut, sur 4^m de hauteur, une partie de la veine N° 1 en s'échafaudant sur les remblais. Un relai de la partie supérieure d'un massif glissa verticalement d'environ un mètre sur le mur de la veine, probablement par suite de la présence d'un plan argileux.

Cet éboulement fut suivi d'un dégagement de grisou assez abondant qui reflua, en sens opposé au courant d'air, jusqu'à l'accrochage du puits situé à 7^m seulement de distance et où se trouvait une lampe à feu nu.

Cinq ouvriers, qui se trouvaient réunis à cet endroit pour prendre leur repas, furent légèrement brûlés par l'inflammation du gaz. L'explosion ne s'est pas propagée, mais le feu a pris aux boisages et un jeune rouleau, qui se trouvait à l'accrochage et s'était, à la vue du feu, réfugié dans une cheminée, y a été retiré asphyxié.

De plus, un commencement d'incendie s'est déclaré dans le massif de houille voisin du puits et a nécessité l'abandon provisoire de celui-ci, ainsi que des étages inférieurs d'exploitation.

Remarques particulières. — L'emploi des lampes à feu nu aux accrochages était autorisé par un arrêté préfectoral du 28 mars 1844.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à remplacer les lampes à feu nu aux accrochages par des lampes de sûreté, tant que l'aérage n'aurait pas été amélioré et, dans tous les cas où il existerait des chantiers d'exploitation au voisinage des puits.

Circonstances de l'accident. — Plusieurs ouvriers étaient occupés dans un tronçon de galerie en avancement. L'un d'eux, ayant maladroitement donné un coup de pic dans le treillis de sa lampe de sûreté, déterminait une inflammation de grisou qui le brûla ainsi que six de ses camarades. Une des victimes mourut des suites de ses blessures.

Indications générales. — Un courant, établi entre le Puits Neuf et le Puits Prejeau, déterminait un aérage naturel suffisant. Il laissait toutefois un peu à désirer au point de vue du volume de l'air et de sa répartition entre les tailles et les galeries. Pour pouvoir l'activer en cas de besoin, on avait établi dans le puits de sortie, à quelques mètres au-dessous du sol, un foyer d'appel surmonté d'une cheminée. On n'avait jamais constaté d'accumulation notable de grisou ni dans les tailles montantes, ni dans les culs-de-sac formés par les voies de traçage, au-delà de la dernière cheminée, parcourues par le courant d'air.

Ces culs-de-sac étaient aérés au besoin par des ventilateurs à bras.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE
a. — Concession

N ^o d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.	2 ^e Explosion. Aérage insuffi- sant des tailles de la veine du Sud et appel violent, à la suite de la 1 ^{re} explosion, de l'air grisoueux qui s'y était accu- mulé.	2 ^e Explo- sion. Flamme chassée hors du tamis d'une lampe de sûreté par le violent appel d'air résultant de la première explosion.	rière lui à la cor- ronne de la gale- rie.
710	1869 23 Dé- cembre.	Puits Neuf — Grande- Veine. (Étage de 294 ^m .	»	1 Brûlé légère- ment.	190	23985	Charbon fraîche- ment abattu.	Lampe de sûreté ouverte	Imprudence de la victime qui avait ouvert sa lampe de sûreté malgré la défense.

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

b. — Département de la Loire-Inférieure
de Montrelais (suite).

OBSERVATIONS.

41

Les ouvriers étaient munis de lampes Dubrulle, à treillis de 169 mailles au centimètre carré.

Circonstances de l'accident. — L'avancement de la maîtresse-galerie de la veine du Mur formait, au-delà de la dernière cheminée parcourue par le courant d'air, un cul-de-sac de 16^m de longueur.

Un mineur, qui travaillait dans ce chantier, fut fortement brûlé par une explosion de grisou et mourut des suites de ses brûlures. Son jeune aide ne fut que légèrement atteint.

Quelques minutes après, une seconde explosion renversait dans la maîtresse-galerie de la veine du Sud, cinq ouvriers qui accouraient au secours de leurs camarades ; l'un d'eux seulement fut grièvement brûlé.

Remarques particulières. — On a retrouvé la lampe de la première victime. Le treillis était percé d'un trou auquel s'adaptait parfaitement le pic de cet ouvrier. La première explosion avait déterminé un violent appel d'air ; la flamme de la lampe d'un des cinq mineurs qui étaient accourus au secours de leurs camarades a dû sortir du tamis et provoquer la seconde explosion.

Mesures prises à la suite de l'accident. — L'arrêté préfectoral du 22 janvier précédent, relatif à l'emploi des lampes de sûreté dans les mines de Montrelais et de Monzeil, a été complété par l'addition de trois paragraphes prescrivant :

- 1^o La ventilation artificielle de tous les chantiers en cul-de-sac.
- 2^o L'amélioration de l'aérage au point de vue de la répartition du courant entre les tailles et les galeries.
- 3^o L'installation de moyens artificiels de ventilation au cas où l'aérage naturel se montrerait insuffisant.

Indications générales. — L'aérage était satisfaisant.
On employait des lampes de sûreté.

Circonstances de l'accident. — Deux jeunes mineurs étaient occupés à prendre du charbon au bas d'une cheminée, dans la voie et près du front de taille de la Grande-Veine. L'un d'eux commit l'imprudence d'ouvrir sa lampe de sûreté pour moucher la mèche ; il occasionna l'inflammation d'une petite quantité de grisou qui se dégageait du tas de charbon et fut très légèrement brûlé au bras ; son camarade n'eut aucun mal.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Des poursuites judiciaires ont été exercées contre la victime pour avoir ouvert sa lampe contrairement à la défense.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE LA BASSE-LOIRE
1. — Concession

N ^o d'ordre	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
1	2	3	4	5	6	7	de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	40
711	1872 18 Août.	Mine de la Tardivière — Veine Inconnue.	»	3 Blessés dont 2 brûlés légèrement.	194	22445 Tonnes.	Dégagement accidentel et subit de grisou à l'avancement d'une galerie de direction aérée, seulement par diffusion.	?	Imprudence probable de l'une des victimes dans l'emploi d'une lampe de sûreté.

2. — BASSIN DE VOUVANT ET CHANTONNAY

1. — Concession de
(Instituée par décret

712	1877 4 Juin.	»	»	2 Brûlés légèrement.	145	21996	Cheminée en percement de bas en haut.	Lampe à feu nu.	•
-----	-----------------	---	---	-------------------------	-----	-------	---------------------------------------	-----------------	---

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

b. — Département de la Loire-Inférieure.
de Montrelais (suite).

OBSERVATIONS.

11

Indications générales. — L'aérage était satisfaisant.

L'air entraînait par le Puits-Neuf au niveau de 300^m, descendait par des cheminées dans les niveaux inférieurs de 313 et 326^m et remontait ensuite au niveau de 300^m pour sortir par le puits Préjeau.

Circonstances de l'accident. — La veine Inconnue avait été suivie sur une vingtaine de mètres au niveau de 313^m. Le front de taille se trouvait à 3^m en avant d'une cheminée qui réunissait les deux niveaux de 313 et 326^m.

Un ouvrier travaillait à l'avancement lorsqu'une explosion se produisit; cet ouvrier fut précipité dans la cheminée et brûlé légèrement, le maître-mineur qui venait de faire la visite du chantier et se trouvait dans une galerie voisine, fut violemment projeté sur le sol et brûlé légèrement; enfin, un ouvrier placé au bas de la cheminée, fut renversé et légèrement contusionné.

L'explosion fut très circonscrite et n'occasionna aucun dégât matériel.

Remarques particulières. — L'ouvrier qui travaillait au chantier où l'explosion s'est produite, ayant perdu la mémoire des faits qui l'ont précédée, les circonstances de l'accident sont restées inconnues.

Les lampes de sûreté des trois victimes qui se trouvaient seules dans la région de l'accident, ont été retrouvées intactes.

Le maître-mineur n'avait pas constaté la présence du grisou quelques instants avant l'explosion; on ne la reconnut pas davantage après. Le gaz a dû se dégager accidentellement au moment même de l'accident.

a. — Département de la Vendée.

Faymoreau.

du 1^{er} Février 1861).

Indications générales. — La présence du grisou n'avait jamais été constatée dans les chantiers en exploitation. On s'éclairait avec des lampes à feu nu.

Circonstances de l'accident. — Un dégagement accidentel de gaz, dans une cheminée que l'on perceait de bas en haut, amena une explosion qui brûla légèrement deux ouvriers.

Remarques particulières. — On n'a pas retrouvé de traces de grisou après l'accident.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
3. — BASSIN DU COTENTIN
1. — Concession
(Instituée par décret du

N ^o d'ordre 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond. 6	PRODUCTION annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
						Tonnes. 8	de l'accumulation du gaz. 9	de l'inflam- mation du gaz. 9	
713	1851 ?	Puits Fumi- chon.	1	»	419	27395	?	?	?
714	1860	Id.	»	3 Brûlés légère- ment.	488	45706	Interruption du travail pen- nant 36 heures dans un chantier montant, en cul- de-sac	?	Maladresse de l'une des victi- mes.
715	1865	Id.	»	1 Brûlé.	91	42210	Insuffisance d'aérage à l'avan- cement d'une ga- lerie en perce- ment	Lampe de sûreté percée par un coup de pic.	Maladresse de la victime qui avait donné un coup de pic dans sa lampe.

9. — GROUPE DE LA

1. — BASSIN D'AHUN

1. — Concession

(Instituée par décret du

716	1874 12 Jan- vier.	Puits N ^o 4.	»	2 Brûlés légère- ment.	270	22.174	Remontée en perçement	Lampe à feu nu.	»
-----	--------------------------	----------------------------	---	---------------------------------	-----	--------	--------------------------	--------------------	---

ACCIDENTS DE GRISOU.

8. — GROUPE DE L'OUEST.

a. — Département du Calvados.

de Littry.

15 Juin 1744).

OBSERVATIONS.

11

Pas de renseignements.

Circonstances de l'accident. — Trois ouvriers furent légèrement brûlés par une petite explosion de grisou qui se produisit, au haut d'une taille montante, un lundi matin, après une interruption de travail de trente-six heures.

L'inflammation a été attribuée à la maladresse de l'une des victimes.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier, qui travaillait dans une galerie en percement, ayant donné un coup de pic dans sa lampe, mit le feu à une petite quantité de gaz qui le brûla assez grièvement.

Remarques particulières. — Le front d'avancement de la galerie en percement était aéré d'une manière insuffisante.

CREUSE ET DE LA CORRÈZE.

a. — Département de la Creuse.

d'Ahun-Sud.

19 Novembre 1817).

Indications générales. — L'aérage des travaux du puits N^o 4 ne se faisait que par diffusion. Le grisou ne s'était jamais montré dans la mine. On y travaillait à feu nu.

Circonstances de l'accident. — Du puits d'avancement N^o 4 partait une galerie d'allongement dans laquelle on pratiquait plusieurs montages.

Après un jour de chômage, deux ouvriers se rendaient à leur travail, à l'avancement d'un montage de 7^m de longueur distant de 55^m du puits. L'un d'eux, arrivé à moitié du montage, occasionna avec sa

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN D'ARTIN

1. — Concession

[illegible]

10. — GROUPE DES

1. — BASSIN DE RONCHAMP

1. — Concession

(Instituée par décret du

717	1857 29 Janvier.	Puits Saint-Charles. — Couche inférieure	8 dont 2 Brûlés, 3 Asphyxiés, 2 Brûlés et Asphyxiés.	5 dont 3 grièvement.	?	?	Direction plongeante dans le courant d'aérage d'un chantier en descente, dont l'entrée était partiellement obstruée par un amas de houille.	Lampe de sûreté dont le tamis avait rougi.	Imprudence de l'une des victimes qui s'était endormie en abandonnant sa lampe dans un milieu grisouteux. Négligence des exploitants au point de vue de la surveillance Distribution vicieuse de l'aérage
-----	---------------------	---	---	-------------------------------	---	---	---	---	--

9. — GROUPE DE LA CREUSE ET DE LA CORRÈZE.

a. — Département de la Vendée.

d'Ahun-Sud (suite).

OBSERVATIONS

11

lampe à feu nu l'inflammation d'une certaine quantité de gaz accumulé à la partie supérieure de cette galerie. L'inflammation se fit sans bruit et brûla légèrement les deux mineurs.

Mesures prises à la suite de l'accident. — La lampe Mueseler a été employée dans la galerie d'allongement et une cloison d'aérage a été établie dans le puits.

VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.
de Ronchamp.

1^{er} Mars 1763).

Indications générales. — Sur une galerie de recoupement de 80^m de long, ouverte à environ 20^m à l'Ouest du grand plan incliné et à 230^m en aval du puits St-Charles, on avait ouvert, à droite et à gauche, des chantiers en direction occupant une largeur totale de 60^m. Pour les aérer, on avait établi dans la galerie de recoupement une galerie en bois et en pierres, revêtue d'argile. L'air, pris dans les travaux de la couche supérieure (2^e couche), arrivait ensuite dans la couche inférieure où il parcourait environ 300^m avant de rentrer dans le courant principal.

Le grisou était très abondant dans les deux couches.

Il n'existait de puits d'aérage que les puits St-Charles (retour d'air) et N° 7 (entrée). On creusait un nouveau puits pour améliorer cette situation.

Depuis longtemps les concessionnaires avaient été mis en demeure de fournir un projet complet d'aérage. Celui qu'ils avaient proposé n'avait pas été approuvé.

Circonstances de l'accident. — Une explosion de grisou se produisit dans un chantier en descente et fit treize victimes dans la mine.

La cloison qui partageait en deux parties la galerie de recoupement fut renversée. Les gaz de l'explosion furent refoulés jusqu'à 150^m à l'Ouest de l'entrée de cette galerie. Dans le grand plan incliné, la commotion se fit à peine sentir, mais la fumée et la poussière ne tardèrent pas à s'y introduire par des portes d'aérage qui avaient été disjointes par l'explosion. La frayeur s'empara des ouvriers qui se précipitèrent tous vers les puits. Un maître-mineur, suivi de quelques ouvriers qu'il avait déterminés à le suivre, parvint à atteindre le courant d'air qui descendait du puits N° 7 et à gagner l'entrée de la galerie de recoupement. On pénétra dans cette galerie après en avoir rétabli la cloison d'aérage. Dix ouvriers, dont cinq morts, furent retrouvés dans la première couche, dans les travaux à l'Ouest du grand plan incliné. Trois autres cadavres furent retrouvés peu après dans les travaux de la couche inférieure.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE RONCHAMP

1. — Concession

Nos d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond. 6	Production annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
						Tonnes.			
718	1857 14 Mars.	Puits Saint- Charles.	2 Asphy- xiés	1 Blessé griève- ment.	?	?		Flamme d'un coup de mine.	
719	1859 10 Août.	Puits Saint- Joseph — Travaux de l'Ouest.	29 Brûlés et Asphy- xiés.	»	555	61812	Suspension ac- cidentelle de la ventilation au front de taille d'un montage en percement, par suite de l'ouver- ture intempestive d'une porte d'aé- rage.	?	

ACCIDENTS DE GRISOU.

10. — GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.

de Ronchamp (suite).

OBSERVATIONS.

11

Le chantier où l'explosion a pris naissance était aéré par un courant d'air plongeant et avait son entrée obstruée par un amas de houille.

Remarques particulières. — L'obstruction partielle du chantier aura permis au grisou de s'y accumuler pendant le sommeil de l'ouvrier qui y travaillait. Le grisou aura brûlé dans l'intérieur de la lampe et en aura rougi le tamis.

On y a retrouvé la lampe qui avait provoqué l'accident, accrochée à 0^m80 au-dessus du sol; la partie supérieure du treillis était recouverte de particules de coke. Le mineur, étendu au-dessous, avait l'attitude d'un homme endormi. Les maîtres-mineurs ont affirmé que cet ouvrier avait l'habitude de dormir dans son chantier.

Une nouvelle injonction a été adressée aux exploitants relativement au projet général d'aérage qu'ils avaient à présenter

Circonstances de l'accident. — Deux ouvriers ont été asphyxiés à la suite d'une inflammation de grisou provoquée par le tirage d'un coup de mine.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Une information a été dirigée contre l'ingénieur de la mine qui avait eu l'imprudence d'autoriser l'emploi de la poudre dans des conditions dangereuses.

Indications générales. — L'air entraînait par un compartiment du puits et se partageait entre les travaux de l'Est et ceux de l'Ouest au moyen d'une porte à guichet. Après avoir circulé dans les chantiers, les deux courants arrivaient par deux galeries de direction, dans le second compartiment, sur lequel étaient installés deux ventilateurs aspirants, du système Duvergier.

Dans les travaux de l'Est, l'aérage était défectueux; le courant était divisé en trois branches, qui devaient descendre de 30 à 40^m avant d'entrer dans le compartiment du retour d'air. Pendant les fortes chaleurs, on était obligé d'abandonner les chantiers supérieurs à partir de midi.

Dans les travaux de l'Ouest, l'aérage était meilleur; le courant ne descendait que de 4^m80.

Le Puits Saint-Joseph était le centre d'un groupe important de travaux s'étendant, de l'Est à l'Ouest, suivant la direction de la couche; ces travaux n'étaient encore attachés à aucun ouvrage de la mine.

Une cloison en bois séparait le puits en deux compartiments; l'un servait à la traction et à l'entrée de l'air; l'autre, à la sortie.

Circonstances de l'accident. — Une explosion de grisou se produisit dans les travaux de l'Ouest, dans lesquels se trouvaient trente-deux ouvriers. Elle se manifesta au jour par un bruit sourd et par des tourbillons de poussières entraînées par le courant de gaz. La cloison fut rompue sur une hauteur de 18^m. On put faire sortir les ouvriers de l'Est, au nombre de quatre-vingt-dix-neuf, et trois des ouvriers de l'Ouest qui se trouvaient près du puits.

Une seconde explosion eut lieu une heure après la première. Elle renversa et roula vers le puits les premiers sauveteurs descendus dans les travaux. Cette seconde explosion ayant fait craindre un incendie,

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE RONCHAMP

1. — Concession

N ^o d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond	PRODUCTION 7 annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
720	1860 23 Avril.	Puits Saint- Joseph. — Travaux de l'Est.	"	3 Brûlés légère- ment.	553	64617	Surélévation du toit à l'avance- ment d'une gale- rie de direction situé en dehors du courant d'air	? Lampe de sûreté dont le treillis était en très mauvais état.	"

ACCIDENTS DE GRISOU.

10. — GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.

de Ronchamp (suite).

OBSERVATIONS.

41

on ferma le puits pendant douze jours. L'enlèvement des cadavres ne fut terminé que quarante-trois jours après l'accident.

Remarques particulières. — L'explosion avait pris naissance dans un montage de 8^m de longueur, à l'extrémité des travaux les plus éloignés du puits.

L'air était amené au front de taille de ce montage au moyen d'une cloison. On ne trouva de dépôts de coke que dans une petite galerie en cul-de-sac, voisine du montage et située en dehors du courant d'air.

La position de deux ouvriers, dont les corps ont été retrouvés enlacés au pied du montage dans lequel l'explosion s'est produite, a fait supposer qu'il y avait eu lutte entre eux. Pendant cette lutte, une porte d'aérage placée au bas du montage serait restée ouverte, et le grisou aurait pu s'accumuler au front de taille.

Indications générales. — L'aérage général se faisait dans de bonnes conditions. Le volume d'air circulant dans les travaux était presque triplé. Les travaux de l'Ouest ayant été abandonnés depuis l'accident du 10 août 1859, tout l'air entrant par le puits St-Joseph aérageait les travaux de l'Est et rejoignait la gaine d'aérage à 70^m au-dessus de son point d'entrée; de cette manière, le courant était constamment ascendant.

Circonstances de l'accident. — Dans le prolongement d'une galerie de direction, dirigée vers le puits Ste-Pauline, prolongement dont le front de taille était à 5^m en dehors du courant d'air, un boiseur, en examinant le toit de la galerie avec une lampe de sûreté mit le feu au grisou qui se trouvait accumulé en ce point. Trois ouvriers qui se trouvaient dans la galerie, s'étant jetés à terre, reçurent seulement des brûlures légères sur la partie postérieure du corps. Dix autres ouvriers, placés non loin de là, ne furent pas atteints.

A la suite de l'accident, un incendie se déclara dans la mine. Pour l'éteindre, on ferma le puits par un barrage horizontal pendant quatorze jours, puis on enleva le barrage et l'aérage fut rétabli.

Le lendemain, une seconde explosion eut lieu. Le puits fut de nouveau fermé, mais trois nouvelles explosions se produisirent encore. La dernière, plus forte que les précédentes, détruisit le barrage et une partie de la cloison d'aérage. Il fallut recourir à l'inondation de la mine pour arrêter l'incendie.

Remarques particulières. — En 1861, on est rentré dans les travaux par le puits St-Charles, en perçant un massif de 20^m qui séparait les travaux de ce puits de ceux du puits St-Joseph.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE RONCHAMP

1. — Concession de

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
1	2	3	4	5	6	7	de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	10
721	1862 15 Juin.	Puits Saint-Joseph.		»	893	137669	Plancher volant établi dans un puits.	Lampes à feu nu.	»
722	1869 23 Janvier.	Puits Sainte-Marie et Saint-Charles.	7 dont 2 brûlés et 5 asphyxiés.	»	984	177728	Cloche formée par une surélévation du toit à l'avancement d'une galerie de niveau en cul-de-sac, aérée seulement par diffusion.	Flamme d'un coup de mine qui avait fusé ou fait long feu.	Emploi de la poudre dans le chantier grisou. Absence d'inspection du chantier, au point de vue du grisou avant l'allumage d'un coup de mine.

ACCIDENTS DE GRISOU.

10. — GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.

Ronchamp (suite).

OBSERVATIONS.

11

Circonstances de l'accident. — Deux charpentiers et deux mineurs, occupés à une réparation, travaillaient avec des lampes à feu nu, sur un plancher volant établi dans le puits; un cinquième ouvrier se tenait à leur disposition dans une chambre latérale pour leur passer les objets dont ils pouvaient avoir besoin et transmettre les signaux pour la manœuvre de la cage, qui se trouvait à quelques mètres plus haut.

Un bloc de charbon, s'étant détaché de la paroi, vint tomber sur le plancher, d'une hauteur de 5 à 6 m. Une petite quantité de grisou qui avait dû s'accumuler sous le plancher s'enflamma sur les lampes. La cage ayant été soulevée par l'explosion, son crochet de sûreté fut enlevé et elle tomba dans le puits entraînant le plancher et les quatre ouvriers qui se tenaient dessus et qui eurent la tête fracassée. Le mineur qui se trouvait dans la chambre fut renversé, mais n'eut aucun mal; sa lampe s'éteignit.

Au jour, on entendit un bruit sourd et l'on vit sortir par le puits une bouffée de fumée. L'explosion avait ébranlé les parois du puits dans toutes les parties déboisées; on dut procéder d'abord à des travaux de consolidation et ce n'est que le 21 juin qu'on en put visiter le fond.

Indications générales. — L'aérage général était suffisant.

Les travaux du puits Sainte-Marie ne comprenaient que deux tailles parallèles en communication avec le puits Saint-Charles. Deux chantiers seulement y étaient en exploitation: l'un à l'avancement de la voie de fond; l'autre dans un travers-banc de reconnaissance qui débouchait dans celle-ci.

Le premier de ces chantiers n'était aéré que par diffusion sur une longueur de 24 m. Il devait être relevé prochainement par une reconquête à la galerie supérieure et être directement parcouru par le courant d'air.

Le second chantier recevait directement, au moyen d'une gaine posée sur le sol, l'air qui descendait du puits Sainte-Marie et qui se dirigeait ensuite vers le puits Saint-Charles.

La présence du grisou avait été constatée dans ces travaux quoique en petite quantité, surtout dans la galerie au rocher. Toutefois il ne marquait pas à la lampe.

Les ouvriers étaient munis de lampes à cylindre de verre.

Un règlement spécial prescrivait certaines précautions relativement à l'emploi de la poudre dans les travaux du fond.

Circonstances de l'accident. — A la suite du tirage d'un coup de mine à l'avancement de la voie de fond, une explosion de grisou se produisit et causa la mort de trois ouvriers qui y travaillaient et de deux mineurs du travers-banc, occupés, à ce moment, à prendre leur repas au croisement de cette galerie avec la voie de fond. Quatre autres ouvriers des travaux du puits Saint-Charles, étant ensuite allés sans ordre vers la région de l'accident, tombèrent asphyxiés par les gaz mephitiques résultant de l'explosion. L'ingénieur de la mine, inquiet de leur disparition, se mit à leur recherche avec quelques mineurs. Il parvint à en ramener trois jusqu'au puits, où ils reprirent bientôt connaissance. Le quatrième, ainsi qu'un des mineurs qui étaient allés à la recherche, furent retrouvés sans vie une heure plus tard. Le manque d'hommes frais n'avait pas permis d'aller plus tôt leur porter secours.

Les effets de l'explosion paraissaient avoir augmenté d'intensité à mesure qu'on s'éloignait de son foyer. Les montants du cadre le plus voisin de celui-ci étaient noircis sur quelques centimètres seulement à partir du chapeau, par suite de la projection du charbon d'une petite veine existant au toit de la galerie. Le cadavre le plus rapproché ne portait aucune trace de brûlure. A mesure qu'on s'éloignait, le

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE RONCHAMP
1. — Concession de

ACCIDENTS DE GRISOU.

40. — GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.

Ronchamp (suite).

Nos d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						Tonnes.			
722	1870 24 Juil- let.	Puits Saint- Charles. — Couche N° 2.	2 Asphy- xiés.	"	826	162850	Montage en per- cement provisoi- rement abandon- né.	Asphyxie sans inflammation du grisou.	Imprudence de deux victimes qui s'étaient engagées sans utilité dans un montage barré à cause de la pré- sence du grisou.

OBSERVATIONS

11

niveau de la trace charbonneuse allait en s'abaissant régulièrement jusqu'au sol, qu'elle rencontrait avant d'arriver au droit du travers-bancs.

Les cadavres retrouvés à l'entrée de celui-ci n'accusaient non plus aucun contact avec la flamme. Plus loin, quelques boisages avaient été renversés ; puis ensuite, sur une longueur de 230^m et jusqu'à 40^m du puits Saint-Marie, la voie de fond avait été complètement bouleversée et le refoulement violent de l'air avait brisé le boisage du puits et fait sauter le plancher qui en bouchait l'orifice supérieur. La rentrée de l'air avait poussé ensuite les gaz méphitiques vers le puits Saint-Charles.

Le plafond de la recoupe par laquelle le courant d'aérage quittait la voie de fond pour se rendre dans les travaux du puits Saint-Charles, était de 1^m50 en contrebas de celui de l'avancement.

La marche du ventilateur avait été régulière pendant les journées qui ont précédé l'accident.

Remarques particulières. — Les lampes des victimes ont été retrouvées en bon état. On a constaté que le coup de mine allumé à l'avancement de la voie de fond avait gardé sa bourre ; mais, en le nettoyant, on a vu s'en dégager un jet de grisou que l'on a pu allumer comme un bec de gaz.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à présenter dans un délai déterminé, un projet complet d'aérage pour toutes les parties de la mine, ainsi qu'un nouveau règlement pour le tiré à la poudre.

Circonstances de l'accident. — Au premier étage du puits St-Charles, deux ouvriers perçaient dans la couche N^o 2 une galerie de direction qui avait atteint 10^m de longueur à partir du dernier montage et qui devait bientôt rencontrer une remontée d'aérage percée à partir de la galerie de direction inférieure. Cette remontée contenait du grisou ; l'entrée en était défendue par des planches.

Le chef de poste, voulant reconnaître si le percement aboutirait bientôt, pénétra dans le montage avec l'un des ouvriers de la galerie de direction, pour aller frapper contre le front de taille. Quelques minutes après, le second ouvrier, n'entendant rien, alla voir dans le montage et y trouva le chef de poste et l'ouvrier asphyxiés.

Remarques particulières. — La galerie de direction inférieure servait de retour d'air. La galerie et le montage en percement n'étaient aérés que par diffusion.

STATISTIQUE DES
A. — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE RONCHAMP
1. — Concession

Nos d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond. 6	PRODUCTION annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
723	1873 7 Fé- vrier.	Puits Sainte- Pauline.	»	4 Brûlés.	902	170714 Tonnes	? Ouverture d'une poche, par suite du départ d'un coup de mine foré au mur de la cou- che, dans le voisi- nage d'une faille.	Flamme d'un coup de mine.	»
724	1879 1er Sep- tembre.	Puits du Magny. — Étage de 650 ^m .	16 dont 14 Asphy- xiés et 2 enseve- lis sous un ébou- lement.	»	654	122378	Marche descen- dante du courant d'air. Pertes d'air par des portes mal étanches et à tra- vers les remblais.	Lampe de sûreté percée d'un coup de pic.	Maladresse pro- bable d'un ouvrier qui avait donné un coup de pic dans sa lampe. Disposition vicieuse de l'aérage des travaux.

ACCIDENTS DE GRISOU.

10. — GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.
de Ronchamp (suite).

OBSERVATIONS.

11

Indications générales. — L'aérage se faisait entre le puits Ste-Pauline et le puits Ste-Barbe, sur lequel était établi un puissant ventilateur.

La marche du courant d'air était régulière, bien assurée et presque constamment ascensionnelle.

Circonstances de l'accident. — Un coup de mine avait été préparé au mur de la couche, dans l'une des tailles de l'étage moyen, à peu de distance d'une faille et dans un quartier où l'on n'avait pas constaté la présence du grisou. Le coup fut allumé après une visite du chef de poste; les flammes de l'explosion s'étendirent à une trentaine de mètres dans différentes directions. De cinq ouvriers qui s'étaient réfugiés dans la voie inférieure de la taille et dans un montage voisin, deux seulement furent atteints: l'un, très grièvement, l'autre légèrement. Une porte d'aérage et un barrage furent détruits. Un ouvrier se trouvait avec le chef de poste derrière ce barrage; le premier fut très grièvement brûlé, le second le fut légèrement et fut de plus blessé par les débris du barrage.

Remarques particulières. — Quelques bois portaient des traces de brûlures dans le voisinage du coup de mine. Un grand nombre de petites agglomérations brillantes et frittées d'un coke extrêmement léger, déposées sur les bois de la voie inférieure ont montré que les poussières de charbon avaient joué un certain rôle dans l'accident.

Le grisou a dû se dégager au moment même du départ du coup de mine, d'une poche mise à découvert dans le mur de la couche, bien qu'on n'ait pu trouver ensuite aucune trace de l'existence de cette cavité.

Indications générales. — L'air descendait par le puits du Magny, se rendait au pied d'un grand montage de 130^m de longueur, montait dans les tailles de gauche en s'élevant verticalement de 40^m, arrivait dans une demi-lune au sommet de la remontée et redescendait de la même quantité dans les tailles de droite, d'où il se rendait ensuite au puits de sortie, où il était aspiré par un grand ventilateur Guibal.

Au moment de l'accident, il passait dans les tailles 4^m3,45 d'air par seconde, soit 200 litres par seconde et par homme et 63 litres par seconde et par tonne d'extraction journalière.

Circonstances de l'accident. — Seize ouvriers sur vingt-deux qui travaillaient dans la mine ont été tués par une explosion de grisou qui s'est produite dans un chantier situé au haut du grand montage.

Deux mineurs qui se trouvaient à l'étage de 605^m, purent remonter sains et saufs ainsi que quatre autres de l'étage de 650^m qui avaient été simplement projetés et légèrement contusionnés. Ils donnèrent l'alarme. On put pénétrer immédiatement dans les travaux et y rétablir l'aérage. Toutes les portes qui fermaient les galeries transversales à droite et à gauche du grand montage avaient sauté. Deux éboulements s'étaient produits dans cette galerie; l'un d'eux avait enseveli deux ouvriers. Tous les autres furent retrouvés asphyxiés dans la partie supérieure du montage et dans les tailles de gauche avoisinantes.

Remarques particulières. — Le courant d'air était assez vif au bas du montage. On y avait déjà reconnu la présence du grisou à la partie supérieure.

Une partie de l'air se perdait par les portes mal étanches qui fermaient les galeries transversales de 10 en 10^m des deux côtés du grand montage ainsi qu'à travers les remblais, dans les endroits où des piliers n'avaient pas été réservés le long du montage.

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE RONCHAMP

1. — Concession

N ^o d'ordre	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		O U V R I E R S a u f o n d.	P R O D U C T I O N a n n u e l l e d e l a m i n e.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

11. — GROUPE DE
BASSIN DE LA MOSELLE

1. — Concession

725	1858 5 Mai.	Mine de la Petite Rosselle. — Puits Saint- Charles. — Étage de 124 ^m .	3	1 Contu- sionné.	300	45800	?	?	•
							Insuffisance de ventilation à l'a- vancement d'un niveau en perce- ment de 100 ^m de longueur, aéré ce- pendant au moyen d'une con- duite en bois qui s'avancait jus- qu'à 2 ^m du front de taille.		

ACCIDENTS DE GRISOU.

10. — GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES.

a. — Département de la Haute-Saône.

de Ronchamp (suite).

OBSERVATIONS.

11

Toutes les lampes furent retrouvées en bon état, sauf une, ramassée en haut du montage et dont le treillis métallique était percé d'un coup de pic à la base.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont pris le parti d'établir un second ventilateur et de suspendre jusque là l'extraction du puits du Magny.

On a en outre attaqué, à la profondeur de 600^m, un travers-bancs destiné à rejoindre le haut de la couronne du grand montage et à servir de retour d'air.

Enfin on a décidé de cesser provisoirement tout travail dans la partie gauche du grand montage où le courant était descendant.

On a remplacé la lampe Davy par la lampe Mueseler et établi un service spécial pour le rallumage de ces dernières. Une station a été placée à la recette du puits et un petit manœuvre a été chargé de faire la tournée des chantiers pour y remplacer les lampes éteintes.

VOSGES SEPTENTRIONALES.

a. — Département de la Moselle.

de Schœneck.

Indications générales. — L'aérage était obtenu au moyen d'un ventilateur placé sur un petit puits qui communiquait avec l'un des compartiments du puits Saint-Charles.

Le ventilateur aspirait 8^m3 d'air par seconde, volume suffisant pour des travaux encore peu développés.

L'air entrant par le puits Saint-Charles et se divisait en deux branches aérant les deux niveaux en exploitation.

Circonstances de l'accident. — Au niveau de 124^m, trois ouvriers, qui poussaient une galerie de direction ayant déjà 100^m de longueur, furent tués par une explosion de grisou qui se produisit dans cette galerie et y occasionna des éboulements.

On ne put arriver auprès des victimes que trois heures après l'accident; on retrouva leurs cadavres près du front de taille.

Un ouvrier, qui se trouvait dans un plan incliné partant du niveau en percement, fut renversé par l'explosion et légèrement contusionné.

Remarques particulières. — Le niveau percement était aéré au moyen d'une conduite en bois régnant sur toute la galerie, jusqu'à 2^m du front de taille. Cette conduite avait 1^m de hauteur et 0^m70 de largeur.

STATISTIQUE DES
A — MINES DE HOUILLE
1. — BASSIN DE LA MOSELLE
1. — Concession

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
726	1859 19 Janvier.	Puits Saint-Charles. — Veine Saint-Jean. — Étage de 152 ^m .	»	6 Brûlés dont 2 grièvement et 2 très légèrement.	344	41832 Tonnes.	?	?	?
								Lampe de sûreté ouverte.	Imprudence probable de l'un des ouvriers qui aura voulu rallumer lui-même sa lampe de sûreté après l'avoir ouverte.
727	1861 17 Octobre.	Puits Saint-Charles. — Étage de 124 ^m .	1 Asphyxié.	»	456	61864	Montage abandonné.	Asphyxie par le grisou sans inflammation.	Imprudence de la victime qui avait pénétré dans un chantier abandonné, malgré la croix qui en défendait l'entrée.

ACCIDENTS DE GRISOU.

11. — GROUPE DE LA MOSELLE.

a. — Département de la Moselle.
de Schœnecken (suite).

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — L'aérage des travaux du puits Saint-Charles était généralement fort bon. Le puits était divisé en deux compartiments, dont l'un, celui de l'extraction, servait à la descente de l'air et l'autre et la sortie.

Les travaux de Stiring dégageaient beaucoup de grisou, mais la distribution de l'aérage empêchait son accumulation.

Les lampes du système Dubrulle étaient remises en bon état aux ouvriers, allumées et fermées; après chaque poste, elles étaient nettoyées au moyen d'un système mécanique récemment inventé.

Circonstances de l'accident. — A six heures du matin, au moment du changement de poste, au front d'une galerie inférieure d'allongement du côté du Levant, à l'étage de 152^m, ouvert dans la veine Saint-Jean, deux ouvriers du poste de nuit étaient occupés à rassembler leurs effets et allaient se retirer; deux mineurs du nouveau poste s'étaient déjà mis au travail; d'autres ouvriers étaient occupés en différents points de la mine. Une explosion subite de grisou se produisit. Les deux ouvriers du poste de nuit repurent de graves brûlures aux mains et à la figure; l'un d'eux fut même presque entièrement asphyxié, les deux mineurs occupés au front de la galerie n'eurent que des brûlures insignifiantes, non plus que deux autres ouvriers, qui se trouvaient accidentellement dans la chambre d'accrochage.

Remarques particulières. — Les lampes de sûreté ont été retrouvées sur le lieu de l'accident en bon état, sauf une qui avait été ouverte par l'une des victimes.

La quantité de grisou qui se trouvait dans la galerie au moment de l'accident devait être peu considérable, l'explosion n'ayant laissé aucune trace dans les lieux environnants et les mineurs atteints ne présentant d'autres lésions que des brûlures.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier, qui s'était aventuré seul dans les travaux, fut trouvé mort le lendemain dans un montage abandonné.

Remarques particulières. — La victime, qui connaissait les travaux, n'a dû pénétrer dans le montage que par suite de l'obscurité dans laquelle elle se trouvait. (Sa lampe ayant dû s'éteindre). Elle se sera trompée de chemin et se sera introduite dans le montage abandonné, où le grisou et le mauvais air l'auraient bientôt asphyxié.

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE GRISOU.
A. — MINES DE HOUILLE.

1. — BASSIN DE LA MOSELLE.

1. — Concession de Schnonecken (suite).

N ^{os} d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes Indirectes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
728	1866 8 Juillet.	Puits Saint-Charles. — Étage de 238 ^m .	3 dont 2 asphy- xiés. et 1 brûlé.	7 Brûlés et contu- sionnés.	935	Tonnes. 163514	? Éboulement dans un quartier incendié et dété- rioration de bar- rages par suite du refoulement des gaz.	Incendie dans les travaux.	2
729	Id. 29 Août.	Mine Saint-Charles.	»	»	Id.	Id.	? Dégagement subit de grisou au moment du ti- rage d'un coup de mine.	Flamme d'un coup de mine.	Imprudence des victimes avaient allumé un coup de mi- ne malgré la défen-

11. — GROUPE DE LA MOSELLE.

a. — Département de la Moselle.

de Schnonecken (suite).

OBSERVATIONS.

11

Indications générales. — Des incendies se produisaient assez fréquemment dans la mine St-Charles où les couches de houille avaient une puissance et une allure anormales.

Circonstances de l'accident. — Un dimanche matin, une odeur de fumée ayant été constatée dans les chantiers de l'étage de 238^m de la mine St-Charles, un poste spécial fut commandé pour fermer au moyen de barrages les galeries de ce niveau et pour empêcher ainsi l'accès de l'air dans ces travaux que l'on devait ensuite abandonner. Vers minuit, le travail était presque terminé, vingt-huit ouvriers étaient occupés à ce moment dans la mine, lorsqu'une explosion suivie d'une forte chasse de gaz se produisit. Une partie des ouvriers purent remonter au jour et donner l'alarme. On retrouva, dans une galerie, un porion qui vivait encore mais qui mourut presque aussitôt. A peu de distance, gisaient deux mineurs asphyxiés. Sept autres ouvriers avaient reçu des brûlures et des contusions.

Remarques particulières. — L'explosion a dû être produite par un fort éboulement qui, en déplaçant une grande quantité de gaz, aurait détruit des barrages et mis de la sorte le grisou en contact avec la flamme de l'incendie.

Indications générales. — L'air arrivait du puits St-Charles par la voie de fonds de 238^m, passait successivement aux avancements des diverses galeries de traçage en direction, était porté par des canards aux fronts de taille des chantiers et revenait par un recoupage horizontal à la voie de fonds de 196^m, d'où il regagnait le puits.

Le tirage à la poudre était défendu d'une manière générale. On n'en faisait usage que dans certaines circonstances exceptionnelles, l'absence du gaz ayant été constatée par un porion.

Circonstances de l'accident. — Le porion, visitant un chantier, recommanda aux deux ouvriers qui y travaillaient de prolonger la ligne des canards qui se trouvait un peu trop en arrière du front de taille. Les mineurs ne tinrent aucun compte de cette observation. Plusieurs heures après, ils préparèrent un coup de mine, l'allumèrent et se retirèrent à quelques mètres de distance dans la galerie. Le coup, en partant, occasionna une explosion de grisou. La porte d'aérage fut brisée, la ligne de canards disloquée et quelques éboulements eurent lieu. Pour pouvoir arriver jusqu'à l'endroit de l'accident, on dut reconstruire la ligne de canards pour rétablir l'aérage du chantier. Les deux victimes y furent retrouvées mortes.

Remarques particulières. — On a attribué l'accident à un dégagement subit de grisou dans la galerie. Le porion, lors de sa visite, n'ayant pas reconnu la présence du gaz.

STATISTIQUE DES ACCIDENTS DE GRISOU.
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA MOSELLE

1. — Concession

CAUSES DE L'ACCIDENT									
N ^o s d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	NOMBRE d'ouvriers		Ouvriers au fond. 6	PRODUCTION annuelle de la mine. 7	Causes directes		Causes indirectes. 10
			Tués. 4	Blessés. 5			de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
730	1868 5 Jan- vier.	Puits Wendel.	3	»	1184	180020	Dégagement du grisou des parois d'un puits qui ne se trouvait provi- soirement aéré que par diffusion.	Lampe de sûreté ouverte.	Imprudence victimes qui, malgré la défense melle, avaient vert leurs lampes de sûreté.
731	Id. 24 No- vembre.	Mine de Petite- Rosselle. — Puits Saint- Joseph. — Étage d. 3 2 ^m .	»	5 Brûlés dont 1 griève- ment.	Id.	Id.	Dégagement abondant de gri- sou de la roche encaissant la houille.	Flamme d'un coup de mine.	»

11. — GROUPE DES VOSGES SEPTENTRIONALES.

a. — Département de la Moselle.

Schneecken (suite).

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — La branche du courant d'air destinée à la ventilation du puits Wendel était provisoirement interrompue. La petite quantité de grisou qui s'y trouvait parfois ne provenait que des parois du puits.

Le service de la lampisterie était fait par une femme qui remettait aux ouvriers les lampes fermées au moyen d'une clef spéciale.

Un arrêté, affiché en allemand et en français, défendait très sévèrement aux ouvriers de porter sur eux aucun objet pouvant servir à se procurer ou à entretenir du feu.

Circonstances de l'accident. — Trois mineurs travaillaient au muraillement du Puits Wendel ; ils étaient installés sur un plancher situé à 3^m environ en contrebas de l'accrochage de 175^m. Vers six heures du soir, une explosion s'y fit entendre.

On descendit aussitôt et l'on constata que le plancher ainsi qu'un second échafaudage, placé un peu au-dessous, avait été détruits. Les cadavres des trois victimes qui avaient été entraînées au milieu des débris, furent retrouvées au fond du puits.

Remarques particulières. — Des trois lampes de sûreté dont les ouvriers étaient munies, l'une était restée accrochée aux boisages du puits ; elle était en bon état, mais on voyait qu'elle avait été ouverte ; la seconde, passée encore au bras de l'une des victimes, était de même. De la troisième, on ne retrouva que la partie supérieure ; le cylindre en cristal n'existait plus, mais le cylindre en toile métallique, les montants et la douille filetée qui servait à réunir le réservoir à la partie supérieure de la lampe étaient en bon état ; les filets du pas de vis de la douille ne présentaient aucune trace de détérioration et tout indiquait que la séparation n'avait pas eu lieu d'une manière violente et par arrachement. Enfin, les victimes avaient toutes, dans leurs poches, des allumettes, du tabac et des pipes.

Les victimes avaient dû évidemment ouvrir leurs lampes.

Indications générales. — L'aérage général était excellent.

La roche encaissant la houille dégagait beaucoup de grisou et le tirage des coups de mine ne s'effectuait qu'avec de grandes précautions et sous la surveillance d'un porion spécial.

Circonstances de l'accident. — On avait tiré trois coups de mine à l'avancement d'un travers-bancs et deux dans le percement d'une galerie de contournement du Puits Saint-Joseph. Le tirage des trois premiers coups dans la galerie s'était effectué sans incident, ainsi que celui du quatrième, dans la galerie en percement ; mais le cinquième, tout en produisant son effet d'abatage, déterminait l'inflammation des gaz qui se dégagèrent de la roche. Lorsque les ouvriers revinrent à l'avancement de la galerie,

STATISTIQUE DE
A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA MOSELLE

1. — Concession

Nos d'ordre. 1	DATE de l'accident. 2	LIEU de l'accident. 3	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond. 6	PRODUCTION annuelle de la mine. 7	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflammation du gaz. 9	
						Tonnes.			
732	1870 2 Juin.	Mine de la Petite-Rosselle. — Puits Saint-Charles. — Veine Saint-Jean.	4 dont 2 Brûlés et 2 Asphyxiés.	5 dont 2 Brûlés et 3 Asphyxiés.	1484	189218	Insuffisance de ventilation et arrêt du travail dans une galerie arrêtée au milieu d'un accident de la couche. Dégagement du gaz dans une galerie voisine par suite du tirage d'un coup de mine.	Flamme d'un coup de mine	•

ACCIDENTS DE GRISOU.

11. — GROUPE DES VOSGES SEPTENTRIONALES.

a. — Département de la Moselle.

Schnaenecken (suite).

OBSERVATIONS.

11

après le départ du coup, il se produisit une petite explosion qui leur roussit les cheveux et la barbe et mit, en même temps, le feu au garnissage en étoupes de la cloison qui amenait l'air à l'avancement. Deux ouvriers, qui s'étaient précipités pour éteindre ce commencement d'incendie, furent brûlés, l'un légèrement, l'autre grièvement, par une deuxième explosion. Enfin, il s'en produisit une troisième, qui éteignit le feu pendant qu'on tentait un nouvel essai à la suite duquel un maître-mineur et deux ouvriers furent encore légèrement brûlés.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à présenter un projet de mesures assurant d'une manière convenable la sécurité des ouvriers pendant le tirage des coups de mine.

Indications générales. — L'aérage était obtenu au moyen d'un ventilateur aspirant, en communication avec l'un des compartiments du puits St-Charles.

L'air entrant par l'autre compartiment, arrivait par le travers-bancs de 280^m dans une voie de fond en percement dans la veine St-Jean, revenait par une galerie conjuguée, s'élevait dans les niveaux supérieurs et regagnait le puits par deux recoupages et deux niveaux des veines Désirée et Trompeuse.

Circonstances de l'accident. — On perceait, dans la veine St-Jean, la voie de fond au niveau de 280^m et une galerie conjuguée à un niveau supérieur. Depuis deux mois la voie de fond se trouvait dans un accident, on y travaillait à la poudre et le grisou s'y montrait en si faible quantité qu'on croyait n'avoir pas besoin de se servir du ventilateur destiné à envoyer de l'air au front de taille qui se trouvait à 25^m de la dernière remontée.

La galerie conjuguée qui avait toujours donné beaucoup de gaz avait dû être arrêtée au voisinage de l'accident; son accès était interdit aux ouvriers.

Le 2 juin, les deux ouvriers travaillant à l'avancement de la voie de fond avaient préparé deux coups de mine. Le porion, chargé de la surveillance du tirage à la poudre, fit allumer les coups après avoir visité le chantier et se réfugia avec les deux mineurs au pied de la dernière remontée.

Le premier coup partit sans incident; mais aussitôt après le départ du second, les ouvriers virent arriver une traînée de flammes qui, passant sur leurs têtes et suivant le courant d'air, parcourut la remontée et la galerie conjuguée dans laquelle une troisième explosion se produisit. Tous trois s'étaient enfuis dans la voie de fond. L'un d'eux eut le crâne fracassé et mourut peu après avoir été remonté au jour; le second fut légèrement brûlé et le porion n'eut aucun mal. Un autre ouvrier, qui se trouvait dans la voie de fond, fut partiellement asphyxié; un quatrième, dans la même voie à 260^m du front de taille, fut contusionné et légèrement brûlé. Deux ouvriers furent brûlés et mutilés dans la galerie conjuguée et moururent des suites de leurs blessures.

Enfin un dernier ouvrier, qui se trouvait dans le retour d'air à 1200^m du lieu de l'accident, fut atteint par les gaz résultant de l'explosion et mourut quelque temps après sa sortie de la mine.

Deux porions, descendus une heure après l'accident pour ouvrir des portes d'aérage dans le but d'activer le courant d'air, tombèrent asphyxiés, mais purent être sauvés. Les dégâts matériels furent insignifiants.

Remarques particulières. — Malgré son activité, le courant d'air n'était pas suffisant pour enlever le grisou qui se dégageait en abondance dans la galerie conjuguée. Le gaz s'y accumulait au toit sur une

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA MOSEINE

1. — Concession

[illegible]

2. — Concession

733	1866	Puits	3	»	252	Tonnes 46.379	Renversment de l'aérage par suite de la baisse subite des eaux dans le fond d'un puits.	Lampe de sûreté ouverte.	Imprudence de l'une des vic- tims qui avait re- vert sa lampe dans un endroit manifestement rempli de grisou.
-----	------	-------	---	---	-----	------------------	--	--------------------------------	---

14. — GROUPE DES VOSGES SEPTENTRIONALES.

a. — Département de la Moselle.

de Schnœenecken (suite).

OBSERVATIONS

11

épaisseur moyenne de 0^m30 ; de plus, le ventilateur établi dans la voie de fond ne fonctionnant pas, cette voie n'était aérée que par diffusion sur 25^m de longueur.

Le grisou allumé par le second coup de mine s'était-il dégagé après le départ du premier ou existait-il auparavant dans l'une des cavités du toit et n'aurait-il été allumé par le second coup de mine que parce que celui-ci était dirigé de bas en haut ? Les deux hypothèses ont été regardées comme également vraisemblables. Quoiqu'il en soit, la gravité de l'accident n'a été attribuée qu'à l'accumulation du gaz dans la galerie conjuguée.

Le règlement de la mine ne défendait le tirage des coups de mine que lorsque le dégagement du grisou était considérable.

Cet accident montre le danger du travail à la poudre dans le voisinage d'ouvrages renfermant une quantité notable de grisou et celui que présentent les coups de mine successifs ; le gaz pouvant se dégager après le départ de l'un d'eux et être allumé par les suivants.

de Carling.

Indications générales. — Le Puits Saint-Max dont la profondeur a 372^m était partagé, suivant son diamètre, en deux compartiments, dont l'un renfermait les échelles et les pompes d'épuisement et l'autre les cages d'extraction. La séparation entre les deux compartiments était hermétique jusqu'à la profondeur de 245^m ; le compartiment des échelles et des pompes était fermé horizontalement à ce niveau et constituait le geyser de retour d'air.

L'air, appelé par un ventilateur Guibal placé au-dessus du compartiment des échelles, entrait dans le puits par le compartiment des cages, pénétrait dans la galerie à travers-bancs du niveau de 280^m parcourait les travaux de la couche Ermance au-dessus de ce niveau, montait ensuite par une descenterie nouvellement ouverte au niveau de 230^m, parcourait au-dessus et au-dessous de ce niveau, les travaux des couches Grande-Berthe et Petite-Berthe, revenait vers ce point par la galerie à travers-bancs de 230^m, montait par un puits spécial au niveau de 215^m, et de là se rendait au ventilateur par le goyau de retour d'air.

Circonstances de l'accident. — Trois ouvriers munis de lampes Davy descendaient dans le puits Saint Max. Au moment où ils arrivaient sur le premier palier à claire-voie du compartiment des

A. — MINES DE HOUILLE

1. — BASSIN DE LA MOSELLE

3. — Concession

[illegible]

3. — Concession

734	1869	Puits N° 1.	»	»	★ 108	★ 9400	»	Flamme d'un coup de mine.	»
	Fé- vrier.	— Petite Couche. — Niveau de 317m.							

* Pour l'année 1868.

11. — GROUPE DES VOSGES SEPTENTRIONALES.

a. — Département de la Moselle.

de Carling (suite).

OBSERVATIONS.

11

échelles à environ 5 m au-dessous du sol, deux lampes s'éteignirent, ce qui indiquait clairement la présence du grisou. Malgré les avis de camarades, celui dont la lampe était resté allumée la dévissa sans tenir compte de l'allongement de la flamme pour rallumer les deux autres. A peine avait-il enlevé le réservoir, qu'une explosion violente se produisit. Le chef porion, qui se trouvait à ce moment à l'orifice du puits, entendit une détonation.

Remarques particulières. — Les lampes étaient distribuées non allumées. Au moment d'entrer dans le puits, les mineurs les dévissaient au moyen d'une clef suspendue à une chaîne scellée au mur du chauffage, les allumaient et les revissaient complètement. Lorsqu'une lampe s'éteignait, elle était portée à l'accrochage le plus voisin, dévissée au moyen d'une clef également enchaînée, rallumée et revissée. Des surveillants visitaient les lampes dans les chantiers et des amendes étaient infligées aux mineurs dont les lampes n'étaient pas complètement vissées.

Pendant qu'il se précipitait par le puits du chauffage pour porter secours aux victimes, une nouvelle flamme apparut, mais sans explosion. Les trois ouvriers purent remonter au jour, mais horriblement brûlés ; ils moururent des suites de leurs blessures.

Le chef porion avait visité les chantiers le matin même et n'avait pas reconnu la présence du gaz. Il avait constaté l'abaissement du niveau de l'eau dans le puits.

Toutefois, l'arrivée inévitable du grison dans le puits, par suite de la baisse du niveau des eaux était prévue et les ouvriers avaient reçu l'ordre formel, s'ils constataient la présence du gaz, de remonter immédiatement pour en rendre compte.

de l'Hôpital.

Circonstances de l'accident. — Un coup de mine, tiré dans les travaux de la petite couche au niveau de 317^m, a enflammé le grisou et déterminé un incendie dans une portion de la veine.
Il n'y a pas eu de victimes.

Mesures prises à la suite de l'accident. — On a immédiatement circonscrit, au moyen de barrages, ce quartier incendié.

STATISTIQUE DES
B. — MINES DE LIGNITE
1. — BASSIN DE FUYEAU
Concession du
(Instituée par décret

N ^o d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes.
4	2	3	4	5	6	7	de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	10
735	1874 Fé- b e.	?		1 Brûlé grièvement.	46	Tonnes 3850	Interruption partielle de l'aérage, dans une taille en remonte, par suite de la chute du rideau qui forçait l'air à y passer.	Lampe à feu nu.	Défaut de surveillance des chefs de poste, qui avaient pu s'apercevoir de la chute du rideau, et qui ne l'avaient pas fait relever. Négligence de la part de la victime, qui n'avait pas visité avec assez de soin les remblais et le barrage, avant de pénétrer dans le chantier avec une lampe à feu nu.

2. — BASSIN DE MANOSQUE

1. — Concession

(Instituée par décret

736	1879 16 Décembre.	Galerie Tournail		1 Brûlé grièvement.	45	15.241	Chômage du dimanche dans une cheminée aérée seulement par diffusion.	Lampe à feu nu.	
-----	----------------------	---------------------	--	---------------------------	----	--------	--	-----------------	--

ACCIDENTS DE GRISOU.

1. — GROUPE DE PROVENCE.

a. — Département des Bouches-du-Rhône.
Pont du Jas de Bassas.

du 25 avril 1899¹.

OBSERVATIONS.

41

Indications générales. — L'aérage était suffisant. Il était produit par l'échauffement de la colonne d'air dans le puits de sortie, au moyen des tuyaux d'échappement de vapeur de la machine d'épuisement qui était établie au fond.

A la suite de la constatation faite, quelques mois auparavant, de la présence du grisou dans les chantiers les plus profonds, on avait amélioré les conditions du travail dans la mine. Chaque compagnie d'ouvriers avait reçu une lampe de sûreté qui devait brûler constamment à l'extrémité du chantier et déclater, par l'allongement de sa flamme, la présence du gaz. Tous les chantiers étaient visités chaque matin, avant l'arrivée des ouvriers, par un maître-mineur, muni d'une lampe de sûreté. Ce surveillant allumait deux lampes à feu nu dans ceux des chantiers où il n'avait pas trouvé de gaz. Les ouvriers étaient prévenus par là, qu'on pouvait y travailler sans danger.

Circonstances de l'accident. — Le maître-mineur, chargé de la visite quotidienne des travaux avant l'entrée des ouvriers, avait pénétré dans une taille en remonte, bien qu'il se fût aperçu de la chute du rideau en toile qui forçait l'air à circuler dans ce chantier, il reconnut, en promenant sa lampe, que, malgré l'existence d'un havage assez profond s'étendant sur la moitié environ de la longueur de la taille, celle-ci ne renfermait pas de gaz. Étant revenu au même chantier quelques instants après, avec une lampe à feu nu, il provoqua une inflammation de grisou. Voyant la flamme se propager, il ferma les yeux et la bouche et se jeta à terre. Mais le feu prit à ses vêtements et lui fit des brûlures qui se trouvèrent aggravées par la nécessité où il se trouva de remonter au jour en suivant une voie traversée par un courant très vif d'air frais.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités :

1^o A substituer des portes solides aux simples rideaux de toile servant à guider le courant d'air ;

2^o A organiser le travail de façon qu'un havage commencé ne restât pas interrompu jusqu'à la reprise du poste suivant ;

3^o A munir de lampes de sûreté tous les ouvriers occupés dans les quartiers où la présence du grisou aurait été constatée.

b. — Département des Basses-Alpes.
de Gaude.

du 18 Septembre 1831).

Indications générales. — La présence du grisou n'avait jamais été constatée dans la mine. On y travaillait à feu nu.

Circonstances de l'accident. — On avait amorcé, depuis quelques jours, dans une veine de 4^m de puissance, une cheminée d'aérage qui devait relier les deux galeries Tournail et Mathilde.

Au moment de la reprise du travail, un lundi matin, l'ouvrier qui était occupé à ce chantier ayant entendu un crépitement particulier, éleva sa lampe à feu nu au-dessus de sa tête, pour se rendre compte de ce fait. Aussitôt une inflammation se produisit, suivie d'une forte détonation. L'ouvrier fut brûlé assez grièvement.

B. — MINES DE LIGNITE

1. — BASSIN DE MANOSQUE

1. — Concession

Nos d'ordre.	DATE de l'acci- dent.	LIEU de l'acci- dent.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes indirectes
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflam- mation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. — GROUPE DU HAUT-RHONE.

1. — BASSIN D'ENTREVERNES

1. — Concession

(Instituée par décret

737	1879	Galerie de fond.	3	24	Tonnes.	1893	Chômage du Dimanche dans un chantier en cul-de-sac aéré seulement par diffusion.	Lampe à feu nu.	Négligence du chef de poste n'avait pas de lampe de sûreté.
	3 Juin.		Brûlés assez grièvement.						

1. — GROUPE DE PROVENCE.

b. — Département des Basses-Alpes.

de Gaude (suite).

OBSERVATIONS.

11

Remarques particulières. — On a constaté, après l'accident, la présence effective du grisou dans ce chantier. En y pénétrant avec une lampe de sûreté, on remarqua que cette dernière brûlait normalement jusqu'à une hauteur de 1^m50; à 2^m, la flamme s'entourait d'une auréole blanchâtre; à 2^m50, le treillis commençait à se remplir de flammes.

Plusieurs fois avant l'accident, l'ouvrier qui en a été la victime, avait entendu le même crépitement dû au dégagement du grisou. Il l'avait signalé au chef de poste et au chef des travaux; mais ceux-ci n'en avaient pas soupçonné la cause et ne s'étaient pas occupés de la rechercher.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à produire un projet de règlement intérieur assurant la sécurité de leurs ouvriers contre le grisou.

2. — GROUPE DU HAUT-RHONE.

d. — Département de la Haute-Savoie.

d'Entrevernes.

du 21 Septembre 1819).

Indications générales. — L'aérage se faisait naturellement, entre deux galeries débouchant au jour à des niveaux différents.

La présence du grisou avait été plusieurs fois constatée dans les travaux; mais, malgré l'emploi des lampes à feu nu, aucun accident n'était arrivé depuis 1867.

Deux lampes de sûreté étaient déposées au fond du puits, mais leurs tamis étaient complètement oxydés.

Circstances de l'accident. — Trois ouvriers se rendaient le lundi matin au chantier qu'ils avaient quitté le samedi soir. L'un d'eux qui marchait quelques pas en avant, était presque arrivé à l'entrée, lorsqu'une explosion se produisit et les brûla assez grièvement. Ils tombèrent à terre, appelant au secours. Le sauvetage se fit rapidement.

L'inflammation s'est propagée jusqu'à l'origine de la galerie où elle avait pris naissance. Un ouvrier, qui s'y trouvait, a eu simplement les cheveux roussis.

Remarques particulières. — Le chantier où l'accident s'est produit était en cul-de-sac et aère seulement par diffusion.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à produire un projet de règlement intérieur préparé spécialement en vue du grisou.

Les Ingénieurs du service local des mines ont été priés d'étudier la question de l'aérage de cette mine.

STATISTIQUE
C. — MINES
a. — DÉPARTEMENT
1. — Concessions
(Instituée par décret

N ^{os} d'ordre. 1	DATE de l'acci- dent. 2	LIEU de l'acci- dent. 3	N O M B R E d'ouvriers		O U V R I E R S au fond. 6	P R O D U C T I O N annuelle de la mine. 7	C A U S E S D E L'ACCIDENT		
			Tués. 4	Blessés. 5			Causes directes		Causes indirectes. 10
							de l'accumulation du gaz. 8	de l'inflam- mation du gaz. 9	
1	2	3	4	5	6	Tonnes.	8	9	10
738	1876 24 Dé- cembre.	?	•	•	96	3351	Suspension du travail pendant une demi-journée dans une galerie en remonte.	Lampe à feu nu	•
739	1877 15 Fé- vrier.	?	»	»	112	13431	•	Id.	•
740	Id. 15 Mai.	Puits N ^o 2.	1 Brûlé.	»	Id.	Id.	Remontée en cul-de-sac abon- donnée depuis plusieurs jours.	? Lampe à feu nu.	Imprudence probable de la victime qui s'est introduite, avec une lampe à feu nu, dans un ter- rier abandonné.
741	Id. 16 Mai.	Id.	»	2 Brûlés assez griève- ment.	Id.	Id.	Interruption momentanée de la ventilation dans une remontée en cul-de-sac	Id.	Défaut de surveillance de part des agents de l'exploitation. Imprudence l'une des vic- times qui s'était engagée, avec une lampe à feu nu, dans une remontée en cul- de-sac momen- tément ventilée.

ACCIDENTS DE GRISOU.
SCHISTES BITUMINEUX.
DU VAR.
de Boson.
16 Mars 1859).

OBSERVATIONS.

11

Circonstances de l'accident. — Un manoeuvre détermina une explosion de grisou en pénétrant avec une lampe à feu nu dans une remontée qui était abandonnée depuis une demi-journée. L'ouvrier ne fut pas blessé.

Circonstances de l'accident. — Un maître-mineur visitant avec une lampe à feu nu une galerie d'allongement, éleva cette lampe au toit pour l'examiner et détermina une explosion de grisou qui ne lui fit aucun mal.

Indications générales. — L'aérage se faisait naturellement par les puits inclinés N^o 1 et N^o 2 par la galerie de roulage; le courant d'air était assez vif.

Circonstances de l'accident. — A 15^m au sud du puits incliné N^o 2, on avait ouvert, dans la galerie de roulage, une remontée de 4^m de longueur. Le percement en était suspendu depuis plusieurs jours, lorsqu'un ouvrier en y pénétrant pour chercher un bout de tuyau, détermina une explosion de grisou qui le rejeta violemment dans la galerie de roulage et le brûla mortellement.

Remarques particulières. — La remontée était aérée, pendant le travail, au moyen d'un ventilateur. La victime était probablement munie d'une lampe à feu nu.

Circonstances de l'accident. — A 15^m au nord du puits incliné N^o 2 on avait ouvert dans la galerie de roulage une remontée de 8^m de longueur. Deux ouvriers entraient dans cette remontée pour reprendre leur travail; l'un d'eux, portant une lampe à feu nu, occasionna une explosion qui les brûla tous deux assez grièvement.

Remarques particulières. — La remontée était aérée au moyen d'un ventilateur qui ne fonctionnait pas au moment où l'accident s'est produit.

STATISTIQUE DE
D. — MINES DE
a. — DÉPARTEMENT
Concession
(Instituée par décret du

(insérée par décret)

Nos d'ordre.	DATE de l'accident.	LIEU de l'accident.	NOMBRE d'ouvriers		OUVRIERS au fond.	PRODUCTION annuelle de la mine.	CAUSES DE L'ACCIDENT		
			Tués.	Blessés.			Causes directes		Causes directes.
							de l'accumulation du gaz.	de l'inflammation du gaz.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
742	1872 5 Mars	Puits des Députés.	»	1 Brûlé légèrement	450	Tonnes 4177	Cheminée en percement de 30 ^m de longueur aérée seulement par diffusion.	Lampe à feu nu.	•
743	1877 24 Avril.	Id.	»	Id.	★ 210	★ 1286	Interruption de l'aérage dans une taille, par suite d'une inondation.	Id.	Imprudence de la victime qui s'était engagée avec une lampe à feu nu, dans une taille où la présence de gaz inflammable était à craindre
744	Id. 4 Juin.	Id.	»	2 Brûlés dont 1 grièvement.	Id.	Id.	Présence du gaz inflammable dans une taille après le tirage d'un coup de mine	Id.	Imprudence des deux victimes qui ne prévinrent pas le surveillance de la présence de grisou dans la taille et rentrèrent dans cette taille avec des lampes à feu nu

★ Pour l'année 1876.

ACCIDENTS DE GRISOU.
PLOMB ARGENTIFÈRE.
D'ILLE-ET-VILAINE.
de Pont-Péan.
11 Janvier 1829).

OBSERVATIONS.

11

Indications générales. — Dans la région Sud du Puits des Députés, on perceait une cheminée pour relier le vingt-quatrième niveau au vingtième. La longueur de cette cheminée dépassait 30^m. On avait déjà reconnu, dans cette partie de la mine, quelques traces de gaz sortant de fissures étroites.

Circonstances de l'accident. — Un ouvrier, se rendant à son travail à l'avancement de la cheminée, remarqua que la flamme de sa lampe s'allongeait sensiblement. Il fractionna son ascension, en laissant chaque fois sa lampe au-dessous de lui et en agitant l'air avec sa veste. A quelques mètres du front de taille, une faible explosion se produisit et causa à cet ouvrier des brûlures sans gravité.

Mesures prises à la suite de l'accident. — Le percement de la cheminée fut achevé de haut en bas, et en se servant de lampes de sûreté.

Indications générales. — Des gaz inflammables se dégageaient avec persistance, mais en faible quantité, d'un quartier de la mine. Aussi, après chaque interruption de la circulation de l'air, on ne pénétrait dans les chantiers qu'un certain temps après le rétablissement de l'aérage et encore avec des précautions particulières.

La nature de ces gaz n'a pas été déterminée d'une manière certaine.

Circonstances de l'accident. — Par suite d'un arrêt de la machine d'épuisement, la galerie du vingt-quatrième niveau avait été inondée. Pour empêcher les eaux de se rendre dans le vingt-septième niveau, on avait barré la traverse qui reliait le puits à cette galerie. Après l'épuisement des eaux, on enleva le barrage pour rétablir la circulation de l'air. Vingt minutes après, un des ouvriers qui avaient effectué ce travail se rendit avec une lampe à feu nu, dans une taille voisine, où il pensait trouver un outil dont il avait besoin.

En y pénétrant, il mit le feu à une petite quantité de gaz et fut brûlé légèrement.

Remarques particulières. — La taille où l'accident s'est produit n'avait été qu'en partie envahie par l'eau ; elle contenait du gaz qui s'y était accumulé pendant l'inondation et que la circulation de l'air, rétablie depuis peu, n'avait pas encore chassé.

Circonstances de l'accident. — Deux ouvriers, en rentrant, après l'explosion d'un coup de mine, dans une taille du vingt-quatrième niveau, s'étaient aperçus, à l'allongement de la flamme de leurs lampes à feu nu, de la présence de gaz dans le chantier.

Ils se retirèrent, après avoir démolé un petit échafaudage qui pouvait nuire à la circulation de l'air. Une demi-heure ou trois quarts d'heure plus tard, comme ils rentraient dans la taille, une de leurs lampes à feu nu occasionna une explosion. Ils furent brûlés tous deux : celui qui marchait le premier, assez fortement ; l'autre, légèrement.

STATISTIQUE DES
D. — MINES DE
a. — Département
Concession

[illegible]

E. — MINES
a. — DÉPARTEMENT
1. — Concession
(Instituée par décret du

745	1865	Puits	I	"	80	5730	?	Lampe à feu nu.
	7 Mars.	N° 7	Brûlé				Fissure existant à la base d'un puits situé au voisinage d'an- ciens travaux.	

ACCIDENTS DE GRISOU.
PLOMB ARGENTIFÈRE.
d'Ile-et-Vilaine.
de Pont-Péan (suite).

OBSERVATIONS.	
	11
Remarques particulières. — La circulation de l'air dans la taille où a eu lieu l'accident, était assez active, en raison du voisinage du puits, qui n'en était éloigné que de 25 à 30^m. Le gaz se montrait accidentellement dans cette taille. Il aura pu se dégager de fissures ouvertes par le coup de mine. Mesures prises à la suite de l'accident. — Les exploitants ont été invités à produire un règlement d'exploitation en vue des dangers résultant des dégagements de gaz.	
DE FER. DU DOUBS. d'Exincourt. 2 Juillet 1864).	
Circonstances de l'accident. — Au moment de la reprise du travail au puits N^o 7, après une interruption de deux heures, un ouvrier descendant dans ce puits, profond de 30^m. A 10^m au-dessus du puisard, sa lampe à feu nu détermina une forte explosion de grisou qui le brûla grièvement. Il fut remonté immédiatement et mourut le lendemain. Remarques particulières. — Le puits N^o 7 était placé sur les confins des anciens travaux du puits N^o 1 où du grisou avait dû s'accumuler. Le gaz se serait échappé par une fissure existant à la base du puits N^o 7. Une explosion du même genre mais beaucoup moins forte avait eu lieu, en 1843, dans un puits de Charmont; il n'en était résulté aucun accident.	

Fin de la statistique détaillée.
(Les tableaux récapitulatifs à une prochaine livraison).

ÉLOGE

DE

M. CHARLES COMBES

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES,
DIRECTEUR DE L'ÉCOLE NATIONALE DES MINES,

Par M. J. BERTRAND, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

(Lu dans la séance publique annuelle du 21 décembre 1885.)

Messieurs, faire chaque jour son devoir, se préparer à celui du lendemain, allier à la bonté une rigoureuse justice, étudier sans cesse, tourner la science au profit de tous : telles furent les maximes de Charles Combes, tel est le résumé de sa vie.

Fils unique d'un brave officier que le service n'avait pas enrichi, Combes, encore enfant quand il perdit son père, continua au lycée de Cahors, comme boursier de la ville, les études commencées dans une petite pension. Docile et studieux, réussissant à tout, il excellait en mathématiques. Les maîtres de Cahors enseignaient les éléments, rien de plus. Combes aspirait plus haut. C'était alors, et c'est encore peut-être, la coutume des lycées de Paris de se disputer avec une générosité intéressée l'avantage d'admettre à leurs leçons, pour les associer aux tenants de leurs concours, les lutteurs éprouvés en province. Madame Combes accepta, presque à regret, la bourse offerte en mathématiques spéciales à l'enfant résolu qui, pour entrer à l'École polytechnique,

ne demandait à sa mère que des livres et ne doutait pas du succès. Ni le collège, ni madame Combes, n'eurent rien à regretter. Le sergent-major de la promotion de 1818, Charles Combes, comme Élie de Beaumont l'année précédente, sortit de la classe du professeur Dinet. L'excellent maître, pour gagner deux parties de suite à ce jeu hasardeux des examens, avait eu en main de belles cartes !

Simple et docile sous la main de ses maîtres, Combes dans toutes les écoles gardait le premier rang. Ingénieur des mines, suivant le choix qu'il avait fait, deux années lui suffirent pour obtenir avant ses condisciples et en même temps que ses anciens, — l'un d'eux était Élie de Beaumont, — le titre d'élève hors de concours.

Un voyage d'exploration est, à l'École des mines, un utile délassement après de fortes et méthodiques études. Quêteurs attentifs de toute vérité, contemplateurs curieux de toute chose inconnue, les jeunes savants, sans dessein régulier, n'ont mission que de regarder et de voir en s'étendant sur un champ vaste et libre ; leur seule règle et leur unique contrainte est d'étudier sur place, après de curieuses recherches, deux questions qui leur sont proposées.

La variété et le choix du savant butin de Combes furent loués par ses maîtres, on pouvait le prévoir ; les *Annales des mines* imprimèrent les deux mémoires, c'était un grand honneur ; l'un d'eux, succès inouï dans les fastes de l'École, fut traduit dès le mois suivant et reproduit dans les *Archives de Karsten*.

La méthode catalane pour extraire le fer, épave singulière de la métallurgie antique, était l'un des sujets proposés à son attention. Venue de l'Orient, disent les vieux auteurs, importée en Espagne par les Phéniciens, elle tombe en vétusté, disparaît et s'éteint. Les manipulations sont simples, l'outillage peu coûteux, les produits

excellents; les vieux foyers cependant deviennent chaque jour plus rares. Les scories rejetées sont trop abondantes et trop riches. Lorsque d'étroits sentiers impraticables aux chars n'amenaient aucun acheteur, lorsque la mine appartenait à tous, lorsque, sans droit de leude ni subside, chacun pouvait gaspiller d'interminables richesses, charbonner dans la forêt, s'emparer d'une chute d'eau, et, sans rien dépenser que sa peine, produire le fer utile à ses besoins, on mêlait sans regret aux cailloux du chemin le mâchefer métallique et sonore. Aujourd'hui, tout s'achète et tout se pèse; on n'épargne, pour ne rien perdre, ni l'étude, ni le travail, et la routine est vaincue par la science.

Géologue sagace, métallurgiste habile, instruit dans l'art des mines, Combes était né mécanicien. Un mémoire sur les machines à vapeur fut le premier pas dans la voie qu'il a suivie si haut.

D'admirables réflexions sur la puissance motrice du feu, datées comme le mémoire de Combes de l'année 1824, relevaient l'éclat d'un nom illustre. Sadi-Carnot, dans cet immortel opuscule, dédaigne l'expérience, évite les calculs, l'évidence est sa preuve, et pour atteindre les extrémités son génie n'a marqué aucun pas sur la route.

Sans suivre ces lueurs nouvelles ni s'élever vers de si fiers sommets, Combes marchait avec ordre; attaché aux vieilles règles, il raisonnait sur les vieux principes; mesurant le travail, décomposant les forces, évaluant les températures, calculant les pressions, il réduisait les hypothèses en formules et les formules en chiffres. Un ingénieur alors considérable, le plus savant peut-être de son temps, s'écartant pour un jour de ses études habituelles, avait, en hésitant, proposé d'autres réponses. Inspecteur général des ponts et chaussées, professeur à l'École polytechnique, membre de l'Académie des sciences, Navier, pour taire ici ses autres titres, avait le rang,

l'autorité et le rôle dans la science, qu'un demi-siècle de solides travaux devait lentement transmettre à Combes. Il était comme lui généreux et modeste. Les conclusions bien motivées de Combes démentaient les siennes: ce fut un droit à la protection, un premier pas vers son amitié.

Mis en estime par de tels débuts, presque en relief, Combes, en quittant l'École des mines de Paris, devint professeur à celle de Saint-Étienne. Pour peu de mois seulement. Une seule fois dans sa vie, préoccupé de sa fortune, disons mieux, du bien-être de sa mère, il accepta en dehors du Corps des mines, à des conditions avantageuses, la direction d'une entreprise privée. La Compagnie de Sainte-Marie-aux-Mines, déçue dans ses espérances et embarrassée dans une voie douteuse, demanda ses conseils et l'accepta pour chef. Combes avait de belles preuves à faire.

Confidente de ses luttes et des soins inquiets de chaque jour, sa mère soutenait son courage par son expérience de la vie et le charme de sa bonté. Tout entière aux joies de son bien-aimé Charles, elle souriait au souvenir des mauvais jours dont le poids oublié l'inclinait vers la tombe. On a toujours la force d'être heureuse, madame Combes n'en eut pas le temps. Le 1^{er} janvier 1826, Combes, entrant dès le matin dans sa chambre, la trouva si pâle et si affaiblie qu'il ne se sentit pas le courage de lui souhaiter une bonne année. Ses craintes n'étaient pas vaines. Huit jours après elle sortit du lit sa main droite, et lui dit: « Adieu, mon enfant! » Je saisis cette main déjà glacée, écrit Combes dans une note pieusement conservée et je lui criai: « Non, pas encore! » Elle répéta: « Adieu! » Combes courut chercher un prêtre. A six heures elle lui dit: « Approche-toi de moi! — Que veux-tu? As-tu besoin de quelque chose? — Rien; approche-toi. » Ce furent ses dernières paroles.

Combes, dans sa grande tristesse, n'avait plus souci

de s'enrichir. Saint-Étienne lui fut un asile. Il regrettait la vie studieuse et tranquille du professeur. L'École regrettait ses leçons : on fut prompt à s'entendre, une chaire lui fut confiée. Par une heureuse rencontre, la direction d'une mine de houille située près de la ville se trouva vacante. Les tâches se complétaient. La théorie était le guide, la pratique le but, l'application servait de contrôle et d'exemple.

La vigilance de Combes n'a pas laissé de traces. Les archives de la mine de Firminy conservent exactement, depuis l'origine, le récit des explosions et des sinistres de tout genre. De 1828 à 1831, toutes les pages sont blanches.

La responsabilité cependant était terrible. L'asphyxie, il y a cinquante ans, faisait, dans les galeries de mine, plus de victimes que les explosions. Les mineurs s'appelaient, comme les sentinelles d'une place assiégée, prêts à courir dans l'ombre au secours du camarade dont la voix s'éteignait. Combes, pendant toute sa carrière, a poursuivi avec persévérance le grand problème de l'aérage des mines : nul n'a mieux réussi à épargner à d'autres les hésitations et les craintes dont chacune lui rappelait plus d'une nuit sans sommeil.

Appelé par ses maîtres à l'École des mines de Paris, Combes y apporta, avec ses traditions d'élève, l'autorité et le langage d'un professeur sûr de lui. L'enseignement embrassait l'art et la science du mineur. Après avoir deviné sur des indices ou jugé sur des preuves, de la présence ou du voisinage d'un minerai, un ingénieur habile, sans se soustraire aux émotions du hasard, doit accroître les chances, écarter les dangers, décider la grandeur et la direction des galeries, le diamètre des puits, suivant le terrain, choisissant le meilleur, soutenir avec la pierre ou étayer avec le bois, refouler les eaux, entraîner les gaz, descendre les ouvriers dans les pro-

fondeurs de la mine et les ramener sans fatigue. Beaucoup de savoir ne suffit pas. Dans l'abondance des faits enchaînés avec soin, le professeur doit choisir avec droiture d'esprit et se borner avec désintéressement. Instruit de tous les détails, savant à calculer, habile à bien dire, poussé du zèle d'être applaudi par ceux qu'il doit instruire, il peut soulever d'inutiles problèmes, discourir de questions ingénieuses, et pour faire de belles leçons, viser au-dessus du but. Nulle pensée chez Combes que pour ses élèves. Tendant à la pratique, montrant ses richesses sans confusion, sa science sans empressement, il s'élevait sans faire bruit de ses ailes.

Combes enseignait pendant six mois, il se préparait toute l'année. De fréquents voyages, travail et repos tout ensemble, renouvelaient pour lui les joies de la mission d'élève. Admis à tout voir, il voulait tout comprendre ; exercé aux calculs et aux mesures, il expliquait les anciennes pratiques, distinguait l'expérience de la routine et rapportait le progrès. Excellent voyageur, il savait tout regarder, tout interroger, admirer quelquefois et s'étonner à propos. Le manège d'un puits d'extraction enrichit un jour ses notes de voyage d'un doute souvent cité depuis. La benne dans laquelle on charge le charbon, est enlevée par une lourde chaîne. Chaque pas, en l'enroulant, la raccourcit et diminue le fardeau des chevaux. Pendant la descente ils demeurent sans action ; les arrêts enfin sont fréquents. Rien n'est plus éloigné du régime uniforme dont les avantages sont classiques. Le travail cependant dépasse le maximum annoncé. Faut-il en faire honneur à des bêtes de choix bien étrillées et bien nourries ? Faut-il douter de la règle ? Conseiller aux charretiers de réparer par des haltes fréquentes les forces de leur attelage ? Le fait est bizarre : Combes, témoin judiciaire, le rapporte sans y mêler aucun raisonnement et s'abstient prudemment de conclure.

Le forage d'un puits en terrain aquifère est hasardeux. Dès qu'on a fait un trou, les eaux s'y précipitent; on les refoule à grands frais, on dépense des millions, le cas n'est pas rare, et la moindre faute advenant, la nappe obstinée force les barrières, surmonte les obstacles, arrache et détruit tout pour reconquérir son niveau. Combes, presque chaque année, signalait de nouvelles tentatives et de nouveaux échecs. Il osa conseiller, sans garantir le succès, de forer, sans combattre les eaux, un puits de grand diamètre; l'épuisement viendrait après. Le problème était transformé. Un ingénieur belge a tenté l'épreuve et s'est enrichi. La méthode retient les noms de Kind et Chaudron, ceux qui en ajoutent un troisième font à Combes la part petite encore. L'Académie des sciences de Bruxelles avait mis au concours la recherche et la discussion des moyens de soustraire les travaux d'exploitation dans les mines de houille aux chances d'explosion et d'asphyxie. Quatorze concurrents, en discutant des cas différents, invoquaient les mêmes principes et s'inclinaient devant le même maître. L'Académie fit comme eux. Combes fut couronné sans avoir concouru.

Le ventilateur de Désaguiers, vanté longtemps comme le plus efficace des instruments d'aérage, conduisit Combes à l'étude des turbines. Les problèmes sont de même famille. Combes les discute sans les résoudre. Qui le pourrait? La science, heureusement, peut comparer sans connaître.

Galilée s'étonne, par la bouche de Salviati, que les grandes dimensions, en mécanique, déconcertent toutes les prévisions. Les cycloïdes, les sphères et les ellipses ne sont, dans les raisonnements, ni petites, ni grandes, ni médiocres. D'où viennent tant de mécomptes dans l'emploi des machines agrandies? Beau problème et profonde question! Newton a posé les principes, Combes s'appliquant aux détails assigne les variations de dia-

mètre, de chute, de vitesse et de dépense dont l'association, dirigée par des règles fort éloignées de l'évidence, respecte, dans l'unité de l'ensemble, l'harmonieux concert des mouvements et des forces. La bonne turbine reste un oiseau rare: Combes le rend fécond, c'est beaucoup.

Un train de chemin de fer, arrêté sur la voie, résiste sans s'ébranler au vent le plus violent. Pendant la marche tout change; le moindre effort le fait vaciller. Le frottement, cependant, n'est pas moindre, mais il retarde la vitesse de translation, et, pour ainsi parler, s'y appliquant tout entier, reste sans résistance contre les balancements transversaux. La solide analyse de Combes éclaircit cette image et suggère, pour combattre une instabilité fâcheuse, des préceptes suivis par les bons constructeurs.

Membre d'abord, puis président de la Commission des machines à vapeur, Combes étudiait les occasions et les causes des accidents et des catastrophes. Dans ces études, hélas! souvent renouvelées, les ingénieurs trouvent des modèles, les mécaniciens des règles de prudence, l'administration a puisé des instructions précises, des décisions efficaces et sévères. « La question est épineuse. Refuser une chaudière est une chose grave, écrivait en 1843 le rapporteur d'une commission. Cela ne peut se faire sans une cause évidente de danger. » Le scrupule est trop grand. Si le sacrifice d'une chaudière semble insupportable, la vie humaine pourtant est de plus grand prix, et, contre un danger évident, il est trop tard pour la protéger. Plus d'un livre classique a traité les explosions sans mentionner les travaux et les conseils de Combes. Qu'est-ce à dire? Nos louanges seraient-elles complaisantes? non pas! et il est aisé de répondre. Homme de devoir et homme d'action, notre confrère se hâtait vers la pratique. Le progrès conserve sa marque, et si, parmi tant de travaux et tant d'occupations différents, il a pu, s'ou-

bliant lui même, négliger d'y inscrire son nom, nous devons redoubler nos louanges; notre reconnaissance est juste.

Deux puissantes Compagnies avaient mêlé, puis séparé leurs intérêts : l'une réclamait à l'autre plus de cent millions; celle-ci se croyait quitte de toute dette. On ne s'accordait sur rien, si ce n'est dans le même respect pour la droiture de Combes, dans la même estime pour ses lumières. Il fut choisi pour arbitre unique et sans appel. Après avoir pendant plus d'une année examiné les faits, étudié les droits, écouté les parties, il rendit sa laborieuse sentence. Sur le chiffre des honoraires, comme sur le reste, il décidait à son plein arbitre. Il demanda dix-huit mille francs, en garda six et partagea les douze autres entre deux camarades éminents dont, pour alléger sa tâche, en conservant toute la responsabilité, il avait emprunté les lumières.

L'illustre Carnot disait en 1821 à son fils Sadi : « Lorsque de vrais mathématiciens s'adonneront à l'économie politique, il se créera une science nouvelle qui n'aura besoin que d'être échauffée par l'amour de l'humanité pour transformer le gouvernement des États. » Ce jour est loin encore. La géométrie ne trompe jamais, c'est son honneur et sa force, mais elle se refuse souvent. En économie politique, les expériences sont interdites, l'observation reste cachée, les mieux instruits des faits, trop engagés dans la querelle, sont loin de dire au vrai ce qu'ils savent et ce qu'ils font. Les hommes d'État chargés de préparer les traités de 1862 l'ont constaté, sans doute sans étonnement. Un savant accoutumé aux justes balances de la science, un ingénieur perspicace, un esprit élevé, indifférent aux colères et supérieur à la calomnie, était pour eux un auxiliaire indispensable : Combes, désigné par ses lumières, se montra digne du choix par sa prudence. Il a rendu service à tous, et, chose à peine croyable, tous lui ont rendu justice.

Fontenelle, qui ce jour-là fut profond, a dit, dans l'éloge d'Amontons : « Le mouvement perpétuel est, en mécanique, le seul problème qui soit impossible. » C'était un trait de génie. Le mouvement perpétuel est impossible ! C'est un axiome. Qu'en peut-on conclure ? Ne le cherchons jamais, nous qui sommes sages, et tenons-nous loin de ceux qui le trouvent. Mais en osant ajouter : lui seul est impossible ! Fontenelle marque d'un seul mot, sur chaque route de la science, la borne qu'on peut atteindre sans jamais la franchir. Des inventeurs illustres, Carnot, Mayer, Clausius, W. Thomson, d'autres encore, ont, un siècle plus tard, posé pour fondement et savamment suivi jusqu'aux derniers détails cet axiome échappé entre deux sourires. Combes hésita longtemps. Fidèle aux vieilles méthodes, c'est elles qu'il consultait. Il se défiait de l'évidence; heureux enfin de leur complet accord, il voulut le montrer à tous. Son livre sur la théorie mécanique de la chaleur est le guide le plus sûr vers cette science qu'il rend facile.

Des luttes ardentes et des inimitiés implacables troublaient l'Observatoire de Paris. Ni la science, ni la renommée, ni l'activité, ni le bon jugement ne faisaient défaut au directeur. Toutes ces qualités étaient méconnues ou déclarées inutiles; un esprit judicieux et bienveillant suffirait, disait-on, pour rétablir la concorde et terminer les embarras. L'histoire de ces luttes serait longue. On crut y mettre fin par un régime nouveau. Le *Journal officiel* du 5 février 1870 déférait tous les pouvoirs de la direction à trois hommes éminents, entre lesquels Combes, sans avoir étudié l'astronomie, paraissait le mieux préparé à l'apprendre. Le bon sens suffirait, disait-on, celui de Combes était connu de tous. La preuve qu'il en donna par un refus formel méritait place dans son Éloge.

En atteignant l'âge de la retraite, Combes conservait

toute la puissance de son esprit. L'Académie des sciences désormais, la Société d'encouragement et la Société d'agriculture devaient se partager son zèle. Un mal foudroyant l'enleva, à la veille du jour fixé, à la tendresse de ses enfants, à la confiance de ses élèves, à la sympathie de ses confrères.

Si Combes n'a pas laissé de chef-d'œuvre immortel, peu de savants plus laborieux ont appliqué plus utilement une science plus assurée et plus haute. Aucun n'a fait paraître, avec plus de droiture dans l'esprit, plus de sagesse dans les affaires. Aucun n'a caché un mérite plus solide sous une modestie plus insouciance. Aucun n'a laissé le souvenir d'un cœur plus dévoué, d'une bienveillance plus sincère. Aucun n'a réuni à un plus haut degré ces dons d'une aimable et belle nature, plus rares peut-être que le génie, plus précieux certainement que la gloire.

RÉSULTATS

DE

L'ENQUÊTE FAITE EN ANGLETERRE

PAR UNE COMMISSION SPÉCIALE

SUR LES ACCIDENTS DE MINES.

Par M. LORIEUX, ingénieur en chef des mines, secrétaire
du Conseil général des mines.

Par sa lettre du 19 mai 1886, M. le Ministre des travaux publics a communiqué au Conseil général des mines, pour examen et avis, un exemplaire du rapport adressé au Parlement anglais par la Commission d'enquête sur les accidents de mines.

Il a joint à cet envoi une lettre du consul général de France à Londres, en date du 21 avril, qui résume les résultats de l'enquête. La Commission a fonctionné pendant sept années et a procédé à des investigations très complètes sur les causes des sinistres et les perfectionnements à introduire dans l'exploitation des houillères. Depuis 1875, sur 11.165 décès, 2.562 ont été occasionnés par des explosions de grisou, 4.582 par des éboulements ou ruptures de boisage et 4.021 par des causes diverses. En ce qui concerne les éboulements, la Commission recommande une meilleure distribution de l'éclairage, qui permette une vérification plus facile des parois et de

l'état des boisages. Pour prévenir les accidents de grisou, elle conseille diverses modifications des procédés d'abatage de la houille, de forage des puits et galeries, elle insiste sur les précautions à prendre contre les poussières de charbon qui propagent les explosions. Elle préconise l'emploi de cartouches de dynamite avec enveloppe ou tampon d'eau ou de cartouches de chaux vive. Elle signale l'appareil Fleuss comme indicateur de grisou, et demande l'institution d'une commission permanente chargée d'étudier et de propager les perfectionnements applicables aux exploitations minières.

Nous avons traduit en son entier le volumineux rapport de la Commission. Nous croyons devoir d'abord en donner une analyse sommaire. Nous examinerons ensuite s'il convient d'en déduire quelques mesures administratives au point de vue de la sécurité des exploitations.

I. — Aérage et aménagement des mines.

Les ventilateurs mécaniques tendent à remplacer partout les anciens foyers d'aérage. Ceux qui insufflent de l'air à travers un tube conique, d'après le principe de l'injecteur Giffard, ne sont pas d'un emploi économique, surtout pour les mines dont les travaux présentent un vaste développement. La ventilation à courant forcé est d'une application restreinte. L'aérage par aspiration est aujourd'hui d'un usage presque général : la dépression de l'air dans la mine doit être mesurée à de fréquents intervalles par un manomètre, dont les indications soient transmises automatiquement au bureau de la direction technique et au machiniste, qui doit également avoir sous les yeux l'indication automatique du nombre de tours du ventilateur.

Il importe que le courant soit divisé dès l'origine de

manière à constituer pour chaque quartier de la mine, un circuit d'air complet et distinct. La distribution de l'air par quartiers abrège son trajet et est de nature à prévenir la propagation des explosions de grisou d'un quartier à l'autre de la mine.

Le règlement belge prescrit d'aménager les travaux de manière à éviter les parcours ou descente pour les courants d'air qui peuvent être plus ou moins mélangés de grisou. Ce système dit « ascensionnel » est également recommandé en France, sans être formellement imposé aux exploitants. La Commission anglaise reconnaît qu'il est préférable, mais paraît admettre qu'il est d'une application plus difficile et moins efficace pour les mines très étendues. Dans beaucoup de mines anglaises, où le règlement de 1862 exige deux issues pour tout siège d'exploitation comprenant plus de 20 ouvriers, les deux puits, par motifs d'économie, sont généralement placés à faible distance l'un de l'autre : de ces puits accouplés partent deux galeries principales à peu près parallèles dont l'une sert pour l'entrée et l'autre pour le retour d'air. Les deux courants, en certains endroits, ne sont séparés que par de minces barrages ou de simples portes qui sont sujets à être détruits par une explosion et peuvent ainsi en aggraver les conséquences. Les exploitations nouvelles sont fréquemment installées avec deux galeries accouplées d'entrée d'air, séparées des galeries de retour d'air par une tranche épaisse de charbon, et mises en communication à de longs intervalles de 200 ou 300 mètres. L'une des galeries sert au roulage et l'autre est réservée exclusivement à la circulation des ouvriers, ce qui diminue d'une manière notable le nombre des accidents.

La Commission anglaise signale l'importance des jauges anémométriques fréquemment renouvelés dans les voies et dans les chantiers. Elle préfère, comme plus pratiques, les anciens appareils de jaugeage, notamment

celui du docteur Robinson, aux appareils nouveaux, tels que l'anémomètre multiplicateur Bourdon et le mesureur Murgue.

Elle recommande la méthode d'abatage par grandes tailles, quand elle est applicable, comme donnant de plus grandes facilités pour l'aérage.

II. — Éboulements.

En ce qui concerne les précautions à prendre contre les éboulements, la Commission se borne à rappeler les mesures prescrites par le règlement de 1872, dont l'application a été réalisée, pour les accidents de cette nature, une diminution de 20 p. 100.

1° Mettre à la disposition et à la portée des ouvriers d'amples provisions de bois;

2° Donner des instructions particulières à chaque mineur sur la méthode la meilleure et la plus sûre d'effectuer le boisage en tenant compte des conditions spéciales du chantier;

3° Exercer les ouvriers à surveiller avec vigilance le ciel, le front, les parois de la galerie, et à savoir se retirer en temps opportun;

4° Combiner les salaires de manière que les ouvriers soient intéressés à effectuer les boisages nécessaires à leur sécurité;

5° Employer des boiseurs ou surveillants spéciaux pour l'exécution et la réfection des boisages des galeries principales;

6° Empêcher les ouvriers de laisser dans les grandes tailles des bois qui ont pour effet de briser le toit lors de son affaissement;

7° Pousser aussi activement que possible les dépilages.

III. — Inflammation spontanée.

La Commission rappelle que l'inflammation spontanée de la houille provient de l'absorption de l'oxygène de l'atmosphère par les charbons très poreux et de l'élévation de température qui en résulte en présence d'une matière essentiellement inflammable. En addition aux précautions usuelles, c'est-à-dire mettre hors les matières en ignition, circonscrire le feu entre des barrages, projeter un courant d'acide carbonique, elle signale la méthode d'embouage qui est particulièrement efficace quand elle est opérée avec des matières argileuses dans des couches minces.

IV. — Accidents divers.

Les accidents divers n'ont pas diminué dans la même proportion que ceux qui ont fait l'objet d'une classification distincte. La Commission impute cette infériorité relative à l'augmentation de vitesse des trains pour lesquels la traction par chevaux a été généralement remplacée par la traction funiculaire.

Elle condamne la pratique, usitée dans certaines mines, de faire précéder les trains par de jeunes garçons qui ouvrent les portes d'aérage. Ces portes, s'il en est besoin, doivent être manœuvrées par des stationnaires.

La Commission constate avec regret la diminution sensible du nombre des jeunes garçons employés dans les mines. Il en résulte que beaucoup de mineurs entrent dans les exploitations sans avoir été familiarisés de bonne heure avec les travaux souterrains; ils sont moins expérimentés et plus exposés aux accidents.

V. — Grison.

Le grison des houillères est composé d'hydrogène protocarboné avec faibles proportions d'acide carbonique et d'oxygène. D'après les lois de la diffusion des gaz à travers les corps poreux, si un mélange de ces trois gaz est enfermé dans du charbon, la partie du mélange qui se dégage la première contient une plus grande proportion de grison, ce qui a d'ailleurs été vérifié par l'analyse. Il est donc probable que le gaz qui émane des surfaces du charbon mises à découvert diffère sensiblement, par sa composition, de celui qui s'accumule dans les vieux travaux, et qui, par suite de leur affaissement subit ou de toute autre cause, peut faire de temps à autre irruption dans la mine.

Les expériences opérées avec l'étincelle électrique dans des tubes de petits diamètres, tendraient à établir que les mélanges gazeux contenant moins de 7 p. 100 d'hydrogène protocarboné ne sont pas explosifs; mais en réalité, dans les mines, les essais faits avec des lampes ont fait reconnaître que l'explosion pouvait se produire avec une proportion peu supérieure à 4 p. 100.

Si l'hydrogène protocarboné est à peu près pur, l'aurole obtenue à l'intérieur de la lampe par la combustion du mélange de ce gaz avec l'air atmosphérique sera fugitive par suite de la rapidité de la combustion et pourra facilement échapper à l'observateur. Il n'en est pas de même si le gaz provient des vieux travaux où il est dilué avec une certaine proportion d'oxygène et d'acide carbonique; dans ce cas, il suffit de 2,5 p. 100 de grison pour produire une aurole distincte. La lampe Davy, celle qui laisse l'accès le plus libre à l'atmosphère ambiante, brûle, sans déterminer l'explosion, dans le mélange d'air et d'hydrogène protocarboné le plus explo-

sif, celui qui contient 9,38 p. 100 de ce dernier gaz et où l'oxygène est juste en proportion suffisante pour produire la combustion complète. L'atmosphère, à l'intérieur du tamis, contient toujours une certaine quantité de gaz inflammable qui a échappé à la combustion, et une forte proportion d'acide carbonique. La flamme est ainsi entourée d'une atmosphère viciée qui la protège et qui ralentit l'activité de la combustion. L'effet est encore plus sensible dans les lampes de construction plus compliquée qui présentent plus d'obstacles à l'admission de l'air et à l'émission des produits gazeux.

En fait, l'atmosphère d'air et d'hydrogène protocarboné qui, dans un eudiomètre, constituerait le mélange le plus explosif, n'est pas celle qui introduirait dans une lampe de sûreté le mélange le plus inflammable, elle contient trop peu d'oxygène.

Diverses expériences démontrent que la pression des gaz est très variable à l'intérieur d'une même couche de houille et croît rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la surface mise à nu. Dans plusieurs mines, à des profondeurs variant entre 750 et 2.400 pieds, un des membres de la Commission a fait pratiquer dans la houille des trous horizontaux ou légèrement inclinés avec des longueurs variables qui ont atteint jusqu'à 47 pieds. Un espace était ménagé à l'extrémité du trou comme chambre de gaz, et la pression accumulée était constatée d'heure en heure au moyen d'un manomètre. Les pressions, dans beaucoup de cas, ont excédé 200 livres par pouce carré, et, dans un seul, a atteint 460 livres. Le dégagement de gaz par le trou, n'était pas proportionnel à la pression maxima qui, dans les expériences faites, était généralement modérée. Un fait très curieux était la grande différence des pressions maxima développées respectivement dans des trous très rapprochés, mais de longueurs inégales. La pression n'était nullement in-

fluencée par la direction du trou, par rapport au clivage de la houille. Le gaz sort des pores du charbon et des fissures de la veine; mais, par suite du petit diamètre des canaux de dégagement, le débit est faible et la pression intérieure augmente rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la surface mise à découvert. M. Hall, inspecteur des mines, a constaté qu'en faisant le vide, on augmentait dans une large mesure l'émission du gaz à la surface du charbon. Les expériences paraissent être confirmées par celles qui sont en cours d'exécution, sur une vaste échelle, dans une mine de l'Archiduc Albert, à Karwin, dans la Silésie autrichienne. La dépression atmosphérique détermine probablement un accroissement correspondant dans le dégagement du gaz de la houille; mais il ne paraît pas y avoir de concordance bien établie entre les accidents de grisou et les indications du baromètre. La possibilité d'une augmentation de l'émission de gaz par les surfaces sur lesquelles la pression se trouve réduite, est importante à considérer, comme l'a fait observer M. Hall, pour les effets d'un coup de mine. La poussée des produits gazeux de l'explosion peut occasionner une raréfaction de l'air sur les parois et déterminer l'émission d'une quantité additionnelle de gaz par les surfaces; si on tire un second coup de mine dans une atmosphère ainsi viciée, les conséquences peuvent être désastreuses.

Le grisou qui se dégage de la houille se répand dans les voies, dans les chantiers, s'accumule dans les vieux travaux, se loge dans les excavations qui se trouvent en dehors de l'action directe du courant d'air. Parfois il s'emmagine entre les strates du toit qui se sont affaissées, et les bancs supérieurs plus solides qui sont restés en place; il peut en être brusquement expulsé lorsque la portion plus résistante du toit finit par céder à son tour.

La Commission cite quelques exemples d'irruptions subites de grisou. Dans divers cas, la formation d'une crevasse voisine du front de taille et quelquefois sur une longueur de plusieurs mètres, semble montrer une certaine connexité entre le mode de dégagement des gaz emprisonnés dans les strates inférieures et la configuration des travaux. Cette hypothèse est confirmée par l'indice précurseur, fréquemment observé, d'une « pesée » soudaine ou progressive exercée sur les couches inférieures et supérieures, et de fissures dans les bancs de rocher adjacents.

Pour éviter les éboulements qui, en se produisant dans les vieux travaux, sont de nature à provoquer de dangereuses irruptions de grisou, le meilleur moyen serait de procéder par remblais. Il convient d'ailleurs de ménager, autant que possible, des issues au gaz dans la partie supérieure des travaux, où il tendrait à séjourner par suite de sa légèreté spécifique.

Une précaution utile, dans certains cas, consiste à faire précéder l'avancement par des trous de sonde, spécialement si le terrain est coupé par des failles. On peut ainsi faciliter le dégagement du gaz emprisonné dans les cavités naturelles ou résultant des travaux. Le même procédé est applicable quand on se trouve à proximité d'une couche particulièrement grisouteuse.

Pour ce qui concerne l'influence des variations barométriques, la Commission établit une distinction entre les mines activement aérées par ventilation artificielle, et celles qui sont aérées naturellement. Ces dernières sont seules affectées, au point de vue de leur aérage, par les variations barométriques, et encore, la pratique semble avoir démontré qu'il n'y a pas de connexité régulière entre les désastres de mines et les changements de pression de l'atmosphère.

En général, les meilleures garanties contre le grisou

sont obtenues par une ventilation active, par l'emploi de bonnes lampes de sûreté, par l'abstention de coups de mine chargés à la poudre, et par l'observation d'une stricte discipline.

VI — Poussières de Charbon.

Robert Bald, en 1828, paraît avoir le premier signalé la possibilité de l'inflammation des poussières de charbon par une explosion de grisou. L'importance de leur rôle, au point de vue de l'aggravation et de la propagation des explosions de grisou, a été démontrée, en 1845, par Faraday et Lyell, dans leur rapport sur l'explosion de septembre 1844, aux mines de houille d'Haswell. Ces publications semblent avoir été inconnues en France, car, en 1855, M. du Souich, ingénieur en chef des mines à Saint-Étienne, à propos d'une explosion de grisou dans les mines de Firminy, signale, comme une observation nouvelle, l'influence exercée dans l'accident par la poussière de charbon. De 1864 à 1867, M. Verpilleux et plusieurs autres ingénieurs ont poursuivi des expériences en ce sens. M. l'ingénieur des mines Vital, en 1875, à l'occasion d'une explosion de grisou à la mine de Champagnac, et à la suite d'expériences faites sur une très petite échelle, est arrivé à cette conclusion que de la poussière de charbon, riche en matières inflammables, peut propager l'explosion, même quand l'explosion de grisou proprement dite a pris fin.

Vers la même époque, M. Galloway a entrepris, sur une plus large échelle, une série d'expériences d'après lesquelles, en présence de la poussière de charbon, une proportion de grisou à peine supérieure à 2 1/2 p. 100, c'est-à-dire inférieure à celle qu'on peut reconnaître avec la lampe Davy, est apte à déterminer une explosion. Il a démontré de plus que l'explosion peut être propagée

par la poussière en suspension dans l'atmosphère, même en l'absence de toute trace de grisou. Ces expériences ont été confirmées par celles de Freire Marreco et W. Cochrane, puis par celles du docteur P.-D. Marriçon.

Récemment, M. Hall, inspecteur des mines du pays de Galles septentrional, s'est livré à d'importantes recherches sur le même sujet. Il opérait dans une galerie maçonnée, à l'intérieur d'une couche de charbon, et faisait partir des charges de 1 1/2 à 2 1/2 livres de poudre dans un tube encastré à l'extrémité de la galerie. Des feuilles de matière très inflammable étaient suspendues dans la galerie de 15 en 15 pieds. Elles n'étaient pas enflammées par l'explosion, quand les coups étaient bourrés avec de la pierraille. Mais sous l'influence de la poussière de charbon employée au bourrage et répandue sur le sol jusqu'à 8 ou 9 mètres, la flamme se propageait jusqu'à 30 pieds avec une charge de 1^{liv} 1/2 de poudre, et jusqu'à 60 pieds avec 2^{liv} 1/2. Lorsque le sol de la galerie était couvert de poussière de charbon sur toute sa longueur, la flamme la parcourait tout entière et parfois même se projetait jusqu'au dehors.

M. Hall a obtenu des explosions dans des courants d'air animés d'une vitesse de 600 pieds par minute, et contenant seulement 2 à 2,75 p. 100 de grisou; il a suffi de 1,5 p. 100 de grisou ou d'une proportion encore plus faible dans les courants de faible vitesse. Des mélanges d'air et de gaz, qui traversaient une flamme nue sans s'enflammer au contact, se sont immédiatement enflammés dans une atmosphère tenant en suspension de la poudre très fine, comme par exemple de la magnésie calcinée. La nature des poussières en suspension n'est pas indifférente : celles qui déterminent ces effets paraissent avoir une action analogue à celle de la mousse de platine. On observe un espace sombre entre la flamme du gaz employé comme source de chaleur, et la flamme

produite par l'inflammation du mélange gazeux sous l'influence des poussières. Il semble que les molécules de poussières, quand elles passent à travers la première flamme, provoquent sur l'hydrogène protocarboné un commencement d'oxydation qui s'y développe rapidement avec accroissement de température, de sorte qu'elles deviennent incandescentes à peu de distance de la première flamme, et déterminent alors l'inflammation du mélange gazeux.

Dans les expériences entreprises par MM. Hall et Clarke, un coup de poudre de 2^{liv} 1/2 dans une atmosphère chargée de poussières et en l'absence totale de grisou, projetait la flamme jusqu'à 135 pieds, tandis que, sans poussières, elle n'allait pas au delà de 15 à 20 pieds. M. Hall a constaté que les hommes pouvaient être grièvement brûlés sans qu'il y eût sur les bois aucune trace de brûlure.

Une série d'expériences a été poursuivie à Chatham, dans le but spécial de comparer la distance à laquelle se propage, dans une galerie, la flamme d'un coup de poudre, en l'absence totale de grisou, suivant que l'atmosphère est ou non chargée de poussières de charbon. Sans poussières, la flamme d'un coup de poudre de 1 1/2 à 2 livres s'est étendue au maximum jusqu'à 20 pieds; avec poussières, jusqu'à 37 et même 45 pieds. Dans les galeries étroites, et avec abondance de poussières, la flamme peut se propager jusqu'à 83 pieds dans le sens du courant d'air, beaucoup moins en sens contraire. De nouveaux essais, en janvier 1882, et août 1883, ont démontré que, dans les galeries de mines poussiéreuses, la flamme peut s'étendre à plus de 80 pieds, en ligne directe, qu'elle peut se propager dans une galerie de croisement et même dans une direction opposée à celle du courant d'air normal.

Ces derniers résultats sont tout à fait comparables à

ceux qui ont été obtenus, en 1884, par M. Hilt, et qu'il a consignés dans un mémoire adressé à la Commission prussienne du grisou. Ils peuvent être résumés comme suit :

1° La présence de poussière de charbon, plus ou moins abondante dans le voisinage immédiat du front de taille, donne lieu à un allongement plus ou moins considérable de la flamme projetée par un coup de mine, qu'il y ait ou non dans l'atmosphère une petite proportion de grisou;

2° En l'absence complète de grisou, l'allongement et la propagation de la flamme sont généralement limités, quelle que soit la distance à laquelle s'étendent les dépôts de poussières depuis l'origine de la flamme;

3° Certaines poussières de charbon, en l'absence complète de grisou, si elles sont enflammées par un coup de mine, peuvent propager la flamme et produire des explosions bien au delà des limites des dépôts de poussières de charbon;

4° La présence d'une proportion de grisou, surtout quand elle s'élève à 4 p. 100, augmente l'intensité des phénomènes de combustion et de propagation de la flamme, dus aux poussières de charbon;

5° Une inflammation ou explosion de poussières de charbon, développée en l'absence complète du grisou, peut, à une distance considérable, enflammer un mélange de gaz explosif.

M. Hilt fait observer que le danger des poussières de charbon est moins grand qu'on ne serait disposé à l'imaginer d'après les résultats des expériences, attendu que les inflammations ou explosions de poussières se produisent seulement quand un coup de mine fait long feu. Pour éviter les coups de mine qui font long feu, il propose de substituer la dynamite à la poudre, et signale les bons résultats ainsi obtenus par M. Meuzel, directeur de la mine Maria-Anna, près Bochum. Toutefois, même

avec la dynamite, le danger subsiste dans le cas d'un mélange gazeux explosif.

En 1882, MM. Mallard et Le Châtelier ont publié les résultats de leurs expériences sur le rôle des poussières de charbon dans les explosions de mines. Ils admettent, d'après quelques exemples, que les coups de mine qui font long feu peuvent parfois occasionner l'inflammation de poussières en l'absence de grisou, mais ils soutiennent que la flamme produite en pareil cas, même lorsque la poussière de charbon est de nature très inflammable, s'étend peu au delà de la flamme qui serait produite par le coup de mine lui-même, en l'absence de poussières. Les incrustations de poussières de coke, qui ont été fréquemment signalées dans de semblables accidents, ne prouvent pas que l'explosion est due aux poussières de charbon, elles montrent simplement que la température développée par l'explosion était suffisante pour soumettre la poussière très fine de charbon à une carbonisation ou à une distillation partielle. Une certaine proportion de gaz peut se dégager de la poussière de charbon sous l'influence de l'explosion de grisou; mais ce développement de matières gazeuses est, dans une large mesure, postérieur à l'explosion, et doit jouer, au point de vue des effets destructifs, un rôle très secondaire. D'après MM. Mallard et Le Châtelier, beaucoup d'explosions ont été attribuées aux poussières, tandis qu'elles étaient dues, en réalité, à la présence d'une faible quantité de grisou. La recherche du grisou avec la lampe de sûreté, suivant la méthode universellement employée, ne signale pas le grisou dans l'atmosphère au-dessous de 3 p. 100, et, dans la pratique, les mineurs sont incapables de reconnaître moins de 4 p. 100, alors qu'il suffit de 6,5 p. 100 pour produire un mélange explosif. On est disposé à imputer les accidents à la poussière parce qu'elle est visible, tandis que le grisou est invisible.

Tout en admettant que, dans certains cas, on ait pu attribuer aux poussières de charbon des explosions dues à la présence non constatée d'une petite quantité de grisou, l'affirmation de MM. Mallard et Le Châtelier, qu'aucun accident grave ne peut être imputé exclusivement aux poussières de charbon, ne peut se soutenir en présence des faits constatés par les expériences de Chatham et de Saarbrücken. On ne doit attacher aucune importance aux quelques résultats négatifs qu'ils ont obtenus dans des conditions moins rapprochées de la pratique ordinaire des exploitations. Toutefois, leurs expériences ont confirmé celles de Galloway et d'Abel, sur les deux points suivants : 1° l'inflammation des poussières de charbon et la propagation de la flamme dans ces poussières sont déterminées par la présence du grisou, dans des conditions où le grisou seul serait en proportions insuffisantes pour former un mélange explosif; 2° certaines poussières poreuses, parfaitement incombustibles, en suspension dans une atmosphère qui contient une proportion de grisou insuffisante pour constituer à elle seule un mélange explosif, peuvent déterminer l'inflammation du mélange gazeux.

MM. Mallard et Le Châtelier sont arrivés à la confirmation de ce dernier fait par une méthode différente de celle qu'avait suivie M. Abel : s'ils ont cru reconnaître que la flamme ainsi développée par une poussière non inflammable ne se propageait pas à travers tout le mélange gazeux, cela tient à ce qu'ils ont employé dans leurs expériences un tube de petit diamètre.

Ils ont objecté que dans l'appareil Galloway rien ne prouvait que l'air et le gaz fussent intimement et uniformément mélangés sur toute l'étendue de la galerie; que les données faisaient défaut sur la nature des poussières et la vitesse des courants. Il peut être concédé que la vitesse du courant d'air, dans une galerie de grandes

dimensions, est susceptible d'être modifiée par l'introduction de poussières ou d'un mélange gazeux animé lui-même d'une certaine vitesse, mais cette modification, si effective qu'elle puisse être, ne peut affecter les proportions relatives de gaz et d'air dans un mélange gazeux produit à grande distance du point où la poussière est soulevée ou introduite. M. Abel, dans les expériences de Garswood, a pris un soin particulier d'obtenir des mélanges intimes et uniformes, et le succès des précautions qu'il a prises à cet égard est démontré par les résultats absolument concordants des analyses qui ont été opérées sur les échantillons de mélanges gazeux recueillis dans les diverses parties de l'appareil. On peut donc maintenir, en toute confiance, sans même se reporter aux récentes expériences de Saarbrücken qui ont si complètement, sur ce point, confirmé celles de Garswood, que MM. Mallard et Le Châtelier se sont laissés induire à une conclusion erronée, lorsqu'ils ont affirmé comme étant hors de doute : « que l'influence du grisou sur l'inflammabilité des poussières est, sinon tout à fait nulle, au moins beaucoup moindre qu'on ne l'avait d'abord supposé. »

Les faits suivants, relatifs aux rôles des poussières, peuvent être regardés comme définitivement acquis :

1° L'éventualité d'un coup de mine qui fait long feu dans une atmosphère très chargée de poussières charbonneuses, très inflammables, peut, même en l'absence total de grisou, donner lieu à de violentes explosions; 2° la même éventualité, en présence d'une petite proportion de grisou et de poussières poreuses, sèches et très fines, peut, même lorsque les poussières sont peu ou non inflammables, donner lieu à des explosions et à des inflammations susceptibles de se propager à de grandes distances.

Diverses mesures préventives ont été expérimentées :

1° enlèvement aussi complet que possible des poussières dans les chantiers; 2° mise en œuvre de moyens simples et pratiques pour rendre les poussières inoffensives en présence de la flamme d'un coup de mine; 3° emploi de procédés spéciaux pour empêcher les coups de mine de faire long feu; 4° adoption d'agents explosifs qui, en cas de long feu d'un coup de mine, n'émettent pas de flamme ni de matière solide à haute température; 5° substitution, aux matières explosives, d'agents qui produisent les mêmes effets sans occasionner les mêmes dangers.

L'arrosage a été souvent conseillé pour prévenir l'inflammation de poussières, mais, d'après les expériences prussiennes de Neunkirchen, les poussières facilement inflammables ne deviennent inoffensives que si elles sont imprégnées d'eau dans la proportion de deux tiers environ de leur poids, de telle sorte qu'en prenant une poignée de poussières on en fasse sortir de l'eau sous la simple pression de la main. Avec de la poussière ainsi mouillée, l'arrosage n'aurait pas besoin de s'étendre au delà de 50 ou 60 pieds du coup de mine, même avec un charbon très inflammable. Mais on comprend combien, dans la pratique, ces conditions sont difficiles à réaliser et à maintenir. L'élévation de la température, la vitesse du courant d'air, produisent une dessiccation rapide, qu'il faudrait combattre par un arrosage incessant. On a essayé de fixer l'eau dans la poussière de charbon, par l'emploi de matières hygroscopiques ou déliquescentes. En 1879, le professeur Stokes a suggéré l'emploi d'une dissolution de chlorure de calcium; mais le sel cristallisait sous l'effet de l'évaporation rapide. Le sel brut, qui contient, avec du chlorure de sodium, une certaine proportion de chlorure de magnésium, paraît avoir donné de meilleurs résultats dans les mines du nord du Staffordshire. En Allemagne, quelques récentes expériences tendraient à prouver qu'un mince dépôt de sable fin, sur la poussière

de houille, suffirait pour en prévenir l'inflammation.

On a essayé, sans succès, divers systèmes de tampons destinés à empêcher la mine de débourrer lorsqu'on y met le feu.

VII. — Agents explosifs.

En mai 1884, quelques inspecteurs de mines ont exprimé l'avis que, dans les mines grisouteuses, le tirage des coups de mine, chargés à la poudre ou avec d'autres explosifs, devait être confié à des boute-feux spéciaux, qui opéreraient seulement après avoir fait sortir tous les autres ouvriers. Bien qu'ils fussent en minorité, une circulaire du secrétaire d'État de l'intérieur leur a donné raison.

Le Commission estime que, dans beaucoup de mines, cette prescription est incompatible avec la pratique de l'exploitation. Elle a donc jugé utile de rechercher les explosifs dont l'emploi présentait le moindre danger.

Le coton-poudre doit être écarté, parce qu'il dégage, en brûlant, beaucoup d'oxyde de carbone, qui est particulièrement vénéneux; avec l'addition de nitre, il ne présenterait plus cet inconvénient; mais, même dans ces conditions, il produit plus de flamme que certaines préparations de nitroglycérine.

La nitroglycérine, qui contient un excès d'oxygène en sus de la proportion nécessaire pour brûler complètement l'hydrogène et le carbone, ne devrait produire aucune flamme à la sortie du trou de mine. A découvert, elle brûle avec une petite flamme; si elle détone, on voit seulement une faible lueur d'éclair. Sous forme de dynamite, ou mélange de nitroglycérine avec un tiers au moins d'une matière minérale poreuse et incombustible, la chaleur développée par la détonation porte à l'incan-

descence les molécules de la matière minérale qui peuvent être en partie projetées, et donner lieu à une émission d'étincelles que l'obscurité rend visibles. A défaut de matières minérales entrant dans leur composition, la dynamite à la gélatine, le lithofracteur et autres mélanges liquides projetteraient des étincelles provenant des matières solides du bourrage portées à l'incandescence.

Le docteur Mac Nab paraît avoir eu le premier l'idée d'insérer un cylindre rempli d'eau, dans le trou de mine, en avant de la charge de poudre, pour éteindre la flamme produite par l'explosion. Mais on a constaté que, dans une atmosphère grisouteuse, ou poussiéreuse avec une proportion de grisou, le procédé ne donnait pas de sécurité pour l'extinction de la flamme projetée par un coup de mine chargé à la poudre. Il avait seulement l'avantage d'accélérer l'enlèvement de la fumée.

Le bourrage à l'eau a donné de meilleurs résultats avec la dynamite et autres puissants explosifs.

Des essais ont été faits également, en plaçant au-dessus de la charge de dynamite des cylindres remplis d'acide carbonique liquide; il a été reconnu que les garanties d'extinction n'étaient pas suffisantes.

D'après des expériences plus récentes, l'émission d'étincelles n'offre pas de danger, si elles sont suffisamment refroidies à leur sortie du trou de mine. A Garswood, de petites charges de dynamite, enfermées dans des enveloppes remplies d'eau, ont pu détoner sans enflammer le mélange explosif qui les environnait. Les essais ont été continués sur une plus large échelle à l'arsenal de Woolwich. Sur quarante-deux cartouches à enveloppe d'eau tirées dans un milieu grisouteux, avec des charges de trois à quatre livres de dynamite, trente-cinq n'ont pas enflammé le gaz, six ont produit l'inflammation, et, dans un cas, l'inflammation est restée douteuse. Enfin, les expériences entreprises, en plein

charbon, à la mine de Bute-Merthyr, ont confirmé les avantages de la cartouche de dynamite à enveloppe d'eau, dans l'abatage du charbon par grandes masses.

Le procédé, il est vrai, n'assure pas l'immunité dans les travaux où le grisou se trouve à l'état du mélange explosif; mais, pour qu'il en soit ainsi, il faut que l'explosion du coup de mine ait été précédée à bref intervalle d'un dégagement subit de grisou dans le voisinage, ce qui correspond à un concours de circonstances tout à fait exceptionnel.

Les expériences récentes de Neunkirchen tendent à établir que les poussières de charbon les plus inflammables, qui sont invariablement enflammées par un coup de mine faisant long feu, ne le sont pas ordinairement par les étincelles d'un coup de dynamite. Lorsque la production d'étincelles est réduite au minimum par l'emploi de la cartouche à eau, et que la température des étincelles est refroidie par leur passage à travers le nuage d'eau pulvérisée, les coups de mines à la dynamite peuvent être tirés sans danger dans les atmosphères poussiéreuses dépourvues de grisou. La dynamite-gomme, la tonite, le coton-poudre et la poténite à la gélatine, participent, sous ce rapport, à l'immunité de la dynamite. Il n'en est pas de même de la poudre.

La Commission a constaté que l'eau était quelquefois projetée en masse à distance, au lieu d'être pulvérisée. On a cherché à remédier à cet inconvénient en divisant l'eau dans les cellules d'un corps très poreux, et la mousse a semblé particulièrement propre à cet usage. Avec une bourre de mousse imbibée d'eau réduite à quatre pouces seulement de longueur, on a pu tirer successivement onze coups de dynamite dans des mélanges gazeux très explosifs, sans produire l'inflammation.

Les mêmes résultats négatifs ont été obtenus avec le fulmicoton, la tonite, la dynamite-gomme, tandis que,

dans les mêmes conditions, la poudre enflammait le mélange gazeux.

L'étoupille ordinaire est sujette à laisser échapper de la flamme latéralement et par le bout. Elle doit être proscrite dans tous les cas où les exigences de la sécurité font exclure l'emploi de la poudre. On fabrique maintenant des étoupilles spéciales qui sont exemptes du défaut de projeter latéralement la flamme, et pour les employer sans danger, on introduit l'extrémité libre de l'étoupille dans un petit appareil où elle est allumée à l'abri du contact de l'air, cinq minutes après la mise en action de l'appareil par le bouter-feu. Il est du reste préférable, autant que possible, d'avoir recours à l'électricité pour le tirage des coups de mine, dans tous les cas où l'emploi de la poudre n'est pas compatible avec la sécurité des ouvriers.

La Commission recommande d'examiner soigneusement l'atmosphère de la mine, avant le commencement de chaque poste, au moyen d'un indicateur de grisou capable de reconnaître une proportion descendant à 1 p. 100.

Divers systèmes ont été proposés pour être substitués à l'emploi des agents explosifs. La bossoyeuse de MM. Dubois et François est appliquée depuis trois ans à Liège et à Blanz; elle se compose d'une machine perforatrice à air comprimé, qui pratique une série de trous groupés dans un ordre déterminé sur la face de l'ouvrage, et d'un bélier à air comprimé qui enfonce successivement des coins dans les trous ainsi pratiqués. La rapidité avec laquelle les trous peuvent être ouverts de l'un dans l'autre est telle que le procédé peut soutenir la comparaison avec la poudre aussi bien pour la promptitude que pour la dépense d'exécution.

La Commission mentionne, en outre, la machine du colonel Beaumont et le perceur rotatif Walcker. Elle signale pour mémoire les cartouches d'air comprimé à haute

pression de Samuel Marsh, dont les essais, entrepris en 1879 et renouvelés en 1882, n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

Il y a fort longtemps que Georges Elliot et d'autres expérimentateurs ont essayé de substituer à l'action des agents explosifs, la force d'expansion de la chaux vive mélangée à l'eau. Les essais n'ont réussi qu'en 1881 avec MM. Sébastien Smith et Moore : 1° en employant de la chaux presque pure sous forme de cylindres ou de cartouches fortement comprimées; 2° en utilisant la force additionnelle provenant de la vapeur surchauffée qui s'y développe sous l'influence d'une très haute température. L'efficacité du système est complète dans une houille de dureté moyenne et exempte de fissures. La lenteur de l'action, dont la durée varie de 10 à 40 minutes, est compensée par cet avantage que les hommes peuvent revenir de suite au chantier, sans être exposés aux explosions tardives de coups de mine ratés. La méthode est employée couramment dans quelques districts du Derbyshire, du Staffordshire et du Yorkshire. Elle n'a pas donné de résultats pratiques pour l'abatage du rocher ou du charbon dur; elle ne réussit pas non plus dans les charbons friables ou très fissurés. Elle n'est pas avantageuse dans les couches minces. Elle exige d'ailleurs un havage préalable, car la cartouche de chaux agit sensiblement comme un coin.

Dans les cas où elle est applicable, elle présente une précieuse garantie de sécurité; il est démontré, en effet, par de nombreuses expériences, que la chaleur développée par les cartouches de chaux ne peut enflammer le grisou.

VIII. — Lampes de sûreté.

Une lampe de sûreté doit répondre aux deux conditions suivantes : 1° la source de lumière à l'intérieur de la

lampe doit être incapable, en toutes circonstances, d'enflammer un mélange gazeux explosif, même animé d'une certaine vitesse; 2° la lampe doit brûler avec une lumière suffisamment brillante pendant toute une journée, même quand elle est exposée à un courant d'air assez vif.

Dans la lampe inventée par M. Fleuss, la source de lumière est un cylindre de chaux maintenu à l'état incandescent par une flamme qui est alimentée par un courant gazeux oxygéné sortant d'un réservoir solidaire avec la lampe. Les produits de la combustion s'échappent par une valve après avoir traversé une lame d'eau dont la lampe est entourée. Ces lampes ont rendu les plus grands services pour pénétrer dans les mines après les accidents, mais elles ne conviennent pas pour l'éclairage journalier; elles sont encombrantes et dispendieuses.

La Commission a expérimenté plus de 250 lampes de systèmes divers. Elle a constaté que la lampe Davy ordinaire ne présentait plus de garanties suffisantes dans un courant explosif dès que la vitesse atteignait 400 pieds par minute, avec l'addition d'un écran métallique ou d'un cylindre de verre, la protection de la lampe est encore efficace dans un courant avec une vitesse de 600 ou 800 pieds; si le cylindre en verre monte jusqu'au haut du tamis, la sécurité est obtenue pour des vitesses atteignant 1.200 pieds, et même pour des vitesses de 3.000 pieds si le verre occupe toute la hauteur.

La Commission renvoie, du reste, pour ce qui concerne les lampes, au travail de M. Marsaut, intitulé : *Étude sur la lampe de sûreté des mineurs*.

L'essence de pétrole est employée depuis quelques années dans les lampes dites « protectrices ». Le réservoir, comme dans la lampe ordinaire à pétrole, est rempli de fragments d'éponge qui absorbent une quantité suffisante de liquide pour alimenter une mèche d'asbeste ou une garniture de cette matière logée dans la partie supé-

rieure du tube porte-mèche. Il importe que le réservoir ne contienne pas d'essence en excès, car, si la lampe se trouvait par hasard inclinée, l'essence pourrait se déverser, s'enflammer et propager sa flamme en dehors du tamis. L'éclairage avec le pétrole, la benzine, l'huile de paraffine n'a pas donné de résultats satisfaisants. Les expériences comparatives de diverses huiles ont fait reconnaître que l'huile de baleine de bonne qualité moyenne était préférable à l'huile de colza pour la hauteur et la régularité de la flamme; et que, par un mélange d'une partie de pétrole ou d'huile de paraffine contre deux d'huile végétale ou animale, on obtenait un pouvoir éclairant supérieur, en même temps qu'on réalisait une notable économie.

Les mèches peuvent donner lieu aux recommandations suivantes : 1° la mèche, avant l'insertion, doit avoir des dimensions intérieures légèrement en excès sur celles du porte-mèche; si elle y est trop fortement tassée, l'action de la capillarité se trouve en partie paralysée; 2° si la mèche est tressée, pour le même motif, la tresse doit être un peu lâche; 3° la mèche, avant son emploi, doit être séchée devant le feu ou dans une étuve pour que l'humidité n'obstrue pas les canaux capillaires qui donnent passage à l'huile; 4° elle doit être remplacée à chaque poste, parce que le passage de l'huile pendant plusieurs heures successives produit à l'intérieur un dépôt de matières qui détermine une obstruction partielle.

Dans beaucoup de lampes, la rainure ménagée sur le côté du porte-mèche pour l'épinglette, est sensiblement trop large, ce qui expose la mèche à s'enflammer de ce côté quand la lampe s'échauffe.

L'éclairage électrique est maintenant appliqué dans plusieurs mines. Il s'organise facilement pour les puits et leurs dépendances immédiates, mais il est peu applicable aux longs parcours souterrains, en raison de la difficulté

d'établir sûrement les conducteurs à grandes distances. Au point de vue de la sécurité contre le grisou, l'emploi des lampes par incandescence présente des avantages incontestables, par l'isolement complet de la source de lumière au milieu de l'atmosphère ambiante et la facilité de la protéger sans nuire à son éclat. C'est ainsi qu'on emploie aujourd'hui, dans les poudreries, les lampes par incandescence, en les enfermant dans des globes remplis d'eau. Dans les longues voies souterraines, il est toujours à craindre que les fils conducteurs ne soient exposés à des détériorations, notamment par les chutes de blocs qui se détachent des parois. Quelques tentatives ont été faites par M. Coad, puis par M. Trouvé, pour constituer une lampe électrique facilement transportable avec sa batterie élémentaire annexe; mais jusqu'à présent, ces lampes pèchent par l'irrégularité de leur éclat et la faible durée de leur fonctionnement. M. Swan paraît avoir réalisé, sous ce double rapport, une sensible amélioration, et tout récemment un progrès notable a encore été obtenu par M. Blamberg, avec la pile à chlorure d'argent de Delarue, modifiée par Skrivanoff.

M. Swan s'est mis en mesure d'adapter à ses lampes électriques un indicateur de grisou.

En résumé, dans toutes les mines sèches et poussiéreuses, où la présence du grisou est constatée, ou peut être raisonnablement suspectée en raison de l'expérience acquise, le secrétaire d'État doit requérir l'emploi de lampes de sûreté, à moins que les propriétaires et les ouvriers ne prouvent, à la satisfaction d'arbitres désignés par les parties intéressées, que les chances d'accidents seraient plutôt augmentées que diminuées par la substitution de lampes de sûreté aux lampes ouvertes, dont l'éclairage plus vif présente d'autres avantages au point de vue de la sécurité des travaux.

Le système qui prévaut, dans certains quartiers de

mines, d'employer simultanément les lampes à feu nu et les lampes de sûreté, doit être rigoureusement interdit.

Dans les mines où les lampes de sûreté sont prescrites, l'emplacement des stations où les lampes à feu nu sont permises doit être déterminé avec beaucoup de discernement. Il est désirable qu'à des endroits convenablement choisis dans le voisinage des chantiers, des lampes soient tenues en réserve pour être échangées avec celles qui seraient éteintes dans les travaux.

Dans les courants d'air qui atteignent et dépassent parfois une vitesse de 2.000 pieds par minute, les lampes de Davy, de Clanny, et même de Stephenson n'offrent pas de garanties suffisantes. Quatre lampes peuvent être signalées comme réunissant un haut degré de sécurité avec un bon éclairage et une construction simple : les lampes de Gray, de Marsaut, la lampe à chapeau de Mueseler et la lampe à chapeau de Clanny, modifiée par Evan. Cette dernière est celle qui a donné les meilleurs résultats dans les essais de la Commission.

Le seul procédé d'épreuve efficace des lampes avant de les descendre dans la mine, consiste à les introduire préalablement dans un mélange explosif.

Le moyen le plus simple de prévenir l'ouverture des lampes, par les ouvriers, paraît être l'emploi d'une cheville en plomb, rivée, qui rattache le réservoir d'huile à la cheminée et dont chaque extrémité porte imprimée une marque ou une lettre qu'on a soin de varier de temps à autre.

L'usage de l'essence de pétrole dans les lampes de sûreté, pour remplacer l'huile végétale ou animale, introduit une nouvelle cause de danger. Il faut un soin particulier pour remplir les lampes et prévenir l'inflammation du mélange très explosif que forment l'air et la vapeur d'essence.

L'emploi des lampes électriques, par incandescence,

présente la difficulté de protéger efficacement les conducteurs contre les chances de détériorations. Les lampes électriques portatives ont réalisé dans ces derniers temps de notables progrès, elles sont utilisables au moins pour les explorations effectuées à la suite d'accidents.

IX. — Indicateurs de grisou.

La Commission a reconnu que, pour l'indication du grisou, la lampe Mueseler était supérieure à la lampe Marsaut et très préférable à la lampe Davy. Elle rappelle la disposition d'écrans imaginée par MM. Mallard et Le Chatelier, pour augmenter, sous ce rapport, la sensibilité de la lampe. M. Cosset-Dubrulle l'a rendue encore plus sensible, en appliquant contre la courbure de la partie portérieure du verre, une enveloppe métallique noircie. On arrive ainsi à constater la présence de 2 p. 100 de grisou dans l'atmosphère de la mine; malheureusement une proportion encore moindre suffit parfois pour produire de très graves explosions.

La lampe à essence de M. Pieler, très connue en Allemagne, permet de reconnaître de très petites proportions de grisou. C'est une lampe Davy de grandes dimensions, installée pour brûler de l'alcool avec une mèche d'Argent. L'air admis à l'intérieur de la flamme est introduit par un tube vertical, protégé par des disques de toile métallique, qui traverse le réservoir d'alcool. Autour de la flamme s'élève une courte cheminée conique, ouverte à ses deux extrémités. La flamme est réglée de manière à araser le bord supérieur de la cheminée, sans apparaître au-dessus, ce qui lui laisse une hauteur d'un pouce à un pouce et demi. Dans une atmosphère contenant une faible proportion de grisou, la flamme d'essence donne un cap bien plus distinct que la flamme d'huile végétale ou animale. Une proportion de 0,25 p. 100 de grisou est signalée

par un cap d'un pouce et quart de hauteur, faiblement lumineux avec un contour mal défini; un demi pour cent de grisou produit un cap d'au moins deux pouces de hauteur et déjà bien défini, sauf à l'extrémité supérieure. La lampe Pieler est un indicateur très précieux, mais sous sa forme actuelle elle est inadmissible dans les mines à courant d'air actif où elle s'éteint trop facilement, et plus encore dans les mines grisouteuses où elle risquerait de provoquer des explosions. Peut-être, enfermée dans une enveloppe, deviendrait-elle moins dangereuse, sans perdre notablement de sa sensibilité.

Les indicateurs Monnier, Coquillion et Maurice, permettent de doser la proportion de grisou, en observant la réduction de volume d'un mélange d'air et de grisou dont la combustion est déterminée par un fil de platine rougi. Lorsque la température et la pression sont ramenées à ce qu'elles étaient avant la transformation de l'hydrogène protocarboné, en eau et en acide carbonique, presque toute la vapeur d'eau est condensée, et en place de deux volumes d'hydrogène protocarboné et de quatre volumes d'oxygène, il reste seulement deux volumes d'acide carbonique. Le volume initial du mélange gazeux est ainsi réduit d'environ deux fois le volume d'hydrogène protocarboné qu'il contenait et qui peut être ainsi dosé par approximation.

Le méthanomètre automatique du professeur Monnier est trop coûteux et trop compliqué pour que son emploi puisse se généraliser. D'ailleurs, il ne donne de renseignements sur la composition de l'atmosphère que pour les endroits, en nombre nécessairement limité, où sont installés les appareils qui déterminent la combustion du mélange gazeux.

Pour être réellement pratique, un indicateur de grisou doit être simple et portatif. Un des appareils dus à M. Coquillion, répond bien à ce programme, mais sous

sa forme actuelle, d'après MM. Mallard et Le Châtelier, il donne, pour la proportion d'hydrogène protocarboné, des indications sensiblement trop basses.

M. Maurice a récemment proposé un indicateur fondé sur les mêmes principes, où il s'est attaché à éviter les erreurs provenant de la condensation de la vapeur à l'intérieur du récipient, et à perfectionner la mesure des variations de pression. Mais il est à craindre que dans son appareil, pour de petites proportions d'hydrogène protocarboné, une partie n'échappe à la combustion.

M. John Aitken a pris des brevets pour deux indicateurs basés sur le changement de pression qui résulte de la combustion, en vase clos, des éléments inflammables du grisou. Dans l'un, la combustion est déterminée par une substance catalytique, telle que du noir de platine qui enduit le vase contenant le mélange gazeux; la température est maintenue constante, par exemple avec de l'eau que l'on fait bouillir dans un réservoir qui contient l'instrument. Dans l'autre cas, l'on se sert d'un fil de platine rougi par le passage d'un courant électrique. Ces appareils ne donnent pas des indications plus sûres que les appareils Coquillion et Maurice, et sont inférieurs comme étant plus compliqués et moins facilement transportables.

MM. Liveing, Aitken et Angus Smith ont construit d'autres indicateurs basés sur ce fait que lorsqu'un fil de platine chauffé ou du platine très divisé est en contact avec un mélange d'hydrogène protocarboné et d'oxygène où l'air, l'hydrogène protocarboné est totalement ou partiellement consumé et la chaleur engendrée par la combustion est dans une certaine mesure communiquée au platine qui, par suite, atteint une plus haute température que s'il était seulement entouré d'air.

M. Liveing, pour le dosage du grisou, utilise l'augmentation d'éclat du platine résultant de son accroissement

de température. Deux fils de platine, rougis par le même courant électrique, sont renfermés séparément dans deux tubes dont l'un contient de l'air et l'autre le mélange gazeux.

Un écran placé entre les deux tubes est manœuvré de manière que ses deux faces soient également éclairées. L'échelle graduée qui indique de combien l'écran a dû être écarté du fil placé dans le mélange gazeux pour que l'autre face soit également éclairée par le fil placé dans le tube à air, permet de mesurer la proportion du grisou. L'instrument paraît être assez pratique.

M. Aitken fait passer l'air de la mine à travers un tube contenant deux thermomètres dont l'un a sa boule enduite d'un mélange de noir de platine ou de tout autre substance catalytique avec du plâtre de Paris. Si l'air de la mine contient de l'hydrogène protocarboné, il se consume au contact de la boule enduite, et le thermomètre correspondant accuse une élévation de température par rapport à l'autre thermomètre. Par comparaison avec des expériences faites sur des mélanges à proportions connues, la différence de température des deux thermomètres peut indiquer la quantité de grisou. Toutefois les indications de l'appareil paraissent manquer de précision.

Angus Smith se servait d'un tube fermé à une extrémité et muni d'un piston. Si l'air introduit dans le tube contenait plus de 5 p. 100 de grisou, la chaleur développée par la compression du piston suffisait pour déterminer l'explosion. Cet instrument n'indiquait pas les petites proportions de grisou et était exposé aux ruptures.

Les indicateurs d'Ansell et de Libin sont fondés sur les propriétés de la diffusion des gaz à travers les parois. Lorsque de l'air pur est enfermé dans un vase poreux qui est entouré d'une atmosphère d'air et de grisou à la même pression que l'air contenu dans le vase, le mélange

gazeux pénètre par diffusion plus rapidement que l'air à travers la paroi poreuse. Le volume de gaz qui pénètre dans le vase est plus grand que le volume d'air qui en sort dans un temps donné et, par suite, la pression dans le vase est temporairement augmentée en proportion avec la quantité de grisou contenue dans l'atmosphère. En constatant l'accroissement de pression à l'intérieur du vase, on peut doser la proportion de grisou dans l'air qui l'entoure. Cette méthode de dosage présente les inconvénients suivants :

1° Les changements de pression et de température dans l'atmosphère produisent des indications de même nature que celles qui sont dues à la présence du grisou ; 2° des gaz autres que le grisou peuvent produire dans l'appareil des variations de pression ; ainsi la présence de l'acide carbonique dans l'atmosphère occasionnerait une diminution de pression à l'intérieur du vase et masquerait la présence d'une certaine quantité du gaz grisouteux ; 3° ces appareils ne fonctionnent bien que lorsqu'ils sont introduits dans l'atmosphère d'essai aussitôt après avoir été remplis d'air pur.

L'indicateur de MM. Chaloner et Della Bella repose sur la comparaison des poids d'un même corps dans l'hydrogène protocarboné et dans divers mélanges contenant des proportions déterminées de ce gaz et de l'air atmosphérique. Là encore, la présence d'une certaine quantité d'acide carbonique suffit pour introduire une cause notable d'erreur.

Le professeur Georges Forbes a proposé de déterminer la proportion de grisou dans l'atmosphère en observant sur quelle longueur le mélange gazeux introduit dans un tube donne le maximum de résonance lorsqu'un diapason est mis en vibration près de son orifice. Le tube est ouvert à une extrémité, fermé à l'autre, et la longueur occupée dans le tube par le mélange gazeux varie suivant le

mouvement d'un piston. L'observation précise de la longueur qui donne la résonnance maximum est assez difficile et demande une oreille très exercée. Pour obvier à cet inconvénient, MM. Forbes et Blaikley ont cherché à obtenir la même indication avec deux sons qu'il s'agit de ramener sensiblement à l'unisson. Si une anche est fixée à l'extrémité d'un tube fermé, et si le tube est d'une longueur telle que les vibrations de la colonne d'air dans le tube soient synchrones avec les vibrations naturelles de l'anche, la combinaison donne le son propre de cette dernière; mais si la longueur du tube ou la densité du gaz contenu à l'intérieur viennent à être changées, l'anche et la colonne d'air combinent leurs vibrations de manière à produire un son qui correspond à un nombre de vibrations intermédiaires entre les deux. L'indicateur de M. Blaikley comprend deux anches, dont l'une est librement exposée dans l'atmosphère et dont l'autre est placée au fond d'un tube de longueur telle que, s'il est rempli d'air, les deux anches vibrent à l'unisson. Si l'instrument opère dans une atmosphère viciée, le tube se remplit d'un mélange gazeux qui n'a plus la densité de l'air, la hauteur du son est changée pour l'anche placée au fond du tube, tandis qu'elle reste la même pour l'anche librement exposée. Cette différence de la hauteur des deux sons produit des battements qui sont aisément perçus par un observateur, même inexpérimenté, à moins que leur période ne soit très longue. En comptant le nombre des battements dans une seconde ou en changeant la longueur de la colonne d'air de manière à remettre les deux sons à l'unisson, on peut en déduire la proportion de grisou, si toutefois la température reste constante et si l'on est assuré que l'atmosphère ne contient ni vapeur ni autre gaz en proportion notable. Les indications de l'appareil indépendantes des variations de pression dans l'atmosphère deviennent, par contre,

fort incertaines en présence de quantités inconnues de gaz étrangers ou de vapeur d'eau. La Commission n'a pas cru devoir en recommander l'usage.

MM. Jones et Garford ont présenté des appareils destinés à explorer, au point de vue du grisou, les cavités et fissures où il serait dangereux ou impossible d'introduire une lampe. M. Jones fait pénétrer, dans la cavité à explorer, un long et mince tuyau, dans lequel il aspire le mélange gazeux par le mouvement rétrograde d'un piston; puis, par le mouvement inverse du piston, il souffle l'air ainsi recueilli sur la flamme d'une lampe, après avoir eu soin de se placer dans une partie non grisouteuse de la mine. M. Garford emploie, pour le même objet, une petite boule en caoutchouc adaptée à un tuyau métallique; après avoir comprimé la boule avec la main, pour chasser la plus grande partie de l'air qui s'y trouve contenu, il insère le tuyau dans la fissure ou la cavité et laisse la boule reprendre sa forme naturelle pour produire l'aspiration.

Plusieurs dispositions ont été imaginées pour munir la lampe de sûreté d'une sonnette d'alarme, qui est mise en mouvement quand la flamme s'allonge par suite de la présence du grisou. M. Somzée profite de l'augmentation de température produite par l'allongement de la flamme, pour agir sur un ressort qui vient fermer un circuit électrique et qui fait vibrer un timbre. M. Hyde obtient le même résultat, sans courant électrique, en faisant brûler par l'allongement de la flamme un fil qui maintenait des écrans. Ceux-ci retombent et aveuglent les événements qui admettaient l'air, de sorte que la lampe s'éteint; leur déplacement est utilisé pour mettre en branle une sonnette d'alarme. Ces avertisseurs n'augmentent pas notablement la sécurité et peuvent même la compromettre. Si l'appareil Hyde était exposé à un courant explosif, même de vitesse modérée, il pourrait

déterminer une explosion avant que la combustion du fil n'ait déterminé la chute des écrans.

L'attention de la Commission a été appelée sur un indicateur électrique de grisou, d'origine américaine. Le procédé consiste à faire parcourir les travaux souterrains d'une mine par le courant d'induction d'une bobine de Ruhmkorff et à ménager des interruptions du courant dans les endroits où on suppose que du grisou peut se dégager. Chaque interruption du circuit s'opère à l'intérieur d'une petite boîte cylindrique ouverte et protégée à ses deux extrémités par un double tamis métallique. Lorsque le tube est traversé par un courant grizouteux, il se produit une étincelle qui brûle une soie et déclenche une sonnette d'alarme placée, si l'on veut, dans le bureau même de la direction. Les expériences de M. Marsaut ont démontré, qu'en pareil cas, l'étincelle pourrait très bien propager l'explosion au dehors. L'appareil, dont les indications seraient nécessairement incomplètes, doit, en tous cas, être écarté comme dangereux.

X. — Accidents de puits.

La Commission constate une très sensible diminution dans le nombre des accidents provenant des collisions de cages, de la rupture des câbles et chaînes, de la chute d'hommes et de matériaux dans les puits de mines. De 1851 à 1860, la moyenne annuelle des décès résultant de ces diverses causes était d'un sur 1.161 ouvriers; elle a été d'un sur 2.121 entre 1861 et 1870, d'un sur 3.557 entre 1871 et 1880; elle s'est abaissée à un sur 4.718 pour les trois années suivantes. Ce progrès est manifestement dû à l'introduction de guidages, au perfectionnement des appareils d'extraction et à l'amélioration du revêtement du puits.

De nombreuses tentatives ont été faites pour prévenir les conséquences des ruptures de câbles et de la montée des cages aux poulies. La première cage à parachute qui ait été produite devant le public est celle de M. Fourdinier, qui a été médaillé à l'Exposition universelle de 1851.

Le système le plus ancien consistait à faire sortir latéralement, au moment de la rupture du câble, des verrous qui faisaient prise sur des saillies disposées en crémaillères sur les deux côtés du puits.

Un second groupe (système Fontaine et autres analogues) met en jeu une paire de bras métalliques articulés en forme de chevron au-dessus de la cage et armés de fortes dents qui, lorsque les bras viennent à s'ouvrir, mordent dans les bois de guidage.

Un troisième groupe opère en saisissant les joues des guides par des excentriques ou des griffes mis en action par un ressort qui se détend dès que la tension du câble vient à cesser par suite de sa rupture.

Sous d'autres formes, on a essayé de substituer une action graduelle à la prise instantanée des appareils précédents, par exemple en insérant des coins entre la cage et les guides. M. Cousin, dans le cas de rupture de câble, fait saisir par une griffe adaptée à la cage un câble de secours qui passe au haut du puits sur une poulie, et qui, tandis qu'une de ses branches suit la cage, soulève par l'autre branche une succession de poids reposant sur des sièges. En levant ces poids l'un après l'autre, le câble de sûreté ralentit par degrés la cage et finit par l'arrêter en suspension dans les puits. Dans le système Köpe à double cage, les câbles de sûreté passent sur des poulies montées sur des supports à ressorts qui, en cas de rupture, fonctionnent comme des freins.

L'action des parachutes peut quelquefois être efficace, quand leur fonctionnement s'opère dans des conditions favorables. Mais, dans beaucoup de cas, il détermine la

rupture des guides en les soumettant au choc d'un poids qui peut s'élever à 10 tonnes avec une vitesse de 30 à 60 pieds par seconde. On peut en conclure qu'aucun de ces appareils ne présente de véritables garanties.

Les conséquences des montées de cages aux poulies ont été, dans une certaine mesure, atténuées par l'emploi de crampons de sûreté qui dégagent la cage lorsqu'elle est élevée trop haut et la laissent fixée sur les guides au chevalement par quelqu'un des engins susmentionnés.

La Commission constate avec satisfaction l'introduction de puissants freins à vapeur et d'appareils automatiques pour actionner le frein en cas d'inattention du machiniste.

Dans les descenderies par échelles, la moyenne annuelle de décès par accident est de 0,189 sur 1.000 ouvriers; dans les Fahrkunst, la proportion est seulement de 0,152 par 1.000.

Un petit nombre de puits sont actuellement disposés pour remonter les hommes par le câble, mais l'expérience n'a pas été assez prolongée pour qu'on puisse se prononcer dès maintenant sur le degré de sécurité du système. Il paraît devoir être d'une application peu sûre dans des puits souvent infléchis, avec de nombreuses stations sur le parcours.

Il a été suggéré que l'on obtiendrait une sécurité additionnelle en soumettant à des essais de résistance et de flexibilité les câbles employés à la circulation des ouvriers dans les puits. En fait, la qualité des fils de fer ou d'acier qui entrent dans la fabrication des câbles est toujours contrôlée avec le plus grand soin par les fabricants qui tiennent à leur marque, et les câbles métalliques ont remplacé presque partout les câbles en fibres végétales. Il convient d'ailleurs d'observer que l'épreuve des câbles, quand elle est opérée sur toute leur longueur, peut devenir une cause notable de détérioration.

Dans la pratique, la charge de rupture des câbles d'extraction ne doit pas être inférieure à 8 ou 10 fois le poids de leur charge normale. Il faut autant que possible prévenir la détérioration par les eaux acides, éviter les efforts violents, et intercaler au besoin des ressorts pour atténuer les effets des fortes secousses.

XI. — Inondations.

La commission rappelle qu'au voisinage de vieux travaux ou de nappes aquifères, il importe d'effectuer des reconnaissances au moyen de trous de sonde.

XII. — Dispositions diverses.

Les mines devraient être pourvues d'une ambulance et de brancards pour transporter à domicile les ouvriers blessés dans les travaux. Il conviendrait, dans les districts miniers, d'organiser des dépôts où l'on trouverait des ressources additionnelles pour les secours et des appareils d'exploration prêts à fonctionner à la première réquisition. Il serait désirable que les ouvriers eussent toutes facilités pour se familiariser avec l'usage des appareils d'exploration et avec la pratique des premiers soins à donner aux blessés.

La Commission attache une grande importance à l'inspection régulière de chaque mine par les ouvriers dans les conditions prévues par le règlement général n° 30 de l'acte de 1872.

En terminant son œuvre, qui comprend sept années d'études et d'expériences, la Commission a exprimé le vœu qu'une Commission permanente fût instituée pour examiner, à mesure qu'ils se présentent, les nouveaux procédés intéressant l'art des mines et pour en provoquer au besoin l'application.

Conclusions.

Le travail de la Commission anglaise renferme beaucoup d'observations pratiques et détaillées qui pourront être consultées avec profit par les ingénieurs et les exploitants de mines. Toutefois, elles s'appliquent en grande partie à des faits ou à des appareils déjà connus qui ont été mentionnés dans les ouvrages spéciaux. Nous ne croyons pas qu'il y ait lieu d'en déduire, au moins pour le moment, aucune nouvelle prescription administrative.

Les recommandations concernant l'aérage ont été formulées d'une manière très complète, en 1881, par la Commission française du grisou. L'organisation de jaugeages anémométriques, la tenue des registres et plans d'aérage dans les mines grisouteuses ont certainement contribué, dans une large mesure, à réduire le nombre et l'importance des accidents.

Les conseils relatifs au boisage, excellents par eux-mêmes, sont d'un caractère trop vague, en raison de leur généralité, pour se prêter à une réglementation.

La partie la plus importante du travail de la Commission se rapporte au grisou et aux poussières charbonneuses.

Les irrptions soudaines de gaz, avec leurs redoutables conséquences, sont heureusement fort rares; mais les petits dégagements de grisou, avec éboulements partiels, sont relativement fréquents. La Commission constate avec raison qu'à cet égard, les meilleurs moyens préventifs sont une large ventilation, une discipline sévère et de bonnes lampes de sûreté.

Même avec une ventilation active, l'atmosphère d'une mine peut très bien retenir une faible proportion de grisou qui n'est pas signalée dans la lampe par l'aurole ou

l'allongement de la flamme, mais dont la présence peut être révélée par l'emploi d'un indicateur plus sensible. Or, cette faible proportion, inférieure à 2 ou 2 1/2 p. 100, suffit encore pour former avec les poussières sèches inflammables un mélange explosif qui peut être enflammé par un coup de mine faisant long feu.

En pareil cas, il faut renoncer à l'emploi de la poudre. L'arrosage et l'enlèvement des poussières, pour être vraiment efficaces, doivent être trop complets pour être constamment applicables dans la pratique. On est donc conduit à substituer à la poudre d'autres agents qui produisent les mêmes effets sans occasionner les mêmes dangers.

Les cartouches de chaux n'ont pas jusqu'ici donné en France de bons résultats. Leur usage est d'ailleurs très limité, puisque, d'après la Commission anglaise elle-même, elles ne peuvent être utilisées avec avantage ni dans le rocher, ni dans la houille dure ou friable, ni dans les couches minces ou fissurées. Toutefois, quand elles peuvent être employées, elles sont recommandables en raison de leur immunité absolue dans une atmosphère grisouteuse.

L'immunité paraît également à peu près complète dans une atmosphère poussiéreuse, même en présence d'une faible proportion de grisou, avec les cartouches de dynamite ou explosifs analogues, lorsque le bourrage à l'eau assure le refroidissement des étincelles qui pourraient être projetées par l'explosion. Le procédé doit être complété, à défaut d'allumage électrique, par l'emploi d'une étoupille garantie contre toute projection latérale de flamme et allumée dans une boîte à l'abri de l'air de la mine. Il conviendrait d'ailleurs de le faire expérimenter dans quelques cas spéciaux avant de l'introduire dans la réglementation.

Les autres recommandations énumérées par la Com-

mission anglaise nous paraissent avoir leur équivalent au point de vue de la sécurité des ouvriers, dans les diverses instructions administratives et notamment dans celle qui a été formulée en 1881 par la Commission du grisou.

MÉMOIRE SUR L'AÉRAGE DES MINES

DANS

LE BASSIN HOUILLER DE LA RUHR
(WESTPHALIE)

Par M. L. BOCHET, ingénieur des mines.

Depuis le voyage que firent en Westphalie, en 1880, MM. Pernolet et Aguillon, et le beau travail qu'ils publièrent comme *Rapport de mission*, une commission officielle fut nommée en Prusse pour étudier les conditions d'aérage des mines grisouteuses du royaume, en signaler les déféctuosités, et indiquer les remèdes qu'il convenait d'apporter à une situation qui, relativement à celles des bassins beaucoup plus grisouteux de Belgique et d'Angleterre, était généralement assez peu satisfaisante. Cette Commission, dont les opérations eurent lieu au cours de l'année 1882, eut une salubre influence sur les districts qu'elle visita. Outre qu'elle attira et fixa l'attention des *Revierbeamten*, ingénieurs de l'État chargés de la police et de la surveillance des exploitations, sur un grand nombre de points défectueux, elle provoqua de leur part la prescription réglementaire de certaines précautions ou dispositions qui, dans de semblables conditions, auraient été depuis longtemps obligatoires en

France. Tels furent les règlements relatifs à l'emploi des lampes de sûreté, au tirage à la poudre ou à la dynamite, et, dans un certain nombre de cas, l'obligation de foncer un second puits d'accès.

En même temps, la Commission réussit à inspirer aux exploitants le goût des mesures et des observations précises et fréquentes, leur permettant de se rendre un compte plus exact que par le passé des conditions de l'aérage dans leurs mines, et, par suite, de l'améliorer en attirant leur attention sur les points les plus perfectibles. C'est ainsi que l'habitude se répandit en Westphalie des mesures anémométriques, et même, dans quelques exploitations, des observations barométriques et thermométriques, ainsi que des dosages d'hydrocarbures dans l'atmosphère des chantiers et des retours d'air.

Ces heureuses habitudes m'ont permis, au cours de mon voyage de l'été 1885, de recueillir dans les exploitations du bassin de la Ruhr un assez grand nombre de chiffres dont je n'ai aucune raison de suspecter l'exactitude, et qui me semblent de nature à donner une idée d'ensemble de l'état actuel de l'important service de l'aérage dans le plus considérable des bassins houillers allemands. Messieurs les ingénieurs de l'*Oberbergamt* de Dortmund ont bien voulu me mettre entre les mains le compte rendu des travaux de la section westphalienne de la Commission prussienne du grisou dont il a été question plus haut, ce qui m'a mis à même de vérifier la plupart des chiffres que m'avaient fournis les exploitants, et d'en augmenter la liste d'un certain nombre d'autres.

Dans ces conditions, et muni de tels documents, il m'a paru intéressant d'entreprendre le présent travail qui sera un tableau général des conditions dans lesquelles se trouvent les mines de la Ruhr, au point de vue de

l'aérage, et des procédés actuellement en usage pour leur ventilation. Loin de prétendre, d'ailleurs, citer un modèle à imiter en tous points, je me permettrai à l'occasion quelques critiques, dont je crois pouvoir justifier d'avance l'ensemble par ce fait brutal que, dans ce bassin relativement peu grisouteux, le nombre des explosions est chaque année assez considérable. Le peu d'abondance de gaz détonant fait que les grands sinistres sont rares et qu'une explosion n'est généralement mortelle que pour un très petit nombre d'ouvriers; mais le peu d'attention qu'on accordait, du moins avant 1882, au service de l'aérage et aux mesures les plus élémentaires de précaution, rendait les petits accidents assez fréquents, comme le montre le tableau suivant, extrait du rapport de la Commission prussienne du grisou (section de Westphalie) :

ANNÉES.	NOMBRE de mines exploitées.	EXPLOSIONS.	MORTS.	BLESSÉS.	POUR 1.000.000 de tonnes extraites.		SUR 1.000 ouvriers.	
					Explo- sions.	Vic- times.	Tués.	Blessés.
1870	224	34	56	39	2,88	9,74	1,07	1,13
1871	237	40	50	79	3 15	10,15	0,78	1,23
1872	252	36	24	63	2,49	6,03	0,35	0,92
1873	273	37	30	92	3,47	7,43	0,37	1,15
1874	281	45	23	82	2,90	6,89	0,30	0,98
1875	269	32	16	69	3,06	5,00	0,19	0,82
1876	238	43	19	66	2,40	4,75	0,23	0,79
1877	223	37	20	39	2,09	3,33	0,27	0,53
1878	211	61	31	66	3,23	5,10	0,42	0,90
1879	206	83	43	111	4,07	7,56	0,56	1,45
1880	203	62	81	108	2,76	8,40	1,02	1,36
1881	200	76	53	120	3,21	7,32	0,64	1,44
1882	196	120	112	159	4,64	10,47	1,25	1,77
Moyennes par an.	232	57	43	86	3,10	7,09	0,57	1,41

Pendant le même laps de temps, il y avait en France, dont les deux grands bassins houillers sont beaucoup plus grisouteux que celui de Westphalie, seulement en moyenne 4,46 victimes par million de tonnes extraites,

0,64 ouvriers tués et 0,37 blessés par millier d'ouvriers employés au fond (*); et cependant, durant cette période, le bassin de Saint-Étienne avait été le douloureux théâtre du formidable accident du puits Jabin (4 février 1876), qui fit à lui seul 186 victimes.

Cette comparaison prouve éloquemment quels progrès étaient encore à faire, en 1882, dans l'exploitation des mines de Westphalie. Beaucoup ont été réalisés depuis, et les statistiques prussiennes offriront sans doute désormais, il faut du moins l'espérer, un moins douloureux spectacle.

Je manquerais à un devoir impérieux si, avant de commencer ce travail, je n'adressais mes remerciements à MM. les *Revierbeamten* qui ont bien voulu me guider dans le choix, que j'avais à faire entre les 250 mines de la région, de celles qui devaient le plus m'intéresser au point de vue spécial où je me plaçais; ainsi qu'à tous les ingénieurs, *Betriebsführer* et *Obersteiger*, dont la complaisance constante a considérablement facilité ma tâche.

Le présent travail sera divisé en quatre parties principales, qui me semblent indiquées par la nature même du sujet que je me propose de traiter.

La première sera consacrée à la description succincte des conditions géologiques du bassin de la Ruhr, bassin trop connu pour que j'insiste beaucoup sur cette description, si ce n'est sur les points qui intéressent d'une façon spéciale la question de l'aérage, comme, par exemple, le nombre, la puissance et l'inclinaison des couches exploitables, le mode et la quotité du dégagement du grisou. Un aperçu rapide des méthodes d'exploitation complètera cette première partie.

Dans la seconde, j'étudierai les conditions que l'admi-

(*) Chiffres déduits de ceux publiés par les *Statistiques de l'Industrie minière*.

nistration impose aux exploitants ou que ceux-ci s'imposent eux-mêmes dans la ventilation des mines et en particulier des mines grisouteuses. Un grand nombre de ces prescriptions datent seulement de 1882 et n'existaient pas avant que la Commission du grisou eût signalé les dangers de leur absence.

Enfin, les deux dernières parties formeront la description des moyens mis en œuvre pour obtenir les résultats indiqués comme but dans la deuxième partie du mémoire. Je montrerai d'abord, sous le titre : *Aménagement du courant*, comment celui-ci est dirigé, divisé, réglé en quantité, distribué aux chantiers d'abatage et d'avancement, ainsi que, dans certains cas, aux vieux travaux. A la description des voies d'aérage se rattachera naturellement l'évaluation des orifices équivalents des mines, calculés d'après les théories et formules de M. Murgue.

En dernier lieu, je m'occuperai de la force motrice qui met en mouvement l'air destiné à rafraîchir et assainir les mines, et en particulier des ventilateurs, dont le nombre s'est beaucoup accru dans ces dernières années et dont l'emploi est devenu tout à fait prédominant. J'aurai occasion de parler de différents systèmes de ventilateurs, dont quelques-uns très récents, et les chiffres puisés aux deux sources que j'ai indiquées plus haut me permettront d'en faire la comparaison sous l'important rapport du *rendement*.

PREMIÈRE PARTIE

Aperçu géologique. — La région minière de la Ruhr forme, entre les vallées de la Ruhr au sud et de la Lippe au nord, franchissant la première en quelques points, une bande de 65 kilomètres de long, dirigée à peu près de l'est à l'ouest depuis le Rhin jusqu'aux environs de la

ville d'Unna; la largeur de cette bande est maxima vers le centre, dans la région de Bochum, où elle atteint près de 20 kilomètres.

La formation houillère, dont on évalue la puissance à 2.400 mètres, affleure au sud suivant une bande concave vers le N.-N.-W., et indiquée à peu près par les villes industrielles de Duisburg, Mühlheim, Werden, Hattingen, Witten, Hörde, Unna; la longueur de cet affleurement est de 10 à 15 kilomètres.

Vers le nord, les couches houillères s'enfoncent sous une formation beaucoup plus jeune de marnes crétacées à peu près horizontales, dont l'épaisseur va peu à peu en augmentant, et atteint aux environs de Recklinghausen, à la limite septentrionale de la région, une épaisseur de 250 mètres. L'inclinaison générale de la formation houillère est d'environ 7 degrés vers le N.-N.-W.

Le profil Pl. I, *fig. 1* (*), qui est une coupe en travers du bassin, dans sa partie la plus large, montre la disposition d'ensemble et l'allure générale des couches. Celles qui y sont figurées sont celles qui, par leur puissance et la régularité de leur constitution, sont partout assez reconnaissables pour servir de points de repère dans la classification comparative des couches des différentes mines (*Leitflötze*).

Le nombre des couches de houille du bassin de la Ruhr est très considérable; on en compte jusqu'à 132 (**). En revanche leur puissance est généralement faible, et 74 seulement sont exploitables (**). En faisant abstraction des autres, la puissance moyenne est voisine de 1 mètre. La couche la plus épaisse est celle qui a reçu, à cause de cela, le nom de *Dickebank*, et dont la puissance est, en

(*) Extrait de la *Carte industrielle du bassin houiller de Westphalie*, publiée par G. D. Bøedeker, libraire à Essen (1883).

(**) De Lapparent. *Traité de Géologie*, p. 767.

moyenne, de 1^m,46, sans nerf; dans certaines régions, la puissance de la couche *Dickebank* dépasse 2 mètres; mais cela est très exceptionnel et ne se reproduit pour aucune autre couche.

Comme on peut le voir sur le profil géologique (Pl. I, *fig. 1*), les couches houillères de Westphalie sont peu dérangées soit par des failles, soit par des plissements.

Le nombre des failles est assez restreint et les rejets qu'elles occasionnent sont généralement peu considérables. A part les failles de la mine *Präsident*, de *Riemke* et de *Blankenstein*, qui donnent lieu à des rejets, la première de 320 mètres, les deux autres de 150 mètres environ, les dérangements les plus considérables qu'on signale dans le bassin ne dépassent guère 40 à 50 mètres.

Les plissements ne sont pas non plus très considérables, et donnent très exceptionnellement lieu à des inclinaisons de 70 à 80 degrés. L'inclinaison moyenne des couches n'est que d'environ 25 à 30 degrés. Ces dernières conditions, tout à l'avantage du bassin westphalien, le distinguent du bassin franco-belge, dont le rapprochent le grand nombre et le peu de puissance des couches de houille, et dont il n'est sans doute que le prolongement oriental.

La nature de la houille varie d'une couche à l'autre. Les parties inférieures de la formation, les plus anciennement connues parce que ce sont celles qui affleurent, dans le sud de la région, ne contiennent que des couches de houille maigre à courte flamme, de peu de valeur; elles ne sont plus exploitées que dans un petit nombre de mines établies près de leurs affleurements. L'épaisseur de cette formation est d'environ 900 mètres. — Au-dessus, les couches sont formées d'une houille plus grasse, donnant de bon coke; mais elles n'ont qu'un affleurement souterrain sous les marnes crétacées; aussi n'ont-elles été

découvertes que plus tard, alors que l'on cherchait à atteindre, par des puits traversant les marnes, les couches maigres inférieures. Actuellement la plupart des exploitations s'étendent dans cette partie moyenne de la formation houillère, dont la puissance est d'environ 600 mètres, qui commence avec la couche Dickebank et se termine avec la couche Catharina. — Enfin la partie supérieure du terrain houiller, qui n'existe que dans la région de Recklinghausen, sous une épaisseur de marnes de 250 mètres, et dans laquelle il n'y a encore qu'un petit nombre de mines, dont les plus importantes sont les mines Schlägel und Eisen et General Blumenthal, contient des couches de houille à longue flamme, d'abord encore grasse et donnant à la fois du coke et du gaz, puis, à la partie tout à fait supérieure, devenant plus maigre et utilisable surtout comme charbon à longue flamme. Cette troisième subdivision du terrain houiller a une épaisseur de 900 à 1.000 mètres.

Les couches de houille ont généralement pour épontes, surtout dans la partie supérieure de la formation, des schistes : dans toute l'épaisseur de 700 mètres où sont les couches de houille grasse à longue flamme, les grès n'occupent qu'une épaisseur de 150 à 160 mètres. Dans les régions plus profondes, les grès deviennent plus fréquents, et les couches Röttgersbank et Dickebank, par exemple, ont un mur et un toit de grès. Tout en bas, les conglomérats apparaissent, par exemple au mur de la couche Paul.

Les épontes de grès ont généralement une solidité assez grande; mais les schistes sont plus friables que ne le sont ordinairement, dans les autres bassins, les schistes houillers. C'est pourquoi, malgré le peu de dislocations géologiques que présente l'ensemble du bassin de la Ruhr, les poussées du toit y sont souvent très fortes. Dans plusieurs mines on a même constaté le phénomène

du gonflement du mur, il est vrai, avec une faible intensité. La houille elle-même présentant en général peu de solidité, un soin extrême est nécessaire dans le soutènement et l'entretien des galeries; nous verrons que l'habitude de négliger, sous ce rapport, les voies de retour d'air, avait mis les mines de Westphalie, au point de vue de l'aérage, dans une situation à laquelle il a été difficile, pour beaucoup d'entre elles, de porter remède.

Dégagement du grisou. — Le grisou est, en général, peu abondant dans le bassin houiller de la Ruhr. Quelques mines cependant sont assez dangereuses, comme on peut le voir par le tableau suivant, extrait du rapport de la Commission du grisou :

Mines.	Nombre d'explosions survenues de 1861 à 1882 inclus.	Nombre de tués.
Dorstfeld	32	4
Consolidation	29	6
Friedrich Wilhelm	26	9
Germania	26	20
Pluto	26	87
Kaiserstuhl	25	29
Neu Iserlohn	16	155

On peut voir, en comparant les chiffres des deux colonnes de ce tableau, qui renferme les mines les plus grisouteuses de la région, que le nombre des victimes n'est pas en rapport avec celui des accidents, et suit presque une proportion inverse. Cela tient à ce que les grands dégagements rapides de grisou sont extrêmement rares en Westphalie, et la mine Neu-Iserlohn semble en avoir le privilège; c'est ainsi que dans cette mine eurent lieu, les 15 janvier 1868, 12 décembre 1870 et 8 juin 1880, trois grandes explosions, qui firent la première 81, la seconde 35 et la troisième 23 victimes. Si je cite, en outre, celle de la mine Pluto, dans laquelle

périssent, le 10 mai 1882, 65 ouvriers, j'en aurai fini avec les accidents qui causèrent plus de 15 morts.

Les dégagements instantanés de grisou, comme on en voit trop souvent en Belgique, en Angleterre et dans le bassin de Saint-Étienne, sont complètement inconnus en Westphalie; les soufflards même y sont rares, et il est triste d'en conclure que, dans ce pays, la presque totalité des accidents doit être attribuée à l'imprudence soit des ouvriers, soit même des exploitants, et aucun, ou à peu près, à l'une de ces grandes manifestations des forces naturelles devant lesquelles l'impuissance de l'homme n'a qu'à baisser douloureusement la tête.

Au contraire le dégagement du grisou est très ordinairement d'une grande régularité; les gaz hydrocarbonés sortent en grande partie de la houille elle-même, mais souvent aussi des épontes, quelle que soit leur nature. Quant à l'abondance de ce dégagement, j'ai pu m'en faire une idée, grâce aux nombreuses analyses d'air de mine faites par la Commission prussienne du grisou et consignées dans son rapport. En comparant les teneurs en hydrocarbures, de prises d'essai effectuées dans les retours d'air généraux, aux quantités totales d'air circulant dans les travaux, j'ai pu calculer, pour un grand nombre de mines, le volume total d'hydrocarbures dégagé dans l'unité de temps. Mais ces nombres m'ont semblé ne présenter que peu d'intérêt, à cause des grandes différences qu'offrent les étendues des champs d'exploitation des diverses mines. J'aurais voulu comparer le volume de gaz dégagé par heure, soit à l'étendue de l'exploitation, soit à la longueur totale, ou mieux au volume total des excavations; mais les documents me manquaient pour ce calcul, et j'ai dû me borner à établir la comparaison avec l'extraction journalière moyenne des différentes mines. Quoique les quotients ainsi obtenus ne soient pas absolument comparables entre eux, à cause

de la différence d'activité des diverses mines, j'espère que le tableau suivant, où ils sont consignés, ainsi que les chiffres analogues pour l'acide carbonique dégagé dans des conditions identiques, pourra présenter quelque intérêt. J'y indique, pour 19 mines des plus grisouteuses de Westphalie, d'une part, la teneur en grisou et acide carbonique du courant d'air sortant, de l'autre, le volume moyen de l'un et l'autre de ces deux gaz, ainsi que de leur ensemble, dégagé dans la mine, rapporté à 1 mètre cube de houille extraite.

MINES.	TENEUR POUR 100 du courant d'air sortant en		VOLUME DÉGAGÉ par mètre cube de houille extraite.		
	Grisou.	Acide carbonique.	Grisou.	Acide carbonique.	Somme.
			m. cub.	m. cub.	m. cub.
Prosper (fosse n° 1)	0.04	0.89	0.61	13.65	14.26
Carl	0.03	0.85	0.68	19.23	19.91
Wolfsbank (fosse n° 1)	0.05	1.84	0.86	31.65	32.51
Carolus Magnus	0.08	0.77	0.88	8.50	9.38
Rhein Elbe	0.22	0.71	1.32	4.25	5.57
Tremonia	0.17	0.41	3.50	8.43	11.93
Hörder Kohlenwerk	0.24	0.59	4.40	10.81	15.21
Consolidation	0.23	0.41	4.99	8.89	13.88
Louise	0.27	0.19	5.96	4.19	10.15
Bonifacius	0.15	0.29	6.90	4.22	11.12
Massen	0.25	0.15	7.48	4.52	12.00
Dorstfeld	0.38	0.38	8.67	8.67	17.34
Pluto	0.53	0.66	11.40	11.88	23.28
Neu Iserlohn (fosse n° 2)	1.43	0.32	13.27	2.99	16.26
Germania	0.44	0.40	16.62	15.11	31.73
Barillon	1.02	0.86	17.17	14.47	31.64
Shamrock	0.83	0.74	20.95	18.68	39.63
Neu Iserlohn (fosse n° 1)	0.35	0.08	33.64	7.69	41.33
Kaiserstuhl	1.09	0.25	47.50	10.89	58.39

Il est bien évident que, dans les dernières mines, une forte proportion du grisou dégagé provient des épontes; car la pression du gaz dans la houille en place, que ces chiffres indiqueraient *comme moyenne*, dépasse ce qu'on a constaté *comme maximum*, en quelques points, par des mesures manométriques directes.

Il est intéressant de rechercher quelle est la distribution géographique du grisou dans le bassin, et quelle est sa

relation avec la constitution géologique du terrain. Pour m'en rendre compte, j'ai indiqué, sur une petite carte (*) (Voir Pl. I, *fig. 2*), les centres d'exploitation des mines que le tableau précédent dénote comme les plus grisouteuses (toutes celles qui dégagent plus de 2 mètres cubes de grisou par mètre cube de houille extraite). J'y ai ajouté un certain nombre d'autres mines que je n'avais pu faire entrer dans le tableau précédent faute de documents suffisants, mais que la statistique des accidents montrait être aussi assez dangereuses.

La carte étant ainsi dressée, j'ai pu voir immédiatement que les mines que j'y avais marquées se groupaient en quatre bandes parallèles, remarquablement alignées suivant une direction d'environ N. 65° E., et sensiblement équidistantes.

Cette direction N. 65° E. est celle du plissement général de toute la formation houillère de la Ruhr, et, en se reportant au profil géologique (Pl. I, *fig. 1*), on voit que les bandes grisouteuses correspondent à des arêtes de plis anticlinaux, marqués sur le profil par quatre lignes verticales A, B, C, D. Il est remarquable que, si l'on range ces quatre plis par ordre d'importance au point de vue de l'abondance du grisou qui s'y dégage, c'est-à-dire dans l'ordre suivant (**):

- Pli de Dortmund;
- Pli de Herne;
- Pli de Hörde;
- Pli d'Essen;

cet ordre est précisément celui qu'on obtiendrait en les classant d'après l'importance géométrique du plissement.

(*) Tirée de la *Carte industrielle* de Bædeker, citée p. 148.

(**) Dédit de la comparaison de la carte (*fig. 2*) avec le tableau de la page précédente.

L'angle du pli est, en effet, pour le 1^{er} de 75°, pour le 2^{me} et le 3^{me} de 90° environ, pour le 4^{me} de 110° (*).

Ces faits viennent à l'appui de la théorie, que j'ai émise, l'année dernière, dans un de mes mémoires de voyage (**), à propos de faits analogues observés dans le bassin houiller de Waldenburg (Basse Silésie), et d'après laquelle, contrairement à l'opinion de M. le Bergrath Schütze, l'importance des dégagements grisouteux serait due plutôt aux dérangements géologiques et aux compressions qui en résultent, qu'à la composition de la houille et à la nature des plantes dont elle a été formée.

Méthodes d'exploitation. — Toutes les méthodes d'exploitation que j'ai vu employer dans la Ruhr sont des variantes de la méthode de foudroyage par piliers longs, connue en Allemagne sous le nom de *Pfeilerbau Methode*. Le remblai est presque inconnu en Westphalie; jamais du moins n'en introduit-on dans la mine, ni ne l'emploie-t-on pour le remblayage complet des parties dépilées. On se borne seulement, dans certains cas, à laisser dans la mine les stériles qu'on est obligé d'abattre soit dans le traçage, soit dans le dépilage, lorsqu'on peut en trouver l'emploi pour remblayer certaines parties restreintes du champ d'exploitation, ou pour construire des massifs jouant le rôle de cloisons d'aérage, comme cela se pratique à la mine Dorstfeld, sous le nom de *Wetterschen* (voir plus loin).

L'exploitation comprend, d'après cela, une période de traçage, dans laquelle on découpe le quartier en préparation en piliers de 10 à 15 mètres de remontée et d'une longueur variable tant avec les conditions locales qu'avec les habitudes de chaque exploitation; cette période

(*) Voir le profil géologique (Pl. I, *fig. 1*).

(**) Voir *Ann. des Mines*, 1886, 5^e liv., p. 221 et suiv.

est suivie de celle de défilage, pendant laquelle on abat les piliers en battant en retraite vers le plan incliné.

L'étendue du champ d'exploitation varie beaucoup d'une mine à l'autre. Les plus vastes se rencontrent dans les mines anciennes; en voici quelques exemples :

Hörder Kohlenwerk (étendue maxima du bassin).	730 hectares.
Consolidation	695 —
Germania	400 —
Shamrock	375 —

A côté de cela, les mines relativement récentes n'ont encore que des étendues de 50 à 60 hectares et même moins. On peut admettre comme moyenne le chiffre de 228 hectares (*).

Le nombre des couches exploitées varie également beaucoup; la mine Consolidation en exploite 34, la mine Bonifacius 29 et la mine Hannover 25, tandis que la mine Neu Iserlohn, l'une des plus considérables du bassin, n'étend ses travaux que dans 5 couches.

La mine la plus profonde est la mine Hugo, dans la partie septentrionale de la région houillère: elle atteint 593 mètres de profondeur; un petit nombre de mines dépassent 300 mètres; parmi elles Neu Iserlohn et Hannover; les moins profondes ont 180 mètres (ex. Bruchstrasse, près de Langendreer) (*).

Le nombre et la hauteur des étages est trop variable, suivant le pendage des couches ou d'autres circonstances spéciales, pour qu'une moyenne ait quelque intérêt. Il y a rarement plus de deux étages en exploitation et leur hauteur dépasse peu 60 à 70 mètres; la mine Neu Iserlohn a trois étages en exploitation et un en préparation.

(*) *Rapport de la Commission prussienne du grisou*, p. 68-69.

DEUXIÈME PARTIE.

Principes généraux de l'aérage.

Nombre des puits. — La grande majorité des mines de la Ruhr n'ont qu'un puits, dans lequel sont concentrés tous les services: extraction, épuisement, aérage, descenderies. Le puits unique est naturellement divisé en compartiments, dont l'un étanche pour la sortie de l'air. La Commission prussienne du grisou s'est élevée, dans son rapport, sur cette déplorable coutume, qui présente tant d'inconvénients, aussi bien au point de vue primordial de la sécurité de la population souterraine qu'à celui de l'économie dans le service de l'aérage. Il est inutile d'insister sur le premier point, son évidence saute aux yeux.

Sous le second rapport, toutes les raisons se réunissent pour combattre le système du puits unique. D'abord la cloison soi-disant étanche qui sépare le compartiment d'aérage du reste du puits ne peut se maintenir longtemps telle au milieu des trépidations continuelles causées par le jeu des pompes et le mouvement des cages; il en résulte des pertes d'air par cette cloison, qui atteignent, au bout d'un temps assez court, des valeurs considérables (*), jusqu'à 67 p. 100 à la mine Carolus Magnus, Neuer Schacht, et une moyenne de 30 à 32 p. 100 pour l'ensemble des fosses à un seul puits (**). Comme le travail du ventilateur est proportionnel à la quantité d'air qui le traverse, l'effet utile au point de vue de la ventilation des travaux, est diminué par ce fait seul dans la proportion de 100 à 70 en moyenne.

(*) Voir, dans la 3^e partie du présent mémoire, le paragraphe: *Cloisons d'aérage dans les puits*.

(**) *Rapport de la Commission prussienne du grisou*, p. 75.

Un autre effet de l'existence d'un seul puits est d'augmenter les résistances de la mine au passage du courant d'air, en donnant à l'orifice de sortie, d'une part, une section beaucoup moins grande ($2\text{m}^2,5$ en moyenne, au lieu de 7 mètres carrés qu'ont en moyenne les puits spéciaux d'aérage) (*), d'autre part, une forme généralement de segment circulaire dont le périmètre est considérable par rapport à la section et qui occasionne par conséquent des frottements beaucoup plus grands.

La seule raison qui milite contre le système du double puits, est celle de l'immobilisation d'un plus fort capital nécessitée par ce système; mais c'est là une très mauvaise manière d'entendre son intérêt lorsqu'on a affaire à des couches aussi régulières et nombreuses que celles de Westphalie et à des concessions généralement assez vastes. Aussi un certain nombre d'exploitations possédaient, dès avant 1882, deux puits desservant une même fosse, l'un servant à l'entrée, l'autre à la sortie de l'air. Telles sont les mines Rheinpreussen, Dorstfeld, Westphalia, Tremonia, Shamrock; la mine Neu Iserlohn possédait deux fosses distinctes pourvues chacune de deux puits. Certaines exploitations, comme celle de la Société de Herne-Bochum, possèdent plusieurs puits, mais affectés chacun à un champ d'exploitation complètement séparé des autres, du moins pour l'aérage; ces installations ont évidemment tous les inconvénients du système du puits unique, sauf cependant au point de vue de la sécurité des ouvriers; car les différents champs d'exploitation communiquent généralement entre eux par une galerie qui n'est fermée que par des portes d'aérage.

Un autre système mixte est celui de la mine Zollverein, qui a deux puits, dont l'un est organisé en puits unique, et l'autre sert supplémentairement à l'entrée de l'air; ce

(*) Rapport de la Commission prussienne du grisou, p. 135.

système a, au point de vue de la sécurité de la population, les avantages du double puits; au point de vue de la dimension et de la forme de l'orifice de sortie de l'air, les inconvénients du puits unique; enfin il diminue, mais sans les annuler, les pertes d'air par la cloison, relativement au volume total circulant dans la mine.

On ne saurait que recommander vivement au point de vue de la facilité d'évacuation pour la mine ou d'accès pour le sauvetage, en cas de grand accident, le système employé à la mine Dorstfeld. Le puits de sortie d'air est incliné, et dans son intérieur règne, depuis le jour jusqu'à l'étage le plus profond (*), un escalier en pierre; les galeries de fond de tous les étages débouchent dans ce puits incliné, qui est affecté uniquement au service de l'aérage, ou au moins communiquent avec lui. Ce puits a deux issues, l'une dans les bâtiments principaux du carreau de la mine, l'autre en dehors pour servir au cas où, ces bâtiments étant en feu par exemple, le premier deviendrait impraticable. De plus ce puits est muni, outre le ventilateur déprimogène qui est normalement en service, d'un Fabry permettant de refouler par là de l'air frais dans la mine, au cas où, les gaz délétères s'échappant par ce puits après une explosion, l'évacuation des ouvriers et l'entrée des sauveteurs deviendrait impossible.

Depuis 1882, plusieurs mines, entre autres la mine Vollmond, ont imité l'exemple de celles dont je viens de citer quelques-unes, et ont foncé ou commencé à foncer un second puits, les unes de leur plein gré, les autres par suite d'une prescription de l'administration.

Dans aucune exploitation, je n'ai vu plus de deux puits desservant la même fosse.

(*) Situé à 297 mètres au-dessous du sol.

Principe de la marche ascensionnelle. — La règle générale, que l'air ne doit descendre que par les puits d'entrée, et, dès le commencement de sa distribution dans les travaux, ne plus marcher qu'en montant, est admise en Westphalie, et presque toutes les exploitations l'appliquent, au moins dans l'ensemble de leur système d'aérage. Je n'ai vu aucune mine où il en fût autrement, et la Commission du grisou ne cite que la mine Rhein Elbe, où le retour d'air général se trouve au niveau le plus bas, tandis que l'air frais pénètre dans les travaux par leur partie supérieure. Cette mine, il est vrai, est peu grisouteuse; cependant, d'après le tableau de la page 153, le dégagement de gaz hydrocarbonés y est notable ($1^{\text{m}^3},32$ par mètre cube de houille abattue).

Si l'on excepte cette mine Rhein Elbe, on peut dire que partout l'air frais entre par le puits ou le compartiment d'extraction, arrive dans les travaux par la partie inférieure, les traverse en montant, et s'échappe par le retour d'air général situé au niveau le plus élevé. A la mine Neu Iserlohn, ces retours d'air suivent les lignes de faite des selles que forme la couche la plus élevée de celles qu'on exploite.

Mais si ce principe est partout adopté comme règle générale, il souffre dans le détail de nombreuses exceptions, dues en général au désir bien naturel qu'ont les concessionnaires de mines de faire le moins de frais possible. Ainsi lorsque les régions supérieures sont soumises à de fortes pressions, et que, par suite, les galeries de retour d'air qu'il y faudrait maintenir exigeraient un entretien trop onéreux, on place le retour d'air un peu plus bas et on y fait redescendre l'air qui a parcouru les parties supérieures des travaux. Dans les travaux de préparation, on est souvent obligé de recourir à l'aérage partiellement descendant; mais quelquefois, pour abréger la période de traçage d'un quartier qu'on ouvre, on com-

mence les travaux de dépilage avant que les communications n'aient été complètement établies à la partie supérieure avec les retours d'air existants, et on fait sortir en descente l'air qui a traversé le quartier neuf. De même, pour contourner un pilier de sûreté au-dessous de constructions de la surface, il est beaucoup moins coûteux de ne pas sortir de la couche, quitte à faire redescendre le courant d'air, que de faire une galerie au rocher, qui contournerait horizontement le pilier à ménager.

Dans certains cas, et je m'empresse de dire que le dernier exemple cité, qui s'est produit à la mine Wolfsbank, rentre dans cette catégorie, les frais, qu'il faudrait faire pour rester fidèle à la règle du courant ascendant, seraient tout à fait disproportionnés, surtout dans une mine peu grisouteuse, avec le faible danger que fait naître la non-application de la règle. Dans ces cas, c'est aux *Revierbeamten* qu'il appartient d'apprécier s'ils peuvent permettre ou non une dérogation au principe général. Dans les mines grisouteuses, comme Neu Iserlohn, on admet ordinairement qu'avec un pendage inférieur à 15° , cela peut se faire sans inconvénient; dans celles où le dégagement de grisou est faible, comme Wolfsbank dont je parlais plus haut, on est beaucoup plus large. La Commission du grisou reconnaît que, dans certaines circonstances, on peut admettre même l'aérage descendant des chantiers d'abatage; mais elle recommande, dans ce cas, de leur envoyer relativement une plus grande masse d'air qu'à ceux qui sont aérés d'après la règle générale.

Division du courant. — La division du courant d'air entrant dans la mine par le puits d'extraction en plusieurs courants destinés à aérer chacun une étendue limitée de l'exploitation est pratiquée sur une assez grande échelle dans le bassin westphalien. Outre la division du courant

entre les diverses couches exploitées, qui s'impose si l'on admet la règle de la circulation ascensionnelle, le courant d'air de chaque couche est lui-même subdivisé entre les différents étages et les différents quartiers, de manière que chacun reçoive de l'air frais. Cette subdivision est souvent poussée très loin; quelquefois l'administration l'impose aux exploitants en les obligeant à conduire directement aux retours d'air un courant qui a traversé un nombre déterminé de chantiers. Un courant qui n'a aéré que des travaux de préparation est généralement considéré comme air frais et apte à aérer un quartier d'abatage.

Les avantages de la subdivision du courant sont considérables; le principal est l'indépendance des différents quartiers au point de vue des conséquences d'une explosion; les gaz délétères qui en résultent ne vont pas infecter les autres quartiers, mais sont conduits directement au dehors par les retours d'air. En outre, en diminuant la longueur du trajet de l'air dans les travaux, elle diminue les résistances dues au frottement et améliore ainsi le rendement du système d'aérage. Enfin elle permet, en offrant un plus large débouché à l'air, d'augmenter le débit du ventilateur sans dépasser la vitesse maxima que d'autres considérations assignent à l'air dans les galeries, et, par suite, d'améliorer la salubrité et la sécurité de la mine.

La division du courant s'effectue d'ailleurs de diverses manières: tantôt, et c'est le cas des nombreuses mines n'ayant qu'un niveau d'exploitation et de quelques-unes en ayant deux, le courant tout entier pénètre jusqu'au fond du puits d'entrée, puis dans le travers-bancs du dernier étage, et là seulement se divise par les plans inclinés. Tantôt, la division a lieu dès le puits d'entrée, les courants partiels entrant dans les différents étages par leurs travers-bancs respectifs; c'est le cas de la mine

Neu Iserlohn et d'un grand nombre d'autres. Tantôt enfin, la division a lieu dès la surface, l'air entrant par deux puits distincts, comme à la mine Zollverein dont j'ai parlé plus haut (p. 158), ou à la mine Hannover, fosse n° 1, qui possède deux puits organisés chacun en puits unique avec compartiments d'entrée et de sortie d'air, et qui constituerait, sous le rapport de l'aérage, deux fosses distinctes si les deux courants ne se mêlaient en partie, des branches de l'un se réunissant au retour d'air de l'autre et réciproquement.

Volume d'air. — Trois éléments influent sur la détermination du volume d'air à envoyer dans une partie donnée de la mine: le nombre d'hommes et de chevaux qui y sont employés, la température qui tend à s'y développer, la quantité de grisou et de mauvais air qui s'y dégage. Chacune de ces trois considérations détermine une quantité d'air minima à faire circuler dans les travaux considérés; le plus grand de ces minima doit être adopté, et la section offerte au passage de l'air suffisamment agrandie pour que la vitesse du courant ne dépasse pas une certaine valeur maxima. Je vais m'occuper du volume du courant d'air à ces quatre points de vue successivement.

La plupart des mines bien exploitées cherchent à donner à chaque ouvrier au moins 2 mètres cubes d'air frais par minute; quelques-unes, même, comme la mine Pluto, s'imposent un minimum de 3 mètres cubes. Mais un très grand nombre de mines ne sont point aussi scrupuleuses et se contentent de 1 mètre cube à 1^m³,5 par homme et par minute; la Commission du grisou cite même dans son rapport 9 exploitations dans lesquelles ce volume descend, en moyenne, au-dessous de 1 mètre cube. Un cheval est presque partout compté pour 3 hommes, rarement pour 4 (mine Zollern) ou pour 2 1/2 (mine Neu Iserlohn).

On attache généralement, surtout depuis que l'atten-

tion a été appelée sur ce point par la Commission du grisou, une grande importance à la température qu'il convient de maintenir dans les chantiers. Elle doit être assez basse pour que les hommes n'aient pas la tentation de se dépouiller complètement de leurs vêtements pendant le travail, et, dans les quartiers un peu chauds, on doit les surveiller spécialement sous ce rapport. En effet, les explosions de grisou sont, comme je l'ai dit plus haut, rarement considérables dans le bassin de la Ruhr, et ces petites détonations ne sont généralement mortelles que par les brûlures qu'elles produisent, et dont le plus léger vêtement protège toute la partie du corps qu'il couvre. La limite au-dessus de laquelle on cherche à ne pas laisser s'élever la température est de 20° C. Mais on ne peut pas toujours y réussir, et la Commission du grisou cite dans son rapport 38 mines où elle a constaté en différents points des températures supérieures à 20°, jusqu'à 32° au voisinage d'une source chaude, et 28° en dehors de cette influence accidentelle.

Sous le rapport de la dilution du grisou et du mauvais air, je n'ai pas vu qu'on s'imposât de règle aussi nette que celles qui précèdent, et cela se comprend à cause de la difficulté de se rendre un compte exact, à chaque instant, de la teneur de l'air en hydrocarbures et en acide carbonique. Les indications de la lampe de sûreté sont les seules sur lesquelles on se règle, et encore ne sont-elles prises bien souvent qu'une fois par jour, dans les mines où l'emploi constant de la lampe de sûreté n'est pas exigé. Le tableau que j'ai donné, page 153, donne une idée de la dilution qu'on obtient dans le retour d'air général; le maximum de teneur constaté par la Commission, en 1882, a été de 1,43 p. 100 pour le grisou et de 1,84 p. 100 pour l'acide carbonique. Ces proportions ne sont pas dangereuses; mais ce ne sont que des moyennes pour toute l'étendue d'une mine, et la Commis-

sion a constaté en des points particuliers des teneurs en grisou bien supérieures, jusqu'à 7,14 p. 100 dans un montage de la mine Zollern, et 9,75 p. 100 dans un chantier de la mine Tremonia.

La vitesse du courant d'air dans les galeries de fond et les travaux dépasse rarement 3 mètres par seconde; cette vitesse est d'ailleurs déjà dangereuse, non qu'elle menace de faire sortir la flamme des lampes de sûreté, mais parce qu'elle expose les ouvriers à tous les dangers d'une trop rapide évaporation de la transpiration. Le plus souvent la vitesse de l'air ne dépasse pas 2 mètres ou 2^m,50. Mais dans les retours d'air, dont les sections sont généralement beaucoup trop étroites, les vitesses de l'air sont assez considérables pour être un sérieux obstacle à ce qu'on y pénètre lorsque des réparations y sont nécessaires. Il est certain que dans un retour d'air, où l'atmosphère est un peu grisouteuse, et où le vent a une vitesse de 7 à 8 mètres, et même un peu plus, comme la Commission l'a constaté en quelques points, il y a le plus grand danger à entrer même avec des lampes à double tamis métallique.

TROISIÈME PARTIE.

Aménagement du courant.

Voies d'aérage. — Il serait à désirer pour le bon aménagement de l'aérage d'une mine qu'en chaque point du circuit parcouru par l'air, la section offerte au passage de celui-ci fût proportionnée au volume d'air qui doit la traverser par unité de temps. Il est loin d'en être toujours ainsi, et si certaines mines se sont préoccupées de satisfaire dans une certaine mesure à cette condition, la grande majorité semble l'avoir complètement négligée.

Les voies d'entrée de l'air frais, qui sont celles d'extraction et de roulage, ont généralement, par suite des nécessités de ces deux services, des sections suffisantes et sont l'objet d'un entretien qui ne laisse rien à désirer. Au contraire, les voies qui ne sont affectées qu'à l'aérage, les voies de retour d'air, sont ordinairement très peu soignées; leur section s'abaisse parfois à des valeurs très faibles, jusqu'à 1 mètre carré par endroits; les galeries, n'étant pas munies de rails, sont difficilement accessibles pour les réparations, et leur section est, par conséquent, exposée à être encore fort réduite par suite des petits mouvements déterminés dans le terrain par l'exploitation même. Cependant, d'après le principe énoncé plus haut, les retours d'air devraient être plutôt plus larges que les voies d'entrée, le courant sortant ayant un volume plus grand que le courant entrant, par suite de l'échauffement de l'air dans la mine. Au lieu de cela, on trouve généralement, surtout dans les mines à un seul puits, un orifice de sortie beaucoup plus étroit que celui d'entrée, jusqu'à 10 fois plus étroit à la mine Concordia et 11 fois plus à la mine Bonifacius. Le rapport de 1 à 5 ou 6 est assez fréquent.

Il est juste de citer quelques exploitations qui font une heureuse exception à cette règle générale. Dans les mines Rhein-Elbe, Shamrock, Carl, Westphalia, les puits ou compartiments de sortie d'air ont même section que ceux d'entrée. A la mine Hibernia, l'orifice de sortie est même un peu plus grand (8 mètres carrés au lieu de 7). A la mine Hannover, qui a deux puits d'entrée et de sortie d'air, la somme des sections des compartiments de sortie est presque égale à celle des compartiments d'entrée (15 mètres carrés au lieu de 16). Je donne (Pl. I, fig. 3) le croquis de la section du puits n° 1 de cette mine, et je mets en regard celui du puits unique de la mine Vollmond (fig. 4) qui présente des conditions tout opposées.

Quant aux valeurs absolues des orifices d'entrée et de sortie, en voici quelques exemples (*):

MINES A UN SEUL PUIITS.	ENTRÉE.		MINES A DEUX PUIITS.	ENTRÉE.	
	m. car.	m. car.		m. car.	m. car.
Providencia.	11	1,9	Germania.	15	10,2
Barillon.	4	1,8	Hibernia.	7	8,1
Clerget.	9	3,2	Shamrock.	9	8,4
Dorsfeld.	12	3,7	Neu Iserlohn I.	15	4,0
Zollern.	11	4,2	Neu Iserlohn II.	11	5,9
Kaiserstuhl.	15	2,8	Westphalia.	14	14,5
Rhein Elbe.	5	4,1			

Des différences analogues, quoique moins prononcées, se manifestent dans les sections des galeries et travers-bancs suivant qu'ils sont au niveau de roulage, c'est-à-dire d'entrée d'air, ou au niveau de retour.

Pour les premiers, la section est en moyenne de 3 à 4 mètres carrés; pour les seconds, elles n'est que de 2 mètres carrés à 2^m,75; tels étaient du moins les chiffres recueillis par la Commission en 1882. Depuis, plusieurs mines se sont améliorées sous ce rapport, et, parmi elles, je citerai les suivantes :

MINES.	SECTION MOYENNE des galeries d'entrée d'air		SECTION MOYENNE des retours d'air.	
	en 1882.	en 1885.	en 1882.	en 1885.
	m. car.	m. car.	m. car.	m. car.
Neu Iserlohn.	3,8	5	3	4
Zollern.	3,6	4	3	5
Hannover.	3,0	3	1,8	4
Germania.	?	4	?	5

Parmi les mines où les voies de retour d'air sont les plus étroites, on peut citer Bonifacius, Concordia, Rhein-Elbe, Ruhr und Rhein, où la section moyenne de ces voies d'aérage ne dépasse guère 1^m,50.

(*) Rapport de la Commission prussienne du grisou, p. 147-148.

Pour le soutènement des galeries, qui a, au point de vue qui nous occupe, une assez grande importance, tant à cause de la conservation de la section des voies d'aérage qu'à cause des résistances plus ou moins grandes qu'il offre par frottement au passage du courant d'air, on emploie le plus souvent, en Westphalie, les cadres en bois. Ceux-ci ont l'inconvénient de faire sur la paroi de la galerie une assez forte saillie et, par conséquent, de déterminer dans le courant d'air des remous qui créent d'assez grandes résistances. Les cadres entièrement ou partiellement en fer, qu'on rencontre dans quelques mines, ont à un moins haut degré ce désavantage; mais ils semblent résister moins bien que les cadres en bois à la poussée du terrain, parce que cette poussée n'est pas toujours dirigée dans le même sens et que, par suite, le cadre est exposé à travailler soit à la torsion, soit à la flexion dans une direction oblique à son plan, circonstances auxquelles un rail ou un fer à T n'est pas bien approprié. Malgré cela, les cadres en fer sont assez en vogue dans le bassin de la Ruhr. L'emploi de vieux rails comme chapeaux de cadres dont les montants sont en bois paraît donner de bons résultats, d'autant plus que c'est au plafond surtout qu'il convient d'éviter les anfractuosités. Mais les cadres elliptiques complètement en fer ne résistent pas longtemps aux poussées obliques du terrain et sont rapidement tordus et à remplacer.

Le muraillement des galeries n'est généralement employé que par places, là où la grande poussée du terrain le rend nécessaire. C'est évidemment le soutènement le plus favorable à l'aérage, puisqu'il évite toute anfractuosité et donne aux galeries une surface lisse sur laquelle le frottement de l'air est faible et une section à angles arrondis présentant moins de périmètre pour une même surface que les sections trapézoïdales ou rectangulaires.

La longueur des circuits parcourus par l'air, depuis le

puits d'entrée jusqu'au ventilateur, est très variable d'une mine à l'autre, suivant l'étendue du champ d'exploitation et la plus ou moins grande division du courant. Il est même fort difficile d'établir une moyenne dans laquelle, pour être exact, il faudrait faire entrer la longueur de chaque courant partiel avec un coefficient proportionnel à son débit. Mais, sans faire un calcul, forcément incomplet, de cette moyenne, la Commission du grisou l'estime, d'après ses observations, à 3.500 mètres environ. Voici quelques exemples que j'ai recueillis dans les mines que j'ai visitées; ce sont les longueurs maxima des circuits de ces diverses mines ou champs d'exploitation :

Hannover	1.600 mètres.
Germania	3.000 —
Neu Iserlohn I	3.140 —
Vollmond	3.500 —
Neu Iserlohn II	5.000 —
Zollern	4.750 —
Dorstfeld	6.500 —

Quant à la longueur minima, elle n'est souvent que de quelques centaines de mètres.

Pour terminer ce qui a rapport aux voies d'aérage, je vais dresser ici un tableau des orifices équivalents de quelques mines de Westphalie, calculés d'après la formule donnée par M. Murgue

$$a = 0,38 \frac{V}{\sqrt{h}}$$

dans laquelle V est le débit en mètres cubes par seconde et h la dépression en millimètres d'eau. Les valeurs de V et de h , que j'ai fait entrer dans la formule, sont celles qui m'ont été fournies par les ingénieurs des mines que j'ai visitées.

MINES.	V	h	a
Vollmond.	6,5	25	0,494
Barillon.	11,6	65	0,518
Dorstfeld.	14,2	61	0,692
Rheinpreussen.	8,3	20	0,700
Clerget.	15,0	65	0,708
Providence.	18,2	62	0,875
Amalie.	18,3	40	1,101
Neu Essen.	16,6	30	1,147
Zollern.	21,6	51	1,148
Neu Iserlohn II.	30,5	57	1,535
Neu Iserlohn I.	30,0	31	2,054

La moyenne des valeurs de a de ce tableau est très sensiblement de 1 mètre carré, valeur qui est le type de ce que M. Murgue appelle des mines moyennes. D'après les chiffres publiés dans le rapport de la Commission prussienne du grisou, il semble que la moyenne générale des orifices équivalents des mines de la Ruhr soit un peu inférieure à cette valeur de 1 mètre carré. Il est probable, d'ailleurs, que cette moyenne s'est élevée depuis 1882, mais seulement dans une faible mesure.

Entre les deux fosses de la mine Neu Iserlohn, la différence assez considérable d'orifice équivalent provient presque exclusivement des différences de longueur des chemins parcourus par l'air; car ces deux fosses, exploitées de même, ont pour les galeries de roulage et de retour d'air des sections sensiblement identiques et tous les mêmes procédés sont appliqués à l'une et à l'autre. Mais, quoique la fosse n° 1 ait un puits de sortie plus étroit que l'autre (voir p. 167), comme les circuits d'aérage y sont beaucoup plus courts, la résistance totale y est sensiblement moindre.

Portes et guichets d'aérage. — Pour fermer une galerie au passage du courant d'air, on emploie généralement des portes en bois s'appuyant sur un cadre de même substance encasté dans une section maçonnée de la galerie. Lorsque celle-ci doit être traversée fréquemment,

soit pour le service du roulage, soit pour la circulation des hommes, ou qu'une forte différence de pression sur ses deux faces rendrait son ouverture difficile, on emploie le procédé général qui consiste à placer, à une certaine distance l'une de l'autre, deux portes semblables, de telle sorte que, même au passage des trains les plus longs, l'une d'elles reste fermée lorsque l'autre est ouverte. Dans certains cas, on place même, par extension du principe, trois portes successives dont deux au moins sont fermées simultanément.

La construction des portes d'aérage a fait peu de progrès depuis le voyage de MM. Pernolet et Aguillon, et les belles portes étanches de Dorstfeld décrites par eux (*), dont le bord est garni d'une bande de caoutchouc venant s'appuyer sur un cadre formé d'une cornière en fer, portes dont l'étanchéité est remarquable, ne se sont pas répandues depuis cinq ans. Je n'ai rencontré de pareilles portes, et la Commission prussienne du grisou (p. 165) n'en cite qu'à la mine Dorstfeld, quoique sa phrase laisse supposer qu'il en existe dans quelques autres qu'elle ne nomme pas.

Dans un assez grand nombre de points, on éprouve la plus grande difficulté à conserver l'étanchéité des portes par suite de la poussée incessante du terrain, d'où résultent des déformations continuelles des cadres. Lorsque, par un soutènement suffisant, on ne peut lutter contre ces pressions, on se résout à remplacer les portes par de simples portières en toile fixées au plafond de la galerie et pendant librement jusqu'à la sole. Ces portières, dont le prix est beaucoup moindre que celui des portes, ont évidemment une étanchéité assez faible et ne sauraient tenir contre une différence de pression un peu forte sur leurs deux faces; mais, en dehors de ce cas, les ingénieurs

(*) *Rapport de mission.* Allemagne, p. 165.

prétendent que des portes, placées en ces points où la poussée du terrain est considérable, donneraient, un temps très court après leur installation, des fuites tout à fait comparables à celles qu'occasionnent les portières en toile.

La régulation du courant se fait presque partout en agissant sur la section des retours d'air, et non des voies d'entrée, ce qui serait pourtant préférable à cause de l'accumulation possible de grisou dans les anfractuosités créées par ces étranglements, lorsqu'ils sont placés dans les voies parcourues par l'air vicié. La raison que l'on donne pour agir ainsi est que l'on s'exposerait, en plaçant les guichets à des endroits accessibles aux ouvriers, à ce que ceux-ci vinssent les ouvrir pour avoir plus d'air frais que leurs camarades des autres quartiers; la surveillance serait très difficile pour empêcher ces faits de se produire. A la mine Hannover on emploie cependant ce procédé, en plaçant les guichets régulateurs dans les voies d'entrée d'air. Cela nécessite, en effet, une surveillance un peu plus active, et on applique rigoureusement un règlement qui inflige une amende de 1 à 2 marks à tout ouvrier convaincu d'avoir modifié l'ouverture d'un guichet.

Distribution de l'air dans les travaux. — Cette distribution n'offre pas de difficulté dans les travaux de dépiilage, et s'y fait partout de la même manière. Le courant général est subdivisé de manière que, dans chaque couche, chaque quartier ait un courant d'air partiel, qui y arrive par la galerie de fond. Le pied du plan incliné qui dessert le quartier est isolé par deux portes obturatrices placées de part et d'autre dans la galerie de roulage, et un petit raccordement latéral permet à l'air de passer d'un côté à l'autre du plan. Toutes les costresses sont fermées par des portes étanches au voisinage de leur débouché dans le plan, de sorte que la série des

chantiers forme la seule voie de communication librement ouverte entre la galerie de fond et la galerie supérieure par laquelle l'air est aspiré. Le courant les parcourt donc successivement de bas en haut et s'échappe ensuite vers le retour d'air. C'est ce qu'indique la *fig. 5* de la Pl. I.

Le plan incliné et la descenderie qui en est l'annexe, forment, comme on le voit, un espace fermé de toutes parts, sauf vers le haut; l'aérage en est intermittent, et ne se produit qu'au moment de l'ouverture d'une des nombreuses portes qui le ferment. Ces ouvertures sont d'ailleurs assez fréquentes pour donner une bonne ventilation à cet espace, qui n'est occupé que par un très petit nombre d'ouvriers. Il en est de même de toute la longueur des costresses, qui ne sont aérées que grâce à l'ouverture intermittente des portes pour le passage des wagonnets.

Pendant la période de traçage, la méthode généralement employée est très analogue à celle qui vient d'être décrite pour la période de dépiilage, et n'exige pas un nouveau croquis.

Entre deux costresses consécutives, on perce tous les 15, 20 ou 30 mètres des remontées que l'on bouche par un mur dès qu'une nouvelle a été percée, de sorte que la plus éloignée du plan incliné demeure seule ouverte et joue, au point de vue de l'aérage, le rôle que jouait tout à l'heure le chantier. Le plan incliné, la descenderie et les costresses entre ces ouvrages et la dernière remontée, ne sont aérés que par les ouvertures de portes. Quant à la partie de costresse située au delà de la dernière remontée, je parlerai de sa ventilation à propos des travaux à l'avancement.

Dans un autre système, employé à la mine Dorstfeld, et dont la *fig. 6* de la Pl. I (*) donne une idée, les com-

(*) *Rapport de la Commission prussienne du grisou*, p. 195-196.

munications par remontées entre deux costresses consécutives ne sont établies qu'à travers un pilier sur deux, l'autre restant complètement intact. De cette manière le courant d'air parcourt dans toute leur longueur les costresses alternativement dans un sens et dans l'autre, passant de l'une à l'autre alternativement par un segment de la descenderie latérale au plan incliné et par une remontée d'aérage.

Ce système offre l'avantage de nécessiter le percement de deux fois moins de remontées, d'occasionner par suite moins de frais, et moins de pertes d'air par celles des remontées qui sont bouchées, toujours imparfaitement. En outre, et c'est par là surtout qu'il est recommandable, il aère d'une manière active et permanente la totalité des travaux, ce qui a une certaine importance dans les couches grisouteuses pendant cette période de traçage qui est une sorte de saignée et de drainage de la couche. D'autre part, et c'est là ce qu'on cite (*), à tort suivant moi, comme un désavantage de la méthode, il est bien certain que pour ventiler une beaucoup plus grande longueur de galeries, comme cela a lieu, on a à vaincre de plus grandes résistances, et par suite à dépenser plus de force motrice.

Aérage à l'avancement. — Le problème est celui de l'aérage d'un bout de galerie en cul-de-sac, devant l'orifice duquel passe un des courants d'air partiels de la mine. La disposition qui se présente le plus souvent est celle qu'indiquent les *fig. 7* et *8* de la Pl. I. Lorsque la longueur du cul-de-sac est faible, on laisse les choses en l'état représenté par la *fig. 7*, et le renouvellement de l'air à l'avancement n'est déterminé que par la diffusion, le mouvement des hommes et des wagonnets.

(*) Rapport de la Commission prussienne du grisou, p. 195-196.

Lorsque la longueur devient plus considérable, ou que le chantier est particulièrement grisouteux, on établit quelquefois sur l'angle A un bout de cloison directrice qui infléchit le courant d'air vers le front de taille et l'oblige à suivre un chemin analogue à celui qui est figuré en pointillé dans la *fig. 8*. Ces cloisons, qu'on appelle *Wetterzungen* (*), et qu'on perce en leur milieu d'une porte pour la commodité de la circulation, semblent donner d'assez bons résultats, mais ne sont en usage que dans un très petit nombre de mines.

Enfin lorsque l'avancement atteint une grande longueur, ces moyens deviennent complètement insuffisants et il est de toute nécessité de diriger l'air jusqu'au voisinage du front de taille en séparant par des parois étanches les deux courants qui doivent parcourir en sens inverse le cul-de-sac. Cela s'obtient au moyen de plusieurs procédés que je vais étudier successivement.

1° *Canars.* — On en fait quelquefois en bois; ils sont alors formés de quatre planches de sapin de 15 à 25 centimètres de largeur clouées face sur tranche, de manière à former un conduit prismatique à section carrée ou rectangulaire. Les joints peuvent être rendus plus étanches au moyen d'un peu d'argile. La section maxima de ces conduits est de 25/25 centimètres, soit 0^m2,0625; la forme rectangulaire de cette section, et la surface rugueuse des planches donnent lieu à d'assez grands frottements, et les joints, toujours imparfaits, permettent des pertes d'air assez considérables. Mais l'installation de ces canars est simple, rapide et peu coûteuse; comme, d'ailleurs, on en a toujours les éléments sous la main, ils sont une ressource précieuse dans les circonstances pressantes.

Dans les autres cas, on préfère généralement les canars métalliques à section circulaire; on les fait en tôle

(*) Rapport de la Commission prussienne du grisou, p. 185.

de fer galvanisée ou en zinc. La raison du choix entre ces deux métaux est ordinairement le prix, qui est moins grand pour le zinc lorsqu'il s'agit de tuyaux de petit diamètre, et pour le fer dans le cas de grands diamètres. Les joints entre deux bouts de tuyaux consécutifs se font au moyen de manchons serrés par un coin. Les diamètres des canars métalliques employés en Westphalie varient de 10 à 50 centimètres, et les sections correspondantes de 78 à 1.960 centim. carrés.

On emploie aussi depuis quelques années, mais dans un petit nombre de mines, des canars en tôle de zinc ondulée, qui, quoique plus chers et donnant lieu, à section égale, à un peu plus de résistance au passage du courant, offrent une solidité plus grande, et sont moins exposés à être déformés par les chocs nombreux que de pareils organes sont destinés à supporter. On a aussi essayé des canars en carton bitumé; mais ils étaient beaucoup trop fragiles et ont été complètement abandonnés à cause de cela.

Les canars sont aspirants ou soufflants; les dispositions qui correspondent à ces deux modes d'action sont indiquées par les *fig.* 9 et 10 de la Pl. I. Dans les deux cas, une de leurs extrémités traverse une porte obturatrice placée en aval ou en amont de l'avancement à aérer. Je n'ai vu nulle part l'emploi de ventilateur à bras pour déterminer le mouvement de l'air dans les canars.

Le principal inconvénient des canars est d'avoir une section trop faible; on se trouve entre les deux écueils, d'avoir ou une ventilation insuffisante, ou des vitesses considérables et dangereuses pour les lampes aux orifices des canars. Ils ne sont donc admissibles que pour de faibles débits.

2° *Galandages.* — Dès qu'on a besoin d'envoyer à l'avancement une quantité d'air un peu forte, il faut avoir recours aux galandages. Ceux-ci sont construits

soit en planches, soit en briques et charpente, les joints étant faits dans le premier cas à l'argile, dans le second au mortier. Lorsque la galerie dans laquelle on veut établir un galandage est large, on fait la cloison verticale, et généralement en briques et charpente; mais dans les galeries étroites, on est obligé d'établir le goyau à la partie supérieure et d'avoir recours à une cloison horizontale en planches. Le prix de ces deux sortes de constructions est à peu près le même : 1^m,45 (= 1^r,80) par mètre carré. Mais les cloisons en planches donnent lieu à des pertes d'air bien plus considérables comme le montrent les deux exemples suivants, pris à la mine Kaiserstuhl (*):

	Cloison verticale en briques.	Cloison horizontale en planches.
Surface totale de la cloison. . . .	750 ^m 2	375 ^m 2
Air entrant dans le goyau	56 ^m 3,100	53 ^m 3,500
Air arrivant à l'avancement. . .	19 ^m 3,300	9 ^m 3,900
Perte absolue	36 ^m 3,800	43 ^m 3,600
Perte relative	0,656	0,815
Perte relative par 1 ^m 2 de cloison.	0,000875	0,002173
Rapport des pertes . . . id.	1	: 2,48

L'usage des galandages en toile goudronnée, que MM. Pernolet et Aguillon signalent, en 1880, dans le bassin de Sarrebrück, s'est depuis un peu répandu dans la Ruhr, notamment dans les mines Clerget, Hansa, Zollern. Les toiles sont clouées sur deux séries de lattes en bois, formant longuerines, fixées l'une au plafond, l'autre à la sole, ou bien une sur chacune des parois latérales de la galerie. L'étanchéité de ces galandages est sensiblement moindre que celle des cloisons en briques et même en planches rejointoyées à l'argile. Mais leur prix d'établissement est beaucoup moindre, surtout dans les galeries de grande dimension; en effet la main-d'œuvre et une

(*) *Rapport de la Commission prussienne du grisou*, p. 166-167.

partie des matières premières (lattes) sont indépendantes de la hauteur de la galerie, de sorte que, si y désigne le prix de revient par mètre carré et x la hauteur de la galerie, la formule est de la forme

$$y = a + \frac{b}{x},$$

tandis que pour les galandages en planches ou en briques, on a très sensiblement

$$Y = A.$$

Si, en admettant les valeurs données par la Commission du grisou, soit

$$A = 1^m,45 = 1^r,80 [= 1^r,10 \text{ demat. prem.} + 0^r,70 \text{ dem. d'œuvre}],$$

$$a = 0^m,73 = 0^r,90$$

$$b = 1^m,58 = 1^r,95 [= 1^r,30 \text{ demat. prem.} + 0^r,65 \text{ de m. d'œuvre}],$$

on construit les courbes représentatives de y et Y , on obtient la *fig.* 11 de la Pl. I. Mais si l'on veut tenir compte de la possibilité de faire resservir les matières premières à la construction d'un autre galandage semblable, il faut modifier les formules précédentes, et les écrire, en appelant n le nombre des remplois des matières premières

$$y = \frac{0,90}{n} + \frac{1,30}{nx} + \frac{0,65}{x},$$

$$Y = \frac{1,10}{n} + 0,70,$$

on obtient, en faisant $x = 2, 3, 4$, successivement, les courbes y' , y'' et y''' et l'on voit par la figure que la hauteur de galerie au-dessus de laquelle les toiles goudronnées sont avantageuses s'abaisse, de 2^m,20 qu'elle était dans le premier cas, successivement à 1^m,75, 1^m,40, 1^m,25. L'avantage des toiles s'accroît encore, si l'on remarque qu'elles peuvent resservir un plus grand

nombre de fois que les briques, dont un assez grand nombre est brisé à chaque démolition.

Il semble, d'après ces considérations, que les cloisons en toile soient appelées à se répandre beaucoup plus qu'elles ne l'ont fait jusqu'à présent.

3° *Galeries jumelles.* — Ce troisième système peut être considéré comme dérivé du précédent, dans lequel le galandage, prenant une épaisseur considérable, serait remplacé soit par un pilier de charbon laissé en place (c'est le système des galeries jumelles proprement dites), soit par un épais massif de remblai construit à la place de ce pilier abattu (c'est le système des *Weterrösch* de Dorstfeld).

Pour pousser un avancement par galeries jumelles, on creuse parallèlement l'une à l'autre deux voies (galeries ou descenderies) généralement un peu inégales, l'une devant servir de galerie de roulage ou de plan incliné et ayant à cause de cela des dimensions plus fortes. Entre elles on maintient un pilier de houille dont l'épaisseur varie, généralement entre 5 et 10 mètres suivant la solidité de la houille, la puissance de la couche, la plus ou moins grande pression des épontes. Les deux voies parallèles sont réunies de distance en distance par des remontées (*Durchhiebe*), dont la dernière seule est maintenue ouverte, toutes les précédentes étant soigneusement murées à la partie inférieure ou quelquefois complètement remblayées. Les bouts de galerie situés au delà de la dernière remontée sont aérés, comme il a été dit au début de ce paragraphe (p. 174), soit par simple diffusion, soit au moyen de *Wetterzungen*, soit, dans le cas d'un montage, au moyen d'un court canar. Les remontées sont généralement distantes l'une de l'autre de 20 à 30 mètres et ont une section de 1 à 2 mètres carrés. Leur percement se fait presque toujours en montant; mais dans un certain nombre de mines, entre autres Pluto, Bonifacius,

Bruchstrasse, pour éviter la formation de cloches à grisou, on commence par traverser le pilier par un trou de sonde de 100 à 150 millimètres de diamètre, qu'on élargit ensuite; dans quelques autres mines, Shamrock, Zoltern, etc., on se contente, comme remontées d'aérage, de trous de sonde de 30 à 40 centimètres de diamètre.

Dans quelques exploitations, comme Dorstfeld, qui fournissent un remblai abondant et suffisamment argileux pour faire rapidement une bonne prise, on modifie un peu la méthode des galeries jumelles, de manière à diminuer notablement les frais. Au lieu de creuser deux galeries parallèles, laissant entre elles un pilier vierge, on abat la houille sur toute la largeur correspondant aux deux galeries et au pilier, et on construit en arrière, au milieu de l'espace déhouillé, un massif de remblai qui laisse d'un côté la galerie de roulage, de l'autre une galerie plus étroite destinée au retour ou à l'amenée de l'air et qui porte spécialement le nom de *Wettersöche* (voir Pl. I, fig. 12 et 13). Le prix de revient de la houille extraite d'un pareil travail n'est supérieur à celui de la houille provenant des dépilages que d'une quantité correspondant à la construction du massif de remblai, et variant de 0^f,10 à 0^f,25, soit en moyenne 0^f,175. Ce prix est très notablement inférieur à celui de la houille provenant des tracages ou du percement de galeries jumelles proprement dites. Outre cet avantage, le système des *Wettersöchen* a encore sur l'autre celui d'amener constamment le courant d'air à lécher le front de taille, et de donner par conséquent une meilleure ventilation de ce point dangereux. Mais il n'est applicable que dans les mines qui produisent un remblai de qualité convenable; car, s'il n'en était pas ainsi, les pertes d'air à travers ce massif de remblai seraient considérables.

Cloisons d'aérage dans les puits. — A la question des

galandages se rattache celle des cloisons d'aérage dans les puits qui sont des organes complètement analogues et jouant sensiblement le même rôle. Elles sont généralement construites en planches clouées sur une charpente en bois, assemblées entre elles à rainure et languette, et dont les joints sont faits soit au goudron, soit au ciment. Elles donnent lieu à des pertes importantes en général, jusqu'à 67 p. 100 à la mine Carolus-Magnus; mais, par un entretien très soigné, on peut abaisser beaucoup ce chiffre, jusqu'à le rendre tout à fait comparable aux pertes qui se produisent, même avec le système du double puits; c'est ainsi que la perte par la cloison n'est que de 9,3 p. 100 à la mine Minister-Stein, 7,3 p. 100 à la mine Hugo, 5,4 p. 100 à la mine Fürst-Hardenberg. La Commission prussienne du grisou donne, comme moyenne de vingt-huit observations faites par elle, le chiffre de 31,36 p. 100.

Les documents me font défaut pour rapporter ces pertes à la surface totale des cloisons; je n'ai pu faire ce calcul que pour la mine Vollmond: le compartiment de retour d'air a une section rectangulaire de 1^m,91 sur 1^m,36 (voir Pl. I, fig. 4) et est en contact par trois faces avec les compartiments d'entrée d'air. Le niveau de retour d'air se trouve à 115 mètres; la surface totale de la cloison est donc de $115 \times (1,91 + 2 \times 1,36) = 532$ mètres carrés. La cloison est en planches à joints cimentés, et laisse perdre 40 p. 100 de l'air qui entre. En divisant ce chiffre par 532, on trouve comme perte relative par mètre carré 0,000755, nombre tout à fait comparable à ceux trouvés pour les galandages dans les galeries (voir p. 177).

Vieux travaux. — Le traitement des vieux travaux au point de vue de l'aérage varie beaucoup d'une mine à l'autre suivant les circonstances et les idées person-

nelles des directeurs. La mine Neu Iserlohn y fait circuler constamment un petit courant d'air; General Blumenthal les sépare du reste des travaux par une portière en toile, derrière laquelle il est facile de constater d'importantes accumulations de grisou; la mine Consolidation les sépare par une digue en maçonnerie du côté de l'entrée de l'air; enfin la mine Cölner Bergwerk et la plupart des autres les murent complètement de tous côtés. Ce système et celui de Neu Iserlohn semblent être préférables. Celui de Cölner-Bergwerk est tout particulièrement recommandé par la Commission du grisou (*Rapport*, p. 178).

QUATRIÈME PARTIE.

Production du courant.

Aérage sans machine. — Il y a une dizaine d'années, l'utilisation du tirage de la cheminée des chaudières comme force motrice de l'aérage était, d'après le témoignage de MM. Lorient et Chansselle (*), un usage très répandu dans le bassin de la Ruhr. Ce système a presque disparu aujourd'hui, et je ne l'ai rencontré dans aucune des mines que j'ai visitées. La Commission du grisou en cite un certain nombre qui l'emploient encore pour la totalité de leurs champs d'exploitation, d'autres pour une partie seulement de ce champ. Comme exemple des résultats obtenus par ce moyen, je reproduis les chiffres suivants (**) relatifs à la mine Prosper II :

(*) *Bulletin de la Société de l'industrie minière*, 2^e série, t. IV, année 1875, p. 550.

(**) *Rapport de la Commission prussienne du grisou*, p. 116.

Profondeur de l'étage inférieur d'exploitation.	436 ^m
Profondeur de l'étage de retour d'air.	247 ^m
Hauteur de la cheminée des chaudières.	80 ^m
Section de l'orifice supérieur.	6 ^{m²} ,20
Nombre de chaudières.	12
Section du compartiment d'aérage du puits. . .	4 ^{m²} ,70
Section du canal d'amenée à la cheminée. . . .	4 ^{m²} ,00
Volume d'air tiré par ce canal (par minute). .	1470 ^{m³}

Sur ces 1.470 mètres cubes, par suite des pertes d'air à travers la cloison du puits, 1.320 seulement circulaient dans les travaux.

Un autre système d'aérage sans machine, encore assez répandu, est celui des foyers d'aérage, que j'ai vu employer à la mine Pluto. Cette mine possède deux puits, dont l'un pour l'entrée de l'air et l'autre, de 4^{m²},90 de section, uniquement affecté à la sortie du courant. Le foyer, qui y est installé, a 5 mètres carrés de section, brûle 4^r,5 de charbon par jour, et fournit un courant de 980 mètres cubes par minute. Un autre foyer, cité par la Commission du grisou, existe à la mine Shamrock; celle-ci a un puits unique, dont le compartiment d'aérage a une section de 5^{m²},50. La surface de grille du foyer est de 6 mètres carrés; on y brûle 3^r,5 de houille par jour, et on obtient ainsi un courant de 1.740 mètres cubes par minute. Cette différence de rendement tient sans doute à ce que la mine Shamrock a un orifice équivalent bien supérieur à celui de la mine Pluto.

Dans quelques exploitations peu nombreuses, on emploie simultanément les deux moyens précédents pour déterminer l'aérage. Quelques-unes produisent le tirage dans le puits ou le compartiment d'aérage, au moyen de conduites de vapeur. Un petit nombre enfin se contentent de l'aérage naturel. Je n'insiste pas sur ces divers moyens, vu le peu d'importance des mines qui y ont recours, et j'ai hâte d'aborder la question des ventilateurs.

Ventilateurs. — En 1882, plus de la moitié des exploitations, et parmi elles presque toutes les plus importantes, étaient aérées au moyen de ventilateurs, de différents systèmes; depuis, cette proportion a augmenté, plusieurs installations nouvelles en ayant été faites, mais dans une mesure que des statistiques générales, que je ne possède pas, pourraient seules permettre d'apprécier. En 1882, il y avait, sans compter les nombreux ventilateurs en réserve, 88 de ces appareils en marche; les différents systèmes étaient représentés par les nombres suivants d'appareils (*) :

Guibal.	40
Pelzer	18
Winter.	13
Fabry.	9
Schiele.	4
Kaselowski.	2
Wagner.	1
Dinnendahl.	1
Total.	88

Parmi les anciennes installations, conservées comme réserve, les ventilateurs Fabry m'ont paru être de beaucoup les plus nombreux, ce qui indique une tendance générale à abandonner ce système pour y substituer les ventilateurs déprimogènes. Pour compléter le tableau précédent, je dois signaler un autre système, le ventilateur Kley, tout récemment installé au puits n° 4 de la Société de Herne-Bochum, et dont un seul représentant, jusqu'ici, fonctionnait dans le monde, à la mine de sels potassiques d'Aschersleben (Saxe prussienne).

Avant d'aborder la comparaison de ces divers ventilateurs au point de vue du rendement, je vais décrire ra-

(*) *Rapport de la Commission prussienne du grisou*, p. 133.

pidement quelques-uns d'entre eux, qui sont peu connus, et dire un mot des particularités que présentent les autres :

1° Ventilateurs Fabry. — Les ventilateurs Fabry que l'on rencontre en Westphalie ont tous environ 3 mètres de large et 3 mètres à 3^m,50 de diamètre; la distance des axes varie de 1^m,80 à 2 mètres; le nombre d'ailes de chaque roue est de 3. Ils sont mus par des machines à action directe sur l'un des axes, et font en général de 20 à 30 tours par minute. Celui du puits Gertrud (mine Consolidation), est mené avec une vitesse plus grande, 45 tours par minute.

2° Ventilateurs Guibal. — Les plus grands ont 12 mètres de diamètre et 3 mètres de largeur; tel est celui de la mine Furst-Hardenberg. Il y en a aussi quelques-uns de 10 mètres de diamètre; mais les plus nombreux, de beaucoup, ont un diamètre de 9 mètres. La largeur varie de 2 à 3 mètres; la vitesse est le plus souvent comprise entre 30 et 50 tours par minute. Dans les installations les plus récentes, comme dans celle du puits Clerget (Pl. I, *fig.* 14), de la Société Herne-Bochum, on a préféré un diamètre plus faible (7 mètres, avec 2 de largeur) et une vitesse plus grande (75 tours). Les ailes sont presque toujours au nombre de 8; elles étaient autrefois en bois et rectilignes; aujourd'hui on préfère généralement les ailes en fer, légèrement recourbées dans le sens de la rotation au voisinage de la circonférence extérieure.

Parmi les Guibal de la Ruhr, les plus nombreux ont deux ouïes dont le diamètre est environ le 1/3 de celui du ventilateur. Ils n'ont ordinairement pas de vanne. La cheminée a 7 à 9 mètres de haut et son ouverture supérieure est un carré de 1^m,90 à 2^m,50 de côté. L'enveloppe et la cheminée sont en maçonnerie.

Les machines motrices sont horizontales, à un seul cylindre et à action directe.

3° *Ventilateurs Pelzer*. — Ils ont fait leur apparition dans le bassin de la Ruhr en 1879, et, en 1880, ils n'étaient encore qu'au nombre de quatre. Ils se sont beaucoup multipliés depuis, puisque, deux ans plus tard, on en comptait déjà 18. Ce sont des ventilateurs hélicoïdaux à impulsion oblique, composés d'une roue en tôle, à 6 ou plus souvent 8 ailes hélicoïdales, tournant autour d'un arbre horizontal situé dans l'axe du canal d'amenée de l'air. Cette roue est placée comme un bouchon sur l'orifice du canal, de manière qu'une partie soit intérieure et une autre extérieure au canal. La première partie joue le rôle de vis pneumatique et communique à l'air une impulsion longitudinale parallèle à l'axe du ventilateur; la seconde, tournant dans un espace libre, tout en accentuant cette impulsion, en donne en même temps une autre perpendiculaire à l'axe, comme un ventilateur à force centrifuge; de sorte que, par suite de la combinaison de ces deux mouvements, les filets d'air, d'abord parallèles, sont rejetés en éventail, formant un cône, ou plus exactement un hyperboloïde, dont l'axe est celui du ventilateur; de là vient le nom de ventilateurs à impulsion oblique qu'on a donné au système Pelzer et à tous les modèles qui en dérivent.

Dans le bassin de la Ruhr, les roues Pelzer ont presque toutes soit 2^m,50, soit 3 mètres de diamètre, avec une largeur, dans le sens de l'axe, qui varie généralement entre 0^m,300 et 0^m,500. Celles des mines Maria-Anna et Westhausen sont beaucoup plus allongées, et, avec un diamètre de 2^m,50, ont l'une 0^m,700, l'autre 0^m,900 de large. Ces ventilateurs tournent avec une vitesse de 200 à 250 tours par minute et sont mus par des machines horizontales à transmission, tournant de 4 à 8 fois moins vite.

4° *Ventilateurs Winter*. — Le plus ancien des ventilateurs de ce système date de 1879, et a été décrit par

MM. Pernolet et Aguillon (*); c'est celui de la mine Dorstfeld; il existait seul encore en 1880. Douze autres ont été établis de 1880 à 1882, et leur nombre a dû beaucoup augmenter depuis; car j'en ai vu plusieurs qui ne sont point indiqués sur les listes de la Commission prussienne du grisou.

Le ventilateur Winter (Pl. I, *fig.* 15, 16) est un ventilateur à force centrifuge, de petit diamètre, à rotation rapide, sans enveloppe. Il est construit entièrement en tôle, et se compose de deux roues accolées complètement séparées au point de vue du mouvement de l'air par un disque en tôle. Les aubes, qui sont fixées à ce disque, ne lui sont pas perpendiculaires, mais sont inclinées dans le sens du mouvement de manière à former, avec le plan de rotation, un angle dièdre de 60 à 70°. Cette disposition a pour but, en ramenant l'air vers le plan médian de la roue, de diminuer les fuites qui se produisent entre le bord extérieur des palettes et la paroi de fonte devant laquelle elles tournent, et à travers le centre de laquelle arrive l'air de la mine. Cet air est rejeté dans toutes les directions par le ventilateur dont la surface extérieure est, comme je l'ai dit, sans enveloppe.

Le diamètre des Winter était d'abord de 1^m,60 à 2 mètres; dans ces dernières années on a préféré des diamètres un peu plus forts, et les derniers installés ont 2^m,50 ou 3 mètres; la largeur varie de 20 à 45 centimètres; le nombre des aubes est de 12 ou de 16. La vitesse de rotation est de 250 à 300 tours par minute pour les ventilateurs de 2^m,50 ou 3 mètres; elle atteint 350 et 400 tours pour les plus petits. La machine motrice tourne de 5 à 7 fois moins vite.

5° *Ventilateurs Wagner*. — Ce système, qui n'a qu'un

(*) *Rapport de mission*. Allemagne, p. 203-204.

représentant en Westphalie, le ventilateur du puits Müllensiefen (mine Germania), installé en 1880, ne se distingue du précédent que par de petites différences dans la disposition des aubes et les angles qu'elles forment soit avec le plan de rotation, soit avec le rayon. Le ventilateur du puits Müllensiefen est une roue de 2^m,20 de diamètre et de 0^m,315 de large; elle a 12 aubes et tourne normalement à la vitesse de 280 tours à la minute. La machine motrice est horizontale, à un seul cylindre, à détente Meyer, et fait 40 tours à la minute, le rapport des poulies de transmission étant de 1 à 7.

6° *Ventilateurs Schiele*. — Le ventilateur Schiele (Pl. I, fig. 17) est un type qui tient à la fois du Guibal et du Winter. En principe, c'est une roue Winter placée dans une enveloppe Guibal. La roue diffère de celle du ventilateur Winter d'abord par son diamètre, qui est uniformément de 1^m,55 seulement, ensuite par la largeur qui, au lieu d'être constante, va en diminuant du centre à la circonférence, depuis 0^m,35 jusqu'à 0^m,20; enfin par la disposition des ailes qui sont alternativement courtes et longues; leur nombre est de 12 ou de 16 comme dans le Winter.

L'enveloppe, en fonte, épouse la forme, bombée au centre et amincie vers les bords, de la roue, et est munie d'une trompe conique, semblable à la cheminée des Guibal, de sorte que, dans son ensemble, sa forme extérieure rappelle la forme générale de certaines ammonites.

Les ventilateurs Schiele, dont le plus ancien, celui du puits Schleswig (Hörder Kohlenwerk), remonte à 1876, sont menés généralement à une vitesse de 400 à 450 tours par minute. Celui de la mine Rheinpreussen, installé depuis 1882 et établi souterrainement au niveau du retour d'air à 240 mètres de profondeur, n'a que 1 mètre de diamètre, et tourne à la vitesse de 600 à 700 tours par mi-

nute. Comme on le verra un peu plus loin, on obtient ainsi un rendement manométrique plus faible, mais un rendement mécanique plus fort.

7° *Ventilateur Dinnendahl*. — Le seul ventilateur de cette espèce qui existe en Westphalie est celui de la mine Hannover I (puits n° 1), qui est en marche depuis 1882. C'est un ventilateur à axe vertical et à huit ailes hélicoïdales en tôle, dont le principe est analogue à celui du ventilateur Pelzer; on peut dire que c'est un Pelzer dans lequel l'impulsion longitudinale de l'air est seule conservée, et l'action centrifuge supprimée. A cet effet, la roue en tôle est, comme le montre la figure 18, Pl. I, complètement entourée d'une enveloppe en maçonnerie ayant la forme d'un cylindre vertical de 50 centimètres de haut et se raccordant par un tronc de cône avec le puits d'appel.

Le diamètre de la roue est de 2^m,50; les ailes ont la forme d'une surface gauche dont la trace sur le cylindre extérieur serait un huitième de spire d'une hélice faisant avec les génératrices un angle d'environ 63°; la surface elle-même est voisine d'une portion d'hélicoïde.

Le ventilateur est mis en mouvement par une petite machine Brotherhood horizontale à 3 cylindres qui fait 120 tours à la minute; l'arbre, vertical, de cette machine, est mis en communication avec celui du ventilateur par une courroie sans fin passant sur deux poulies dont les diamètres sont dans le rapport de 1 à 7, de sorte que, en marche normale, le ventilateur tourne avec une vitesse de 840 tours par minute.

8° *Ventilateurs Kaselowski*. — Le principe, le mode de fonctionnement et l'installation générale sont les mêmes que dans le ventilateur précédent. La différence entre les deux systèmes consiste dans la forme même de la roue: dans le Kaselowski (qui, au moins dans le bassin de la Ruhr, est le plus ancien des deux, puisque ses installa-

tions datent de 1878 et 1879), la roue, au lieu d'être amincie vers la circonférence, présentant ainsi la forme évasée d'une corolle de fleur, est au contraire moins épaisse au voisinage de l'axe que sur les bords. Cette différence est d'ailleurs loin d'être essentielle, et la principale est celle des vitesses, qui ont des valeurs très inégales, comme le montre le tableau suivant :

	DIMENSIONS DE LA ROUE.			Nombre d'aubes.	Tours par minute.
	Diamètre.	Épaisseur au centre.	Épaisseur à la circonférence.		
Dinnendahl (mine Hannover).	2 ^m ,50	1 ^m ,00	0 ^m ,50	8	840
Kaselowski (mine Borussia).	2 ,60	0 ,42	0 ,48	12	313
Id. (mine Siebenplaneten).	2 ,00	0 ,48	0 ,52	8	500

9° *Ventilateur Kley*. — Ce type, le plus récent de ceux qui existent en Westphalie; puisque son seul représentant n'était pas encore en marche au moment de mon voyage, en août 1885, est dérivé du Guibal, et est comme lui un grand ventilateur à force centrifuge, à rotation lente, à enveloppe et cheminée. J'ai représenté dans la planche I, d'une part (*fig. 20*), ce ventilateur Kley qu'on installait cet été au puits n° 4 de la Société des charbonnages de Herne-Bochum; d'autre part (*fig. 21*), celui qui est en marche depuis deux ans à la mine Schmidtman, à Aschersleben (Saxe prussienne). Ces deux appareils ne diffèrent que par des détails de construction qu'il est facile de saisir sur les figures, je ne décrirai ici que celui de Herne-Bochum.

Il se compose d'une roue en fer de 0^m,70 de large et de 9 mètres de diamètre, tournant autour d'un axe horizontal. Les palettes, au nombre de vingt-quatre, occupent une couronne de 1^m,20 d'épaisseur et sont inclinées d'en-

viron 5° sur le rayon. Elles sont montées sur des bras en fer en forme de poutres treillissées, qui sont eux-mêmes fixés sur un moyeu en fonte, et rendus solidaires par un double anneau qui se fixe sur eux à la naissance des palettes. Celles-ci sont rectangulaires et ont 1^m,20 de long sur 0^m,70 de large.

La roue que je viens de décrire tourne dans une enveloppe à contour spiraloïde, dont la partie inférieure est en maçonnerie, et la partie supérieure, en tôle, et qui se prolonge par une cheminée verticale légèrement évasée, de 8^m,80 de haut et de 2^m,60/1^m,20 de section à la partie supérieure.

L'une des faces verticales de l'enveloppe du ventilateur est pleine et supporte un des paliers de l'arbre; l'autre est percée, pour l'appel de l'air, d'une ouïe circulaire d'un diamètre de 6^m,75, très légèrement supérieur au diamètre intérieur de la couronne de palettes de la roue.

Tout cela est très analogue aux dispositions d'un ventilateur Guibal; mais la différence essentielle des deux systèmes consiste dans la manière dont le courant d'air est amené au ventilateur. Dans le ventilateur Kley, l'ouïe est précédée d'une chambre analogue à celle où se meut le ventilateur, dont le contour spiraloïde est à peu près symétrique de celui de cette dernière par rapport au plan horizontal passant par l'axe. Le canal d'amenée d'air arrive dans cette chambre suivant la tangente à l'extrémité de la spirale. De cette manière, l'air, appelé par le canal, prend dans la première chambre un mouvement de rotation de même sens que le ventilateur, traverse l'ouïe suivant une trajectoire hélicoïdale et continue son mouvement de rotation à travers le ventilateur jusqu'à la cheminée. On se propose, par cette disposition, d'éviter le choc à l'entrée, et le constructeur promet un rendement en travail vraiment magnifique. On verra par la comparaison qui va suivre, et dans laquelle j'ai fait entrer

le ventilateur Kley d'Aschersleben, que, si le rendement semble en effet un peu supérieur à celui des Guibal, il y a cependant beaucoup à rabattre des prétentions du constructeur.

Comparaison des différents systèmes de ventilateurs.

1° *Rendement manométrique.* — Dans ses remarquables travaux sur la ventilation, M. Murgue a donné la formule suivante

$$h = k \frac{u^2}{g \left(1 + \frac{a}{o}\right)},$$

applicable à tous les ventilateurs à force centrifuge, et dans laquelle a désigne l'orifice équivalent de la mine, o l'orifice de passage du ventilateur, g l'intensité de la pesanteur, u la vitesse à la périphérie du ventilateur, h la dépression effectivement produite, et k un coefficient caractéristique de l'appareil, qu'il a appelé son *rendement manométrique*. Je n'ai pu calculer ce coefficient pour aucun des ventilateurs du bassin de la Ruhr, faute de données suffisantes me permettant de déterminer la valeur de o . Mais j'ai pu calculer pour un assez grand nombre d'entre eux la valeur du rapport

$$k' = \frac{k}{1 + \frac{a}{o}},$$

qui n'est pas aussi caractéristique du ventilateur que le coefficient k , puisqu'il dépend de l'orifice équivalent de la mine a . Mais, faute de mieux, j'ai dû m'en contenter, et je crois d'ailleurs que, dans la comparaison des différents systèmes, au moins de ceux dont j'ai examiné plusieurs exemples, cette influence étrangère peut être

considérée comme en grande partie éliminée dans la moyenne.

La notion du rendement manométrique ne s'applique rigoureusement qu'aux ventilateurs à force centrifuge; j'ai néanmoins calculé ce nombre pour les autres ventilateurs déprimogènes, comme pouvant fournir un élément de comparaison intéressant, sinon rigoureux.

Pour dresser le tableau suivant, je me suis servi de la formule

$$k' = 3600 \frac{h}{N^2 D^2},$$

déduite des précédentes en remplaçant u par $\frac{\pi D N}{60}$ (D =diamètre, N =nombre de tours par minute) et remarquant que $\frac{g}{\pi^2}$ est sensiblement égal à l'unité.

NOMS DES PUIITS.	D	N	h	k'	VALEURS MOYENNES DE k'
<i>Système Guibal.</i>					
1. Neu Essen	9,00	50	30	0,510	0,717
2. Clerget	7,00	70	65	0,682	
3. Providence	8,00	70	62	0,719	
4. Barillon	9,00	70	65	0,590	
5. Carl	8,00	36	20	0,660	
6. Hannover II.	9,00	50	42	0,752	
7. Neu Iserlohn I.	8,00	45	31	0,868	
8. Neu Iserlohn II.	8,00	60	56	0,873	
9. Id.	10,00	50	57	0,820	
10. Vollmond	9,00	40	25	0,700	
				7,174	
<i>Systèmes Winter et Wagner.</i>					
1. Amalie	3,00	220	45	0,371	0,338 (1)
2. Dorstfeld	1,60	455	58	0,394	
3. Consolidation	3,00	250	54	0,346	
4. Victor	2,20	350	48	0,291	
5. Friedrich der Grosse	2,20	360	48	0,276	
6. Müllensiefen	2,20	280	37	0,350	
				2,028	
<i>Système Schiele.</i>					
1. Rheinpreussen	1,00	600	20	0,200	0,492
2. Zollern	1,55	455	50	0,783	
				0,983	
<i>Système Pelzer.</i>					
1. Kaiserstuhl	3,00	228	60	0,461	0,450
2. Louise	2,50	281	45	0,330	
3. Wolfsbank	2,00	240	32	0,500	
4. Ruhr und Rhein	2,00	168	16	0,510	
				1,801	
<i>Système Dinnendahl.</i>					
1. Hannover I.	2,50	120	15	0,600	0,600
<i>Système Kaselowski.</i>					
1. Borussia	2,60	234	35	0,340	0,340
<i>Système Kley (2)</i>					
1. Schmidtman (Saxe).	9,00	50	48	0,857	(Chiffres annoncés par le constructeur.)
2. Herne Bochum n° 4	9,00	70	75	0,699	

(1) A cause des très faibles différences qui existent entre les deux systèmes, et parce que le seul Wagner du bassin ne peut donner lieu à une moyenne, j'ai réuni dans ce tableau les deux systèmes.

(2) Je n'ai pas fait de moyenne entre les deux exemples de ventilateur Kley, parce que les chiffres relatifs à l'un correspondent à sa marche effective, tandis que ceux relatifs à l'autre ne sont que prévus par le constructeur.

2° *Rendement mécanique.* — Les chiffres que je vais donner dans le tableau suivant, sous le nom de rendement mécanique des ventilateurs, sont relatifs à l'ensemble des ventilateurs et de leurs machines motrices. Je n'ai, en effet, dans aucun cas, pu me procurer de renseignements sur le travail disponible sur l'arbre, ni sur le rendement propre des machines, d'où j'aurais pu le déduire. Cependant, comme presque toutes les machines de ventilateurs sont à très peu près semblables, on peut considérer les nombres suivants comme étant proportionnels aux rendements propres des ventilateurs, et cela suffira pour leur comparaison.

J'ai pris pour travail utile le produit du volume débité V par la dépression h , le premier exprimé en mètres cubes par minute, la seconde en millimètres d'eau (ou kilogrammes par mètre carré). J'ai évalué le travail moteur au moyen de la formule de Poncelet pour les machines à double effet sans condensation

$$T_m = 20\,000 \times n \times m \times P \times v \left(1 + 2,3 \log \frac{1}{m} - \frac{1}{mP} \right),$$

dans laquelle n désigne le nombre de tours par minute, m le degré d'admission, P la pression en atmosphères, v le volume du ou des cylindres.

Le rapport du travail utile au travail développé sur le piston

$$\alpha = \frac{Vh}{T_m},$$

est le rendement mécanique de l'appareil. J'ai ainsi dressé le tableau suivant :

NOMS DES PUIITS.	V	h	V × h	CYLINDRES A VAPEUR.			10.000 v	n	m	P	T _m	α	MOYENNES de α.
				Nombre.	Diamètre.	Course.							
Système Guibal.													
1. Neu Essen	1.000	30	30.000	1	0,62	0,93	2.946	50	0,5	3,5	577.500	0,052	1,363 0,151
2. Neu Iserlohn I.	1.800	31	55.800	1	0,52	0,50	1.062	45	1,0	3,2	210.000	0,266	
3. Neu Iserlohn II (n° 1).	2.000	70	140.000	1	0,70	1,07	5.243	42	1,0	4,0	1.300.000	0,108	
4. Neu Iserlohn II (n° 2).	1.800	56	100.000	1	0,42	0,78	1.087	60	0,6	4,0	343.000	0,291	
5. Vollmond.	700	25	17.500	1	0,50	0,65	1.625	40	0,48	2,75	168.000	0,104	
6. Barillon.	890	65	57.850	1	0,55	0,63	1.500	60	0,50	4,0	428.400	0,135	
7. Clerget.	900	65	58.500	1	0,40	0,70	1.120	75	0,50	6,0	685.500	0,083	
8. Providence.	1.100	62	68.200	1	0,63	0,63	1.964	70	0,50	4,0	654.400	0,104	
9. Carl.	800	32	25.600	1	0,35	0,63	1.500	43	0,40	2,5	117.400	0,213	
												1,363	0,151
Système Fabry.													
1. Consolidation.	610	47	28.670	1	0,39	0,785	1.194	45	1,0	2,9	311.500	0,092	1,006 0,251
2. Lorchen.	760	32	24.300	1	0,40	0,37	465	25	0,4	4,0	48.000	0,506	
3. Amalie.	650	18	11.700	Force en chevaux de la machine (1) Φ = 24							108.000	0,103	
4. Carolus Magnus, puits neuf.	620	26	16.120	1	0,40	0,37	465	28	0,4	4,0	53.750	0,300	
												1,006	0,251
Systèmes Winter et Wagner (2).													
1. Amalie.	1.550	67	104.000	1	0,50	0,80	1.568	50	0,60	3,5	340.000	0,306	1,955 0,394
2. Dorstfeld.	800	60	48.000	1	0,425	0,60	846	70	0,25	3,0	93.000	0,516	
3. Consolidation.	1.500	54	81.000	1	0,50	0,80	1.570	50	0,30	4,0	256.000	0,316	
4. Victor.	1.600	48	77.000	1	0,50	0,80	1.570	50	0,30	4,0	256.000	0,300	
5. Müllensiefen.	1.350	37	50.000	1	0,40	0,78	980	25	0,50	3,5	96.600	0,517	
												1,955	0,394
(1) N'ayant pu avoir de données précises sur la machine, j'ai employé la formule T _m = 4500 Φ.													

(1) N'ayant pu avoir de données précises sur la machine, j'ai employé la formule $T_m = 4500 \Phi$.

(2) Voir la note (1) page 194.

NOMS DES PUIITS.	V	h	V × h	CYLINDRES A VAPEUR.			10.000 v	n	m	P	T _m	α	MOYENNES de α.
				Nombre.	Diamètre.	Course.							
Système Schiele.													
1. Rheinpreussen.	500	20	10.000	Force de la machine (1) Φ = 4,5							20.250	0,499	0,230
2. Zollern	1.900	50	95.000	2	0,375	0,60	1.320	70	0,45	4,0	412 500	0,729	
													0,365
Système Pelzer.													
1. Tremonia.	730	65	47.450	1	0,32	0,60	482	45	0,375	4,5	102 600	0,463	0,356
2. Louise.	1.440	45	64.800	1	0,40	0,75	942	60	0,2	5,0	182.000	0,124	
3. Bruchstrasse.	405	50	20 250	1	0,42	0,60	831	33	1,0	4,0	164 500	0,943	0,314
Système Dinnendahl.													
1. Hannover I.	285	15	4.275	3	0,25	0,25	368	17	0,5	3,0	19.500	0,214	0,214
Système Kaselowski.													
1. Borussia.	708	35	24.780	2	0,26	0,50	530	36	1,0	3,0	79.650	0,311	0,311
Système Kley (2).													
1. Schmidtman (Aschersleben). . .	1.650	48	79.200	1	0,47	0,85	1.475	50	0,5	5,0	475.000	0,167	(3)
2. Herne Bochum n° 4.	2.400	75	180.000	Force de la machine (1) Φ = 75							337.500	0,533	
(1) Voir la note (1) page 196.													
(2) Voir la note (2) page 194.													
(3) Chiffres annoncés par le constructeur.													

(1) Voir la note (1) page 196.

(2) Voir la note (2) page 194.

(3) Chiffres annoncés par le constructeur.

3° *Résumé et conclusions.* — Les deux tableaux précédents montrent immédiatement la grande supériorité, au point de vue du rendement manométrique, du système Guibal, sur les autres ventilateurs à petit diamètre et à grande vitesse qui sont en grande faveur depuis quelques années en Westphalie; mais aussi son infériorité incontestable au point de vue du rendement mécanique, qui est, en somme, le principal élément économique du problème. Cette infériorité du ventilateur Guibal, et de son dérivé le ventilateur Kley (quoique celui-ci donne, comme le montrent les tableaux précédents, des résultats sensiblement meilleurs aux deux points de vue), tient sans doute, comme l'ont fait remarquer MM. Pernolet et Aguilhon (*), à ce que ces appareils à grand diamètre et à petite vitesse sont peu appropriés aux mines relativement étroites du bassin de la Ruhr, et conviennent bien plutôt aux mines larges où l'on veut faire passer de grands volumes d'air. C'est là qu'est leur avenir, tandis que, dans le district de la Ruhr, ils sont sans doute appelés, et avec raison, à disparaître. Un appareil, quelque parfait théoriquement qu'il soit, qui exige la dépense de deux fois plus de combustible qu'un autre pour produire le même effet, ne peut plaire à des industriels.

Une autre raison qui milite en faveur des ventilateurs à grande vitesse est la grande différence de frais de premier établissement qu'il y a entre ces appareils et ceux à grand diamètre. Mais peut-être ce motif de préférence serait-il contrebalancé par la nécessité de plus fréquentes réparations, celles-ci pouvant entraîner, au moins dans les mines qui n'ont pas de ventilateur de réserve, des chômages plus ou moins prolongés. C'est là une question qu'il est difficile de résoudre aujourd'hui, et sur laquelle on pourra mieux se prononcer lorsque les ventilateurs à grande vitesse seront depuis un plus grand nombre d'années en service.

(*) *Rapport de mission.* Allemagne, p. 209 et suivantes.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES FIGURES

Planche I.

- Fig. 1. — Coupe nord-sud du bassin houiller de la Ruhr.
 Fig. 2. — Carte de la distribution du grisou.
 Fig. 3. — Puits n° 1 de la mine Hannover.
 Fig. 4. — Puits unique de la mine Vollmond.
 Fig. 5. — Distribution de l'air dans les chantiers; disposition générale.
 Fig. 6. — Distribution de l'air dans les chantiers; mine Dorstfeld.
 Fig. 7. — Aérage à l'avancement par diffusion.
 Fig. 8. — Aérage à l'avancement: *Wetterzunge*.
 Fig. 9. — Canar aspirant.
 Fig. 10. — Canar soufflant.
 Fig. 11. — Comparaison des prix de revient des galandages en briques et en toile goudronnée.
 Fig. 12. — *Wetterrösche*: plan dans la eouche.
 Fig. 13. — Coupe suivant AB de la fig. 12.
 Fig. 14. — Ventilateur Guibal du puits Clerget.
 Fig. 15. — Ventilateur Winter: vue de face.
 Fig. 16. — Ventilateur Winter: coupe par l'axe.
 Fig. 17. — Ventilateur Schiele.
 Fig. 18. — Ventilateur Dinnendahl: élévation.
 Fig. 19. — Ventilateur Dinnendahl: plan.
 Fig. 20. — Ventilateur Kley de la mine Herne-Bochum; coupe suivant AB de la fig. 20 bis.
 Fig. 20 bis. — Coupe suivant MN de la fig. 20.
 Fig. 20 ter. — Coupe suivant CD de la fig. 20 bis.
 Fig. 21. — Ventilateur Kley d'Aschersleben; coupe suivant A'B' de la fig. 21 bis.
 Fig. 21 bis. — Coupe suivant M'N'P'Q' de la fig. 21.
 Fig. 21 ter. — Coupe suivant C'D' de la fig. 21 bis.

NOTE

SUR UN

ACCIDENT SURVENU AU Puits DES ROSIERS

(CONCESSION DU QUARTIER-GAILLARD, LOIRE)

PAR SUITE D'UNE RUPTURE DE CABLE.

Le 24 avril 1886, vers 6 h. 20 m. du soir, deux ouvriers ont été tués au puits des Rosiers, de la concession du Quartier-Gaillard, par suite de la rupture du câble métallique du cabestan de ce puits. L'accident s'est produit dans les circonstances suivantes.

La partie supérieure du guidonnage du puits ayant besoin de réparations, il avait été décidé qu'on utiliserait, pour les exécuter, le chômage des fêtes de Pâques. On avait procédé le 24 avril, dès 4 heures du matin, à l'établissement d'un plancher solide, à la profondeur de 40 mètres, puis on avait commencé le travail, en se servant de deux bennes suspendues, l'une au câble neuf d'extraction, l'autre au câble en fil de fer du cabestan, et distantes verticalement de 4 mètres, de manière à opérer à la fois à la tête et au pied des pièces de guidage. Deux ouvriers étaient placés dans chacune de ces bennes et le premier poste avait travaillé jusqu'à midi sans incident. Le deuxième poste, composé également de quatre ouvriers, avait continué le travail jusqu'à 6 heures du soir sans rien constater d'anormal. Entre 6 heures et 6 h. 20 m. ils entendirent à deux reprises un léger bruit,

paraissant produit par la chute d'une petite quantité de sable; les ouvriers de la benne supérieure reçurent sans doute de la poussière, car leurs compagnons placés plus bas entendirent l'un d'eux s'écrier: « Est-ce qu'ils ne finissent pas bientôt de nous envoyer des saletés de là-haut? »

Peu d'instant après, le câble du cabestan, qui portait la benne supérieure, se rompit à 9 mètres au-dessus de son extrémité, et cette benne tombait dans le puits avec les deux ouvriers qu'elle contenait, frôlant la benne inférieure et défonçant le plancher de sûreté. On ne tarda pas à descendre au fond avec la benne du câble d'extraction, mais on ne trouva que des débris humains affreusement mutilés, et ce ne fut que le 26 au soir qu'on put retirer du puisard, après en avoir épuisé les eaux, les cadavres des deux malheureuses victimes.

Le câble rompu avait été installé le 27 juin 1879. C'était un câble rond, en fils de fer non galvanisés n° 14, mesurant 33 millimètres de diamètre et composé de six torons et d'une âme en chanvre d'Italie; chaque toron avait lui-même une âme formée de sept fils de fer et comptait en tout dix-neuf fils; mais la partie inférieure du câble, sur 30 mètres de longueur environ, était complètement oxydée: les fils extérieurs des torons n'avaient plus que leur forme primitive et étaient entièrement transformés en oxyde de fer; l'âme intérieure en chanvre était elle-même sans consistance, et il ne restait un peu de solidité qu'aux six groupes de sept fils constituant l'âme de chaque toron; encore ces fils étaient-ils considérablement aigris et cassaient-ils entre les doigts au premier pliage, ce qui explique qu'ils aient cédé sous une charge totale ne dépassant pas 500 kilogrammes, et représentant pour chacun d'eux un effort à peine égal à 3^k,5 par millimètre carré. Il est plus que probable, d'après cela, que le bruit léger entendu à deux reprises par les ouvriers avant la

chute de la benne était celui du métal qui travaillait avant de se rompre, et que la chute de poussière qui a accompagné ce bruit était due à la désagrégation des fils transformés en oxyde de fer.

Il eût suffi d'un examen sommaire pour reconnaître la profonde altération du câble et la nécessité d'en couper au moins les 30 derniers mètres, dont l'oxydation a dû, en grande partie, être produite par l'air chaud et humide sortant du puits des Rosiers. Malheureusement le câble du cabestan, ne servant que rarement et pour des manœuvres auxiliaires, n'était pas soumis, comme les câbles d'extraction, à des inspections fréquentes et régulières. Il avait été utilisé, deux mois auparavant, pour une manœuvre de benne à eau, dans laquelle il avait supporté sans accident un poids de plus de 3.000 kilogrammes, et l'on se croyait, d'après cela, en droit de pouvoir compter sur sa solidité, tandis qu'au contraire la fatigue éprouvée dans cette circonstance par le câble déjà altéré avait dû avoir pour effet de le désorganiser davantage et de le prédisposer à une rupture facile sous une faible charge.

Ce triste accident démontre la nécessité de soumettre les câbles de cabestan, tout aussi bien que les câbles d'extraction, à des visites périodiques, malgré l'intermittence de leur emploi, et, d'une façon générale, de prendre à leur égard les mesures de précaution indiquées dans la troisième partie du Rapport de la Commission des câbles de mines (*), dont les recommandations devraient toujours être présentes à l'esprit des exploitants.

(*) *Annales des mines*, 2^e vol. de 1881, p. 373. Rapport fait au nom de la Commission chargée par M. le Ministre des travaux publics d'étudier les questions concernant la rupture des câbles de mines, par M. L. Aguillon; p. 467 à 477.

RAPPORT

PRÉSENTÉ A LA

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR

[AU NOM DE LA SOUS-COMMISSION (*)]

CHARGÉE D'ÉTUDIER LA QUESTION DE LA RÉGLEMENTATION

DES RÉCIPIENTS DE GAZ SOUS PRESSION

Par M. A. MICHEL LÉVY, ingénieur en chef des mines.

Par dépêche en date du 31 décembre 1885, M. le ministre des travaux publics a transmis à la Commission centrale des machines à vapeur diverses pièces relatives à un accident survenu en 1880 au dépôt de Doulon, appartenant à la Compagnie des Tramways à air comprimé de Nantes; la dépêche ministérielle demande un avis sur la question de savoir si cette industrie doit être désormais soumise à une réglementation générale.

Dans sa séance du jeudi 4 février 1886, la Commission centrale a entendu lecture d'un rapport sur les circonstances qui ont accompagné l'accident en question, et elle a chargé une Sous-Commission d'étudier la question de savoir si les récipients de gaz sous pression doivent être dès à présent soumis à une réglementation

(*) Cette Sous-Commission était composée de MM. Luuyt, président, Haton de la Goupillière, Mayer, Vidal, Ser, Hirsch, Michel Lévy, rapporteur, Clérault, secrétaire.

générale, et, le cas échéant, sur quelles bases cette réglementation pourrait être assise.

La Sous-Commission a cherché à réunir les renseignements administratifs, statistiques et techniques, propres à éclairer la question et concernant notamment les tramways à air comprimé, les réservoirs propres aux freins des chemins de fer et ceux qu'emploie l'industrie du gaz d'éclairage comprimé.

1° *Renseignements administratifs.* — Les seuls documents administratifs, qui concernent les réservoirs de gaz comprimés, ont trait au gaz d'éclairage : par dépêche en date du 14 décembre 1867 et conformément à l'avis du Comité consultatif des arts et manufactures, M. le ministre de l'agriculture, du commerce et des travaux publics informe M. le préfet de police que les réservoirs destinés à contenir le gaz d'éclairage comprimé ne sont plus astreints à une épreuve préalable qui paraît inutile.

En fait, les récipients de gaz d'éclairage, utilisés par les chemins de fer, sont en général éprouvés, par les soins du service du contrôle, avec une surcharge d'épreuve conforme à celle que prévoit, pour les récipients de vapeur, le décret du 30 avril 1880.

Les réservoirs d'air comprimé des locomotives, dont la capacité ne dépasse pas 200 litres, ne subissent aucune épreuve officielle.

2° *Renseignements statistiques.* — Il résulte de renseignements fournis par M. Clérault que les chemins de fer, les tramways et le gaz portatif utilisent actuellement environ :

25.000	réservoirs de	0 à	500	litres
3.000	—	de	500 à	1.000 —
40	—	de	1.000 à	2.000 —
30	—	de	2.000 à	10.000 —

Les pressions d'usage sont très variables; elles oscillent entre 5 et 30 kilogrammes.

Il convient vraisemblablement d'augmenter de 50 pour 100 les nombres cités plus haut, pour apprécier approximativement le nombre total des récipients de gaz sous pression, utilisés dans toute la France.

Aucun autre accident que celui de Doulon n'est venu à la connaissance de la Sous-Commission.

3° *Renseignements techniques.* — Les récipients de petite dimension sont, en général, mis en charge par l'intermédiaire d'accumulateurs, qui sont en communication directe avec les pompes de refoulement.

Divers moyens sont usités pour empêcher la pression d'y dépasser le taux normal. Tantôt la machine, qui met en mouvement les pompes, et les dimensions de ces dernières sont calculées de telle sorte que leur jeu s'arrête lorsque cette pression est atteinte.

Tantôt on recourt à divers genres de soupapes de sûreté, qui jouent d'ailleurs surtout le rôle d'appareils avertisseurs, en cas d'excès de pression. L'industrie du gaz comprimé utilise dans ce but de longs manomètres à air libre, remplis de mercure et terminés par une cuvette évasée; en cas d'excès de pression, le gaz refoule le mercure dans cette cuvette supérieure et met en jeu un sifflet d'alarme. Les usines des dépôts des tramways de Nantes ont, à ce point de vue, modifié récemment leur outillage. La pompe de compression y est actuellement munie d'une véritable soupape de sûreté à ressort, dont l'étanchéité est assurée par un siphon constamment rempli d'eau.

Les appareils fixes à gaz d'éclairage comprimé des chemins de fer ne portent en général aucune soupape, et la pression y est seulement connue par l'indication des manomètres.

Discussion des causes de danger. Comparaison avec les récipients de vapeur. — La Sous-Commission a été unanime à penser que, si une réglementation générale doit tôt ou tard intervenir dans le fonctionnement des récipients de gaz sous pression, elle devra principalement porter sur l'épreuve préalable de ces récipients et sur les appareils de sûreté propres à prévenir des cas où la pression normale est dépassée.

A ce double point de vue la comparaison des causes de danger que présentent ces appareils, avec celles qui interviennent dans l'usage des récipients de vapeur, s'imposait tout d'abord.

Cette comparaison est tout à l'avantage des récipients de gaz. Ces derniers ne sont pas, en effet, exposés à de hautes températures et à des causes multiples de détérioration. En cas de fuites ou de déchirures, la pression s'y abaisse rapidement. En cas d'explosion, le danger réside uniquement dans les effets mécaniques produits, tandis que le plus grand nombre (environ 2/3) des victimes des explosions de vapeur est dû aux brûlures graves, qui en sont la suite habituelle.

Mais un fait, qui résulte de considérations théoriques, doit encore augmenter l'immunité pratique relative des récipients de gaz comprimés. Le décret du 30 avril 1880 n'a soumis aux prescriptions réglementaires que les récipients de vapeur d'une capacité de plus de 100 litres, quelle que soit d'ailleurs la pression normale à laquelle ils doivent fonctionner.

Si l'on considère que la vapeur est rarement utilisée au-dessus de 10 kilogrammes de pression, et les gaz comprimés au-dessus de 30 kilogrammes, on est amené à chercher quelles sont les dimensions d'un récipient de gaz comprimé à 30 kilogrammes dont l'explosion (par détente adiabatique) produirait les mêmes effets dynami-

ques que celle d'un récipient d'eau et de vapeur de 100 litres à 10 kilogrammes de pression.

Ce dernier n'a pas été jugé assez dangereux pour être soumis à la réglementation, et, cependant, dans la pratique, il est souvent rempli d'eau à près de 200° de température.

C'est dans ces termes que la Sous-Commission a posé le problème, qui a été résolu dans des conditions tout à fait comparables (*) par MM. Haton de la Goupillière, Hirsch et Clérault. Un réservoir de gaz comprimé à 30 kilogrammes doit avoir environ 1.200 litres de capacité pour présenter le même danger latent qu'un récipient de 100 litres rempli d'eau à 10 kilogrammes de pression ou 183° de température. Tous deux recèlent alors environ 600.000 kilogrammètres de travail potentiel.

Dans ces conditions, la réglementation à intervenir ne s'appliquerait vraisemblablement pas à plus de 70 à 100 récipients pour toute la France.

Conclusions. — La Sous-Commission a donc pensé que la question, qui lui était posée, ne présente pas des caractères d'urgence et de danger public, imposant une solution immédiate.

Elle estime cependant que, si l'emploi des gaz comprimés prend un essor industriel considérable, il pourra convenir d'en réglementer le fonctionnement, conformément aux observations qui précèdent.

Il paraît même utile de recommander, dès à présent, l'épreuve préalable et l'emploi d'appareils équivalant aux soupapes de sûreté, dans l'usage des récipients de très grandes dimensions.

Mais l'obligation stricte ne semble pas nécessaire dans l'état actuel de l'industrie, et il est préférable d'attendre

(*) Voir, ci-après, la note détaillée de M. Hirsch sur ce sujet.

que le fonctionnement pratique des récipients de gaz comprimés soit connu avec plus de détails, pour entreprendre de rédiger les termes de la réglementation qu'il conviendra de leur appliquer.

En conséquence, la Sous-Commission a l'honneur de soumettre à l'approbation de la Commission centrale l'avis suivant :

Dans l'état actuel de l'industrie, il n'y a pas lieu de soumettre à une réglementation générale les récipients de gaz sous pression. Il convient néanmoins de recommander, dès à présent, aux industriels intéressés :

1° De soumettre à une épreuve préalable, analogue à celle des récipients de vapeur, les récipients de gaz sous pression atteignant de très grandes dimensions (1.200 litres et au-dessus);

2° De les munir d'appareils équivalant à des soupapes de sûreté.

Avis de la Commission centrale des machines à vapeur.

La Commission, après avoir entendu, dans sa séance du 23 mars 1886, l'exposé, les observations et les conclusions qui précèdent et en avoir délibéré, adopte l'avis proposé par le rapport de la Sous-Commission et émet le vœu que ledit rapport soit inséré dans les *Annales des mines* et dans les *Annales des ponts et chaussées*.

L'ingénieur en chef des mines,
Secrétaire,

Signé : CLÉRAULT.

L'inspecteur général des mines,
Président,

Signé : JACQUOT.

ANNEXE

NOTE SUR LE TRAVAIL DÉGAGÉ DANS L'EXPLOSION D'UN RÉCIPIENT CHARGÉ D'EAU CHAUDE OU DE GAZ A HAUTE PRESSION.

Par M. HIRSCH, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

Lorsqu'un récipient, contenant un fluide à tension élevée, vient à faire explosion, les effets mécaniques de l'explosion peuvent, toutes choses égales, être considérés comme proportionnels à la quantité de travail dégagée par le fluide, passant de la pression élevée qu'il possédait au moment de l'explosion, à la pression atmosphérique.

Cette détente se faisant en un temps extrêmement court, il ne saurait y avoir, pendant la durée de ce phénomène rapide, d'échange de chaleur un peu important entre le fluide qui se détend et les corps voisins. Suivant la dénomination adoptée par les physiciens, la détente peut être considérée comme *adiabatique*. C'est donc le travail adiabatique d'un fluide passant d'une pression initiale élevée à la pression atmosphérique qu'il s'agit de calculer (*).

Conformément au programme tracé, j'ai effectué le calcul pour deux fluides : l'eau chaude, un gaz permanent.

Les résultats de ces calculs sont traduits graphiquement par les courbes ci-après. Afin de permettre les comparaisons, on a pris, pour le gaz comprimé, des échelles beaucoup plus grandes que pour l'eau chaude.

Eau chaude.

Le travail, dans la détente adiabatique de 1 kilogramme d'un

(*) Dans les calculs de cette nature, on fait souvent déduction du travail résistant dû à la pression de l'air atmosphérique qui cède devant le fluide qui se détend. Conformément à une observation qui m'a été faite par M. l'inspecteur général Haton de la Goupillière, j'ai cru ne pas devoir faire cette déduction, et considérer le travail de la détente en lui-même, abstraction faite des résistances quelconques qu'il peut avoir à surmonter.

mélange d'eau et de vapeur entre deux températures t_1 et t , est donné par la formule ci-après :

$$AL = q_1 - q + x_1 \rho_1 - x \rho \quad (*).$$

$A = \frac{1}{424}$, inverse de l'équivalent mécanique de la chaleur;

L travail en kilogrammètres;

q chaleur de l'eau, quantité de chaleur à fournir à 1 kilogramme d'eau pour élever sa température de 0° à t° ;

x poids de vapeur existant dans le mélange à la température t ;

ρ chaleur latente interne de 1 kilogramme de vapeur à t° ;

q_1, x_1, ρ_1 quantités analogues à la température initiale t_1 .

Pour le cas actuel, on aura :

t_1 = température de l'eau chaude avant l'explosion;

$t = 100^\circ$;

$x_1 = 0$.

La formule devient ainsi :

$$L = E(q_1 - q) - x[Er - (s - 0,001)p].$$

E équivalent mécanique de la chaleur = 424;

r chaleur latente de vaporisation à 100° ;

s volume de 1 kilogramme de vapeur saturée à 100° , exprimé en mètres cubes;

p pression atmosphérique = 10.333 kilogr. par mètre carré.

La quantité x se calcule par la formule :

$$x = \frac{T}{r} \int_{t_1}^t \frac{dq}{T}.$$

$t = 100^\circ$;

T température absolue = $273 + t$.

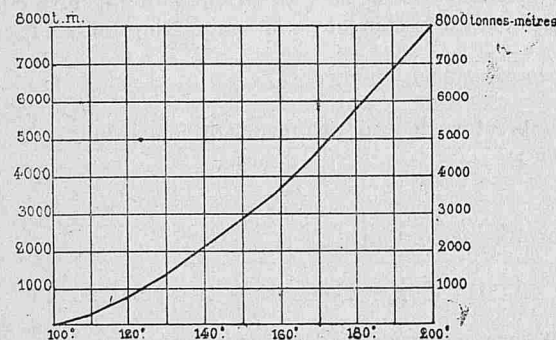
Sous l'intégrale, q et T sont considérées comme variables.

En effectuant les calculs, on arrive aux résultats ci-après :

(*) Zeuner, *Théorie mécanique de la chaleur*, traduction Cazin et Arnthal. Paris, Gauthier-Villars, 1869, p. 322.

Travail développé dans la détente adiabatique de 1.000 kilog. d'eau chaude.

TEMPÉRATURE initiale	PRESSION EFFECTIVE initiale	TRAVAIL développé
degrés centigrades	kilog. par cent. carré	tonnes-mètres
200	14,86	7.880
180	9,23	5.640
160	5,29	3.700
140	2,67	2.100
120	1,00	853
100	0,00	0



Échelles :

Températures. . . . 0^{mm},5 pour 1°

Travaux. 0^{mm},5 pour 100 tonnes-mètres.

Gaz comprimé.

Le travail dans la détente adiabatique d'un gaz permanent comprimé se calcule par la formule ci-après :

$$L = \frac{p_1 v_1}{K-1} \left[1 - \left(\frac{p}{p_1} \right)^{\left(\frac{K-1}{K} \right)} \right] \quad (*).$$

p_1 pression initiale absolue, en kilogrammes par mètre carré;

p pression finale absolue, en kilogrammes par mètre carré;

v_1 volume initial en mètres cubes;

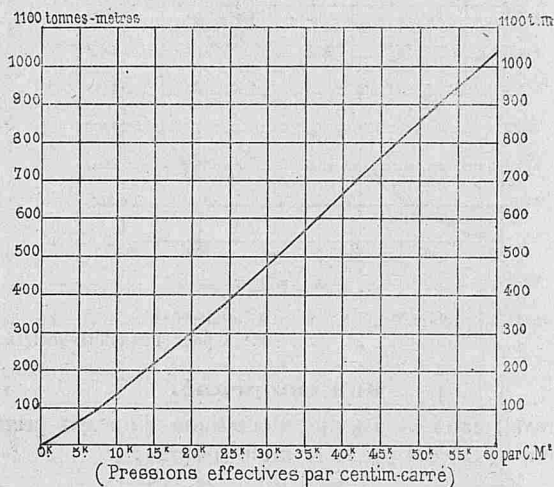
K rapport des deux chaleurs spécifiques = 1,41.

Si l'on prend pour pression finale la pression atmosphérique moyenne, le calcul donne les résultats ci-après :

(*) Zeuner, *loc. cit.*, p. 129.

Travail dans la détente adiabatique de 1.000 litres de gaz comprimé

PRESSIONS INITIALES effectives	TRAVAIL développé
kilog. par cent. carré	tonnes-mètres
5	59
10	135
15	216
20	301
25	388
30	477
35	568
40	660
45	752
50	847
55	942
60	1.038



Échelles :

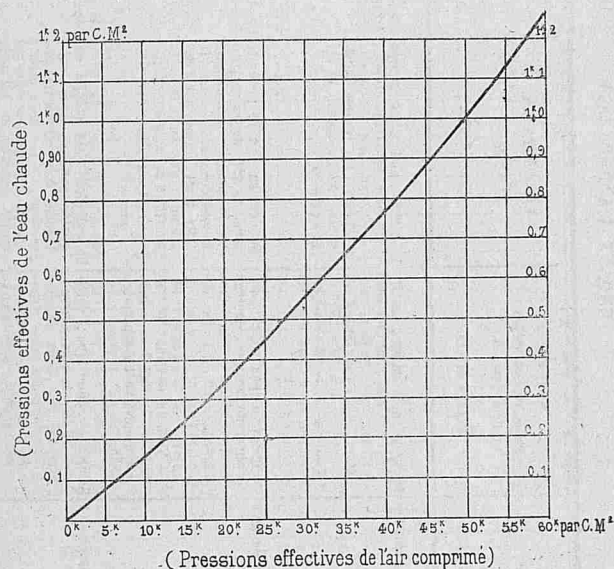
Pressions. . . . 1 millimètre pour 1 kil. par centimètre carré.

Travaux. . . . 5 millimètres pour 100 tonnes-mètres.

Comparaison.

Enfin, on peut comparer deux récipients, l'un contenant 1.000 kilogrammes d'eau chaude, l'autre 1.000 litres de gaz comprimé, et rechercher les pressions initiales qui donneraient les mêmes effets mécaniques au moment de l'explosion. Voici ces pressions correspondantes :

PRESSIONS EFFECTIVES (kilog. par cent. carré)	
Gaz comprimé	Eau chaude
5	0,07
10	0,15
15	0,24
20	0,34
25	0,44
30	0,55
35	0,66
40	0,77
45	0,88
50	1,00
55	1,13
60	1,26



Échelles des pressions.

Abscisses (gaz comprimé). 1 millimètre pour 1 kil. par cent. car.

Ordonnées (eau chaude). 5 centimètres pour 1 kil. par cent. car.

BULLETIN

DES ACCIDENTS ARRIVÉS DANS L'EMPLOI DES APPAREILS A VAPEUR

PENDANT L'ANNÉE 1885.

214

BULLETIN DES ACCIDENTS ARRIVÉS DANS L'EMPLOI

DATE de l'accident.	NATURE et situation de l'établissement ou l'appareil était placé.	NATURE forme et destination de l'appareil. — Détails divers.	CIRCONSTANCES de l'accident.	CONSÉQUENCES de l'accident.	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident.
5 janvier..	Equarrissage à Aubervilliers (Seine).	Récepteur cylindrique, vertical, reposant par un fond plat sur un socle en maçonnerie. — Fond supérieur bombé. — Diamètre 1 ^m 75. — Timbre 5 k. — La chaudière alimentant de vapeur est timbrée à 5 k.	Le fond plat s'est rompu sur toute sa circonférence, à la naissance du coude embouti. La partie supérieure de l'appareil a été lancée à 30 ^m .	Un ouvrier blessé. Toiture crevée.	Défaut de construction. — Le fond plat, d'un diamètre exagéré et non entretoisé, était soumis à des causes de fatigue dangereuses en égard à la pression habituelle.
28 janvier..	Fabrique de colle de pâte à Paris.	Récepteur à peu près hémisphérique, composé de deux fonds emboîtés l'un dans l'autre, l'extérieur, en tôle de fer, l'intérieur, en tôle de cuivre. — Diamètre 1 ^m 60. — Volume environ 300 litres. — Timbre 3 k. — Dernière épreuve en septembre 1883.	Une déchirure s'est produite dans la tôle de cuivre, au voisinage du joint boulonné, immédiatement sous le faux joint formé par l'entonnoir; elle suit le joint sur 1 ^m 45 de longueur avec un écart maximum de 0 ^m 40.	Un ouvrier tué. Toiture bouleversée.	Corrosion des tôles de cuivre par suite du mauvais entretien de l'appareil.
22 février..	Fabrique de bougies à Gentilly (Seine).	Récepteur cylindrique, vertical, en tôle de cuivre rouge, terminé par deux calottes hémisphériques. — Diamètre 1 ^m 20. — Volume 7596 litres. — Timbre 4 k. — Dernière épreuve en novembre 1883.	Le cylindre s'est rompu en quatre parties, dont trois lancées dans différentes directions. — Les déchirures, qui ont entièrement isolé la virole centrale et lui ont permis de se développer, suivent rigoureusement les lignes extérieures de rivets.	Deux tués, deux blessés.	Etat défectueux de la tôle de cuivre corrodée le long de ses rivures par les acides gras. — La virole médiane était, en outre, soumise à une cause de fatigue spéciale due aux changements de pression incessants provoqués par un diaphragme à soupapes, disposé de façon à favoriser un va-et-vient intermittent des fluides.
25 février..	Fabrique d'acide gallique à La Seytas (Savoie).	Récepteur cylindrique, vertical, avec des fonds convexes portant chacun une ouverture. Ces deux ouvertures sont fermées par des tampons à chevaux. Le système s'ouvre par un mouvement de charnière autour d'une clavette en fer de 22 millimètres de diamètre. — Capacité 3.350 litres. — Timbre 2 k.	La clavette charnière s'est rompue laissant échapper une des extrémités du cheval. Le tampon s'est entrouvert.	Un ouvrier légèrement brûlé par la vapeur.	Rupture accidentelle d'une clavette.
10 mars....	Teinturerie à Roubaix (Nord).	Chaudière cylindrique, horizontale, avec deux bouilleurs et deux réchauffeurs. Le réchauffeur qui a fait explosion avait une capacité de 2 ^m c, 578, un timbre de 5 atmosphères et une soupape chargée à 9 k. — Ce réchauffeur porte trois robinets qui permettent de l'isoler, le premier de l'appareil d'alimentation, le second de la chaudière, le troisième d'un réservoir auquel il fournit aussi de l'eau chaude.	Le fond arrière du réchauffeur s'est déchiré irrégulièrement, partie en pleine tôle, partie le long de la rivure circulaire.	Renversement d'un mur et de la toiture qu'il supportait.	Corrosion d'un des fonds du bouilleur par les eaux acides imprégnant un tas de cendre en contact avec lui. — La cause immédiate paraît être la dilatation de l'eau remplissant entièrement le réchauffeur, hermétiquement clos, alors qu'il était encore soumis à des causes de réchauffement prévues.
18 mars....	Fours à coke près Douai (Nord).	Chaudière verticale, tubulaire, à foyer intérieur. — Capacité 4.333 litres. — Timbre 6 k. — 2 ^e catégorie.	L'enveloppe extérieure a volé en éclats; le foyer intérieur et la majeure partie du dôme reployé ont été retrouvés à quelques pas du chassis. — Les appareils de sûreté sont retombés à 150 mètres.	Chauffeur tué.	Mauvais état des tôles constituant l'enveloppe cylindrique extérieure. — On peut présumer que ces avaries ont été causées par la mauvaise qualité des tôles, par les intempéries auxquelles l'appareil était soumis et par des excès de pression.
12 mai	Fabrique de cylindres pour filatures (fourneur sur bois) au syndicat de St-Amé (Vosges).	Ancien réservoir de pompe à bière formé de deux calottes tronco-coniques en fonte réunies par un joint boulonné, servant de générateur de vapeur.	La calotte supérieure a été violemment projetée en l'air.	Toiture traversée.	Emploi comme chaudière d'un récepteur en fonte, fabriqué pour un autre usage.
27 mai.....	Peignage de laines à Croix (Nord).	Chaudière composée d'un corps cylindrique horizontal, surmontant deux bouilleurs placés eux-mêmes au-dessus d'un corps cylindrique horizontal tubulaire. — Capacité 15.490 litres. — Timbre 10 k. — 1 ^{re} catégorie.	Le bouilleur de gauche s'est ouvert au coup de feu sur une longueur de 1 ^m 30, avec deux fentes latérales de 0 ^m 14.	Néant	Défaut d'alimentation par suite du mauvais état d'un joint qui fuyait et de l'inattention du chauffeur.

DES APPAREILS A VAPEUR PENDANT L'ANNÉE 1885.

215

DATE de l'accident.	NATURE et situation de l'établissement ou l'appareil était placé.	NATURE forme et destination de l'appareil. — Détails divers.	CIRCONSTANCES de l'accident.	CONSÉQUENCES de l'accident.	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident.
29 mai....	Fabrique de drap à Lisieux (Calvados).	Chaudière semi-tubulaire, à tubes démontables, avec deux bouilleurs ordinaires. — Les 26 tubes en laiton ont 0 ^m ,405 de diamètre. — Capacité 14.123 litres. — Timbre 6 k. — Dernière épreuve en juin 1875.	Le premier tube à gauche de la deuxième rangée horizontale s'est aplati et est en partie sorti de la plaque tubulaire.	Deux hommes tués.	Amincissement d'un tube de laiton (qui s'était légèrement arqué) par le frottement contre un tube voisin produit par les inégaux dilatations et les trépidations.
1 ^{er} juin...	Fabrique de pâte à papier à Mios (Gironde).	Cylindre lessiveur horizontal, rotatif, servant à la transformation de la cellulose du pin en pâte à papier. — Diamètre 2 ^m . — Capacité 1.400 litres. — Timbre 4 k. — L'appareil est fermé aux deux extrémités par deux fonds lenticulaires en cuivre, fixés sur les cornières des viroles par 76 boulons en fer, portant les axes de rotation.	Un des fonds en cuivre s'est détaché tout d'une pièce, rompant les 76 boulons qui le retenaient au corps principal. — Le corps du lessiveur est tombé à 20 mètres, après avoir traversé deux murs.	Trois ouvriers très légèrement brûlés et contusionnés. Deux murs effondrés ainsi qu'une partie de la toiture.	L'étanchéité du joint étant difficile à obtenir, on était conduit à imposer aux boulons un serrage excessif; d'autre part, ils portaient des traces de corrosions et avaient à subir un effort de cisaillement par la rotation. — C'est à ces diverses causes, mais surtout au serrage excessif, qu'il convient de rapporter l'accident.
22 juin....	Lavage, cardage et peignage de laines à Tourcoing (Nord).	Générateur cylindrique, horizontal, avec deux bouilleurs inférieurs reliés au corps par des communications hautes. — Capacité 18.775 litres. — Timbre 6 k. — 1 ^{re} catégorie.	L'usine avait chômé la veille (dimanche). — A deux heures du matin on fit remonter la pression; à six heures on avait commencé à envoyer la vapeur au séchoir; à sept heures et demie l'explosion se produit. — Les débris du générateur et de la machine ont été projetés de tous côtés.	Vingt-et-un tués, parmi lesquels le propriétaire de l'établissement et le chauffeur-chef; vingt-sept blessés plus ou moins grièvement. Bâtiments détruits sur une superficie de 1.750 mètres carrés.	Conditions extrêmement défectueuses de fonctionnement: chaudière surmenée, appareils de sûreté faussés ou paralysés, entretien insuffisant.
23 juin....	Brasserie à Marseille.	Générateur horizontal, cylindrique, à fonds plats, à foyer intérieur. — Capacité 7.400 litres. — Timbre 4 k. 1/2. — 1 ^{re} catégorie.	L'enveloppe s'est rompue sous une pression très modérée; elle a cédé le long de sa génératrice inférieure extraordinairement affaiblie et s'est ensuite entièrement développée.	Trois ouvriers tués; sept autres blessés ou atteints par des brûlures. Bâtiment à quatre étages effondré.	Existence préalable de corrosions profondes intéressant la partie inférieure du corps cylindrique qui reposait sur une murette en maçonnerie longitudinale. — Construction défectueuse du fourneau.

6 juillet....	Union mutuelle des propriétaires Lyonnais (Vidanges) à Lyon.	Chaudière Field portant 32 tubes. — Capacité 340 litres. — Timbre 6 k. — 3 ^e catégorie. — Locomobile pour vidanges.	Le chauffeur s'est absenté à 8 h. 45 et à 9 h. la chaudière a fait explosion en déchirant la tôle de son foyer. — La toiture toute entière est retombée à 12 mètres.	Cinq personnes légèrement contusionnées ou blessées. Fenêtres brisées et marchandises avariées.	Excès de pression.
17 août....	Fabrique de lacets à Lorette (Loire).	Générateur vertical posé sur son foyer et entouré d'une tour en maçonnerie. — Les flammes, après avoir parcouru un tube intérieur vertical fermé par le haut, passent autour du générateur. — Hauteur 6 ^m . Capacité 7.461 litres. — Timbre 5 k. — 1 ^{re} catégorie. — Dernière épreuve en 1870.	L'appareil, après un chômage de huit ans, a été remis en feu le 4 août 1885. — Le tube intérieur s'est déchiré et la chaudière tout entière, projetée en l'air, est retombée à 10 ^m de distance.	Un homme contusionné. Maçonnerie du fourneau détruite.	Défaut d'alimentation causé par le mauvais état d'entretien de la pompe et des tuyaux d'alimentation, par la mauvaise installation des indicateurs du niveau de l'eau et le défaut total d'entretien de l'un d'eux.
2 septembre	Usine à gaz à Montmorillon (Vienne).	Chaudière cylindrique, horizontale, avec un foyer extérieur et deux tubes de retour de flammes conduisant les gaz à deux carneaux latéraux. — Deux fonds plats. — Capacité 2.037 litres. — Timbre 6 k. — Dernière épreuve en juin 1884.	Le corps cylindrique s'est déchiré au coup de feu, suivant la génératrice inférieure, sur une longueur de 1 ^m . — L'ardeur du feu produit par du coke enduit de coaltar explique la facilité avec laquelle les tôles ont rougi sur une vaste surface.	Fourneau partiellement détruit.	Défaut d'alimentation.
6 septembre	Houillère de Grand-Croix (Loire).	Générateur horizontal, cylindrique, simple, très allongé, soutenu sur un carneau unique embrassant environ les 3/5 de la circonférence par quatre paires d'ailettes en fonte noyées dans la maçonnerie. — Capacité 45.000 litres. — Timbre 4 k. — Dernière épreuve en octobre 1883.	La chaudière s'est déchirée en deux endroits distincts: la première déchirure suit une section droite complète, derrière le dôme, le long d'une ligne de rivets; la seconde est en partie en pleine tôle au coup de feu et se prolonge dans le fond embouti.	Un ouvrier très légèrement brûlé. — Dégâts matériels peu importants.	Manque d'eau par suite de fuites, tenant à l'état de vétusté et d'usure du générateur.
7 septembre	Battage de grains à l'Aumondière, commune de Buais (Manche).	Locomobile. — Chaudière horizontale, tubulaire, à foyer intérieur, cylindrique, avec boîte à fumée indépendante. — Capacité 233 litres. — Timbre 6 k. — Dernière épreuve en août 1885.	Déchirure à la partie supérieure du foyer intérieur. La boîte à fumée et diverses pièces ont été projetées à quelques mètres. — Les charbons enflammés ont mis le feu à des bâtiments distants d'une vingtaine de mètres.	Trois personnes légèrement blessées. Dégâts par incendie considérables.	Défaut d'alimentation.

DATE de l'accident.	NATURE et situation de l'établissement ou l'appareil était placé.	NATURE forme et destination de l'appareil. — Détails divers.	CIRCONSTANCES de l'accident.	CONSÉQUENCES de l'accident.	CAUSE PRÉSUMÉE de l'accident.
28 septembre	Teinturerie à Mouy (Oise).	Réchauffeur unique pour deux générateurs et séparé de chacun d'eux par un robinet. — Longueur 5 ^m 28. — Diamètre 0 ^m 82. — Timbre 6 k. — Dernière épreuve en août 1882.	Pendant l'alimentation on a fermé le robinet de communication entre le réchauffeur et la chaudière avec laquelle il communiquait, et la pression hydraulique de la pompe a fait déchirer le réchauffeur le long de la rivure latérale chauffée sur 1 ^m 45 de longueur.	Dégâts matériels peu importants.	Fausse manœuvre de robinets.
7 octobre ..	Filature à Solre-le-Château (Nord).	Générateur horizontal, cylindrique, avec deux bouilleurs inférieurs et trois réchauffeurs latéraux. — Capacité 25.360 litres. — Timbre 6 k. — Dernière épreuve en février 1884.	A la suite de brusques variations de pression, le bouilleur de gauche s'est déchiré au coup de feu sur 2 ^m de longueur en pleine tôle, sauf à l'avant où elle suit une rivure circulaire; le tout sans bruit appréciable et sans déplacement de l'appareil.	Chauffeur tué. Les parements avant et arrière du fourneau ont été renversés.	Défaut d'alimentation par fausse manœuvre.
8 octobre.	Scierie à Bordeaux.....	Chaudière horizontale, cylindrique, avec deux réchauffeurs latéraux superposés. — Capacité 11.670 litres. — Timbre 5 k. — 1 ^{re} catégorie.	Le réchauffeur supérieur s'est rompu à 1 ^m de son extrémité postérieure; la déchirure suit la ligne de rivets qui rejoint la première à la deuxième virole sur trois quarts de circonférence; le dernier quart, qui comprend la génératrice supérieure, quitte les rivets et suit l'arête extérieure de la virole voisine qui recouvrait la dernière.	Un ouvrier tué, un autre blessé grièvement, un troisième légèrement contusionné. Massif démolé, mur percé, toiture avariée.	Nature de la tôle du réchauffeur; le danger résultant de la qualité du métal a été aggravé par la disposition générale des carneaux et la nature du combustible employé (copeaux de bois de pin) qui devait produire de longues flammes. — Il devait y avoir quelquefois formation de vapeur dans le réchauffeur; par suite la tôle n'était pas toujours baignée par l'eau, et ses dilatations inégales ont dû fatiguer la clouure qui a cédé.
8 octobre..	Fabrique de papiers cirés à Fontenay-sur-Loire (Loiret).	Récipient cylindrique en fonte portant intérieurement à chaque bout deux brides saillantes sur lesquelles étaient fixés les supports de la chaudière alimentaire 7 k. — Fonctionnement habituel à 4 k. 500.	Un des fonds plats s'est rompu suivant des plans diamétraux disposés en croisement régulier.	Dégâts matériels assez peu importants.	Excès de pression pour un récipient en fonte avec des fonds insuffisamment solides.
27 octobre ..	Société des huiles minérales (Raffinerie de pétrole), à Colombes (Seine).	Récipient en tôle de fer, cylindrique, fermé par deux fonds plats assemblés et rivés sur cornière. — Diamètre 2 ^m ,18. — Alimentation de vapeur par une chaudière timbrée à 5 k.	Le fond plat inférieur s'est détaché circulairement; la déchirure suit en partie la rivure qui relie le fond avec la cornière. — Le fond est resté sur place; le reste de l'appareil a été jeté dans l'atelier.	Un ouvrier tué, un autre grièvement blessé et deux légèrement brûlés.	L'appareil pouvait être soumis, en fonctionnement courant, à des pressions qu'il était incapable de supporter.
11 novembre	Fabrique de sucre, à Raches, près Douai (Nord).	Récipient (formant filtre à charbon) cylindrique en tôle avec fonds plats également en tôle rivés et boulonnés sur cornière. — Capacité 3.234 litres.	Les deux robinets d'admission et d'échappement de la vapeur étant ouverts, la vapeur ne s'échappait pas au dehors. — Le fond supérieur s'est brisé en deux pièces.	Trois ouvriers blessés grièvement, deux autres légèrement brûlés. Dégâts matériels peu importants.	Obstruction du tuyau d'échappement probablement par du noir animal; dans un appareil incapable de supporter la pression à laquelle il pouvait être soumis accidentellement.
8 décembre	Houillère de la Bérandière (Loire).	Chaudière horizontale, cylindrique, à deux bouilleurs réchauffeurs latéraux superposés. — Capacité 31.000 litres. — Timbre 5 k. — 1 ^{re} catégorie.	Le réchauffeur supérieur s'est déchiré au droit de la clouure située entre la deuxième et la troisième virole. — La partie antérieure et tout le réchauffeur inférieur ont enfoncé le parement avant du fourneau et ont été projetés en ligne droite à 13 mètres de distance.	Un ouvrier tué, un autre grièvement atteint. Dégâts matériels à la maçonnerie; wagon coupé en deux.	Fissures préexistantes qui affaiblissaient outre mesure la tôle d'une des clouures postérieures; la production des fissures dangereuses est à rapporter en majeure partie à la qualité plus que médiocre d'une partie des tôles fournies par l'entrepreneur des réparations.
9 décembre	Fabrique de papier, à Ponts-et-Marais (Seine-Inférieure).	Récipient cylindrique en tôle avec fonds bombés en tôle emboutie. — Diamètre 1 ^m ,70. Les fonds portent deux touillons creux en fonte. — Timbre 5 k. — Alimentation de vapeur par une chaudière également timbrée à 5 k.	Après un nettoyage et une heure et demie après la mise en marche, le cylindre s'est rompu en quatre fragments qui ont été projetés; l'unique virole s'est déchirée en pleine tôle suivant deux sections droites voisines des fonds et suivant une génératrice.	Un étage en partie démolé; une toiture enlevée.	Réduction d'épaisseur des tôles et disparition des têtes des rivets à l'intérieur de l'appareil par usure mécanique.

RÉSUMÉ.

RÉPARTITION DES ACCIDENTS.

	NOMBRE.	TUÉS.	BLESSÉS (1)
I. — Par nature d'établissements :			
Battages de grains	1	"	"
Brasserie	1	3	7
Equarrissage	1	"	"
Fabrique d'acide gallique	1	2	1
Id. de bougies	1	1	"
Id. de colle	1	"	"
Id. de cylindres pour filatures	1	2	"
Id. de drap	1	"	"
Id. de lacets	1	"	"
Id. de papier ciré	1	"	"
Id. de pâte à papier	1	1	"
Filature	1	1	"
Fours à coke	2	1	1
Houillères	1	"	"
Papeterie	2	21	19
Perçages de laines	1	1	1
Raffinerie de pétrole	1	1	1
Scierie	1	"	3
Sucrierie	2	"	"
Teintureries	1	"	"
Usine à gaz	1	"	"
Vidanges	1	"	"
Totaux	25	34	33
II. — Par espèces d'appareils :			
1^o Chaudières à foyer extérieur :			
Horizontales non tubulaires, avec ou sans bouilleurs	8	24	21
Horizontales plus ou moins tubulaires	2	"	"
Verticales	1	"	"
2^o Chaudières à foyer intérieur :			
Horizontales non tubulaires	1	3	7
Horizontales plus ou moins tubulaires	1	"	"
Verticales	2	1	"
3^o Réceptifs :			
9	4	5	
4^o Divers :			
1	"	"	
Totaux	25	34	33
III. — D'après les causes présumées (2) :			
1^o Conditions défectueuses d'établissement :			
Construction, disposition, installation ou matières défectueuses		5	
2^o Conditions défectueuses d'entretien :			
Usure. — Fatigue ou amincissement du métal		7	
Réparations non faites ou défectueuses		2	
3^o Mauvais emploi des appareils :			
Manque d'eau (suivi ou non d'alimentation intempestive)		6	
Excès de pression		4	
Autres imprudences ou négligences		6	
4^o Divers :			
		2	

(1) On n'a inscrit comme blessés que ceux qui ont eu au moins 20 jours d'incapacité de travail.
 (2) Le nombre total des causes présumées est supérieur à celui des accidents, parce que le même accident a été quelquefois attribué à plusieurs causes réunies

ÉTUDE

SUR LE

BASSIN HOILLER DE WALDENBURG

(BASSE-SILÉSIE)

Par M. L. BOCHET, ingénieur des mines.

La Silésie Prussienne possède deux centres miniers d'importance très inégale : le plus considérable est celui de la Haute-Silésie, qui s'étend autour des villes de Beuthen, Tarnowitz, Kœnigshütte, et qui se rattache géologiquement aux districts voisins de la Pologne Russe et de la Galicie occidentale. Des richesses minérales très variées y sont accumulées : on y exploite d'abondantes mines de fer, de zinc, de plomb argentifère, en même temps qu'une formation houillère étendue et puissante fait de ce pays, après le bassin de la Ruhr en Westphalie, le plus important district houiller de l'Allemagne.

L'autre bassin silésien, beaucoup moins riche, mais aussi moins connu en France (car les exploitants ne se souviennent de la visite d'aucun ingénieur français), est celui qui fait l'objet du présent mémoire. Il s'étend au sud-ouest de Breslau, sur la frontière de Bohême, dans les subdivisions administratives de Breslau et de Liegnitz, dans la région où se trouvent les villes de Neurode, Charlottenbrunn, Waldenburg, Gottesberg, Landeshut,

Liebau, et se prolonge en Bohême dans les environs de Schatzlar et Trautenau.

La seule richesse minérale de ce district est la houille. On y a exploité aussi jusque vers 1860 des mines de fer, de plomb, de cuivre et de nickel; mais la production de ces mines a toujours été très faible, et leur exploitation a dû être abandonnée. Les mines de houille, au contraire, sont toujours florissantes; leur production totale est intermédiaire entre celles de nos bassins français de Saint-Étienne et d'Alais.

Je me propose, dans ce mémoire, de donner un aperçu de la constitution géologique de ce bassin, qui m'a semblé intéressante à plusieurs points de vue.

Avant d'entreprendre ce travail, qu'il me soit permis d'adresser mes remerciements, pour l'empressement qu'ils ont mis à me fournir tous les renseignements dont j'ai eu besoin, à MM. les directeurs et ingénieurs, en général, et en particulier à MM. les inspecteurs Hœwert, de la mine Fuchs, et Grünberg, de la mine Glückhlf. Mais je tiens surtout à exprimer ma reconnaissance à M. le bergrath Schütze, directeur de l'École des mines de Waldenburg, auquel je dois tous les renseignements généraux, et qui a bien voulu diriger lui-même, de sa personne ou par ses indications, les excursions par lesquelles j'ai pu me rendre compte *de visu* des traits les plus saillants de la constitution géologique de la contrée.

Le bassin houiller de la Basse-Silésie n'a pas fait, même en Allemagne, l'objet de nombreuses descriptions. Un des premiers ouvrages de géologie écrit sur cette région est celui que publia Carl von Raumer, en 1819. Depuis cette époque, la principale étude d'ensemble de la contrée est la « Description géologique d'une partie des montagnes de la Basse-Silésie, du comté de Glatz et de la Bohême », par Zobel et Carnall, publiée en 1831-32 avec une carte au 1/25.000, dans les Archives de minéra-

logie, géognosie, etc., de Karsten. Les études postérieures de Beyrich, Tietze, Göppert, Warnsdorff, Roth, etc., ne portent que sur des points spéciaux de la géologie de ce pays. Le présent travail est tiré en grande partie de l'ouvrage récent de M. le bergrath Schütze: « Description géologique du bassin houiller de Basse-Silésie-Bohême » (1882), et des explications complémentaires que l'auteur a bien voulu me donner de vive voix au sujet des points sur lesquels son livre insiste peu, par exemple sur les terrains supérieurs à la formation houillère.

Le présent mémoire sera divisé en cinq chapitres. Dans le premier je donnerai un aperçu de la constitution topographique du pays. Dans le second je ferai la description géologique générale du bassin. Les deux suivants seront consacrés à l'étude plus approfondie de la formation houillère, qui présente dans ce bassin une série remarquablement complète. Enfin le dernier chapitre traitera spécialement de la nature de la houille exploitée et de la distribution du grisou dans les couches.

I. — Description topographique.

La chaîne du Riesengebirge, dont l'orientation générale est N.-110°-E., et dont l'altitude moyenne est de 1.190 mètres, se termine à l'est, après les sources de l'Elbe, par le beau massif de la Schneekoppe, dont le sommet, l'un des points culminants de la chaîne, atteint 1.372 mètres d'altitude.

A partir de ce massif la chaîne s'épanouit vers l'est en éventail et se divise en trois chaînons principaux, savoir: 1° vers le nord les collines de Landeshut, dont l'altitude moyenne est de 700 mètres et qui viennent se terminer près de Kupferberg, sur la rive gauche du Bober, par des hauteurs de 550 à 600 mètres, comme le Falkenberg;

2° vers l'est les monts de Schmiedeberg, qui ont à l'origine une hauteur presque égale à celle du Riesengebirge, et s'abaissent rapidement pour finir près de Liebau, sur les bords du Bober, par le mont Scharten, dont l'altitude est de 711 mètres; 3° enfin vers le sud-est, le Rabengebirge, d'altitude à peu près égale au rameau précédent, et qui se termine près de Schatzlar, aux sources du Bober.

La ligne de partage des eaux entre les bassins de l'Elbe et de l'Oder, qui suit le Riesengebirge et le Rabengebirge, se prolonge ensuite vers le sud-est, avec une altitude beaucoup moindre par l'Ueberschargebirge, entre Schatzlar et Schömburg, le Johannisberg (696 mètres), l'Hexenstein (721 mètres), puis remonte un peu vers le nord-est jusqu'au Buchberg (710 mètres), au sud de Friedland. Là elle reprend sa direction générale entre les vallées de la Mettau et de la Steine, se relève jusqu'à une hauteur moyenne de 900 mètres dans le Heuscheuergebirge, près de Wünschelburg, et se prolonge enfin par le Habelschwerdtgerbirge jusqu'aux sources de la Neisse.

Au nord-est de cette ligne de faite, l'orographie du pays est constituée par une série de ridements à peu près parallèles dirigés de N.-130°-E. à N.-140°-E., et dont les principaux sont, à partir de la ligne de partage :

1° Le prolongement du Heuscheuergebirge vers le sud-est, qui vient se terminer par des hauteurs de 500 à 600 mètres à la vallée du Weistritz, entre Reinerz et Glatz.

2° Une chaîne s'étendant de Landeshut jusqu'aux environs de Neurode, au confluent de la Steine et du Walditz, coupée un peu au nord de Friedland par la vallée de la Steine qu'elle limite ensuite au nord-est, et dont les principaux sommets, le Dürreberg et le Spitzberg, à l'est de Friedland, atteignent le premier 916 mètres et le second 880 mètres. Cette chaîne se retourne brusquement vers le sud, près de Landeshut, limitant à l'est la

haute vallée du Bober et rejoignant l'Ueberschargebirge.

3° La petite chaîne de l'Annaberg (616 mètres) et de l'Allerheiligenberg (576 mètres), située presque dans le prolongement de la précédente, au sud-est de Neurode.

4° La chaîne du Sattelwald (500-550 mètres), qui forme la limite septentrionale, à l'est de Kupferberg, de la vallée du Bober et de son affluent le Lassig, et se termine aux sources de ce dernier, près de Gottesberg, par le massif du Hochwald (829 mètres).

5° Enfin la grande chaîne de l'Eulengebirge, dont le point culminant, la Hohe-Eule, entre Reichenbach et Braunau, a une altitude de 950 mètres. La chaîne s'abaisse lentement à partir de là vers le sud-est; elle a encore, près de Silberberg, à la Hahnkoppe, une hauteur de 720 mètres, et vient se terminer à 10 kilomètres plus loin, près de Wartha, sur les bords de la Neisse, au delà de laquelle elle se prolonge par la chaîne du Reichensteinegebirge. Au nord-ouest de la Hohe-Eule, la chaîne s'abaisse rapidement et se termine par des pentes raides sur la vallée du Weistritz de Schweidnitz, près de Charlottenbrunn. Au delà, l'Eulengebirge ne se prolonge que par de faibles hauteurs dont la série se continue entre Waldenburg et Freyburg, et qui vient enfin mourir sur les bords du Katzbach, près de Goldberg, en formant les petites éminences du Mönchswald.

La chaîne de l'Eulengebirge est limitée au nord-est par une ligne à peu près droite allant de Freyburg à Silberberg, suivant laquelle la grande plaine de la Basse-Silésie, coupée seulement de loin en loin par des massifs isolés comme le Zobtenberg, à l'est de Schweidnitz, vient s'appuyer sur le versant nord-est des montagnes.

Toute cette région montagneuse, dont je viens de tracer rapidement les grands traits, n'est sillonnée par aucun cours d'eau important; elle forme une sorte de nœud hydrographique donnant naissance dans toutes les directions

à un grand nombre de rivières qui sont tributaires, les unes de l'Elbe, les autres de l'Oder.

Parmi les premières, deux surtout sont importantes : ce sont l'Aupa et la Mettau. L'Aupa prend sa source à la Schneekoppe, coule d'abord vers le sud-est, au pied du Rabengebirge, passe à Trautenau, reçoit un peu plus loin, sur sa rive gauche, le ruisseau de Schatzlar, puis s'infléchit vers le sud par Eypel, et va enfin se jeter dans l'Elbe, à Jaromir, après un cours de 60 kilomètres environ. La Mettau prend sa source un peu à l'ouest du Buchberg et suit un cours sinueux dirigé dans son ensemble du nord au sud en passant par Hronow et Nachod. Elle reçoit sur sa rive gauche plusieurs petits ruisseaux coulant sur les flancs du Heuscheuergebirge ; son principal affluent est la Schnelle, qui descend de l'Habelschwerdtergebirge et coule à peu près de l'est à l'ouest en passant par Lewin.

La région dont je m'occupe s'étend beaucoup plus sur le versant septentrional que sur le versant méridional de la ligne de séparation des bassins de l'Oder et de l'Elbe. Elle y est partagée entre les bassins de trois affluents de l'Oder, savoir : la Neisse, le Weistritz et le Bober.

La Neisse, qui prend sa source aux environs de Mittelwalde, coule d'abord vers le nord en passant à Habelschwerdt et Glatz, puis se retourne vers l'est aux environs de Wartha, et, après un cours assez long, va tomber dans l'Oder, au-dessous d'Oppeln. Ses affluents de gauche, dans la région montagneuse, c'est-à-dire en amont de Wartha, ont une direction générale parallèle à celles des chaînes de montagnes, soit N.-135°-E. Les deux principaux sont : le Weistritz de Glatz, qui coule le long du versant sud de l'Heuscheuergebirge, dans lequel il prend sa source, et se jette dans la Neisse un peu au-dessus de Glatz ; et surtout la Steine. Celle-ci a sa source sur le versant nord du Dürreberg, près de Reimswaldau ; elle

coule d'abord un peu vers le nord-ouest, mais se retourne bientôt vers le sud-ouest, en traversant dans une étroite vallée la chaîne du Dürreberg ; à Friedland enfin, elle fait un nouveau coude et prend sa direction définitive vers le sud-est, au pied de la chaîne du Spitzberg, puis de l'Allerheiligenberg. La Steine arrose la ville bohémienne de Braunau, reçoit sur sa rive gauche le Walditz qui passe à Neurode et dont la vallée, d'abord dirigée vers le sud-est, s'infléchit à la fin vers le sud-ouest pour séparer les chaînes de l'Annaberg et du Spitzberg. La Steine se jette enfin dans la Neisse un peu au-dessous de Glatz.

Le Weistritz prend sa source au même point que le Walditz ; il coule d'abord vers le nord-ouest, entre le Spitzberg et l'Eulengebirge jusqu'à Charlottenbrunn ; là il s'infléchit vers le nord-est, contourne le massif de la Hohe-Eule, et débouche dans la plaine un peu en amont de Schweidnitz ; il va tomber dans l'Oder à 15 kilomètres environ en aval de Breslau. Son principal affluent, la rivière de Striegau, dont le cours est tout entier dans la plaine, en dehors de la région houillère, se grossit, en aval de Striegau, du Tolsnitz ou rivière de Freyburg, dont la vallée, dirigée dans son ensemble du sud au nord, commence près de Dittersbach, non loin des sources de la Steine. Cette région, accidentée de nombreux pitons isolés, forme une sorte de plateau sillonné d'une série de petites vallées qui se réunissent vers le nord à Altwasser pour donner naissance au Tolsnitz, qui traverse ensuite les prolongements de l'Eulengebirge et débouche dans la plaine à Freyburg. Le centre du plateau dont je viens de parler est la ville de Waldenburg ; les hauteurs du Hochwald le dominent et le limitent à l'ouest ; vers l'est il donne naissance à plusieurs petits affluents du Weistritz, qui tombent dans cette rivière aux environs de Charlottenbrunn.

De ce plateau, sur le versant sud duquel prend sa source la Steine, sort enfin vers l'ouest le Lassig, dont la source est près de Gottesberg, sur le versant du Hochwald, et qui, après un cours sinueux dirigé en gros de l'est à l'ouest, va tomber à Ruhbank dans le Bober. Celui-ci, l'affluent le plus considérable du haut Oder, sort, près de Schatzlar, des dernières hauteurs du Rabengebirge, se dirige d'abord vers le nord-est jusqu'à Liebau, puis tourne vers le nord au pied des derniers contreforts des monts de Schmiedeberg, arrose Landeshut, puis contourne, en s'infléchissant peu à peu vers le nord-ouest, par Ruhbank et Kupferberg, l'extrémité septentrionale de la chaîne des collines de Landeshut, et va se jeter dans l'Oder, à 50 kilomètres en amont de Frankfort, après un cours de plus de 200 kilomètres.

II. — Description géologique générale.

Le bassin houiller de Waldenburg (Pl. II, *fig. 1*) est constitué par une cuvette elliptique au milieu des terrains de première consolidation du Riesen et de l'Eulengebirge. Le grand axe de cette cuvette, dirigé à peu près de Kupferberg à Wünschelburg (au sud-ouest de Neurode), a environ 55 kilomètres de long, tandis que le petit axe, qu'on peut placer de Charlottenbrunn au Johannisberg, a 30 kilomètres environ. A ce bassin principal se joint, vers le sud-est, un petit prolongement, sorte de golfe de 6 kilomètres de large et de 15 kilomètres de profondeur, qui s'avance jusqu'à Glatz au pied de l'Eulengebirge.

Cette grande cuvette houillère repose presque directement sur les gneiss et micaschistes qui apparaissent au jour, à l'ouest, dans le Rabengebirge et les collines de Landeshut; à l'est dans la chaîne rectiligne de l'Eulengebirge. Au nord la cuvette a pour paroi une formation silurienne assez importante limitée par une ligne presque

droite allant de Kupferberg à Freyburg, et qui se prolonge vers l'ouest sur le flanc septentrional du Riesengebirge. Vers le sud et le sud-ouest enfin, les limites de la formation ne sont pas nettement connues : les terrains de première consolidation n'apparaissent pas au jour de ce côté; la formation permienne, superposée aux couches houillères dans l'intérieur même de la cuvette, déborde dans cette direction pour s'étendre au loin en Bohême sur le versant méridional du Riesengebirge; et le tout est encore recouvert de la grande formation crétacée du nord de la Bohême. Néanmoins on peut encore suivre la limite du bassin par l'arête d'une selle que forment les couches permienes en partie recouvertes par la formation crétacée; ce pli peut être suivi depuis la ville de Trautenau, aux environs de laquelle les micaschistes se perdent sous les couches permienes, jusqu'à Kosteletz et Hronow, où le permien lui-même commence à être définitivement recouvert par le crétacé. On peut s'assurer d'ailleurs que le terrain permien repose à peu près directement sur les schistes anciens, car ceux-ci apparaissent par place, au sud de la selle dont je viens de parler, par exemple aux environs de Eypel et de Nachod, sans qu'on voie apparaître autour aucune autre formation que la formation permienne. D'après cela la coupe schématique du bassin par son petit axe peut être faite comme celle de la Pl. II, *fig. 2*.

Dans le voisinage de Trautenau et Eypel, un plissement suivi d'érosion a amené en B les couches houillères au jour, de sorte que ce profil s'applique particulièrement à la partie méridionale du bassin.

Terrains antérieurs à la formation houillère. — La chaîne qui forme la limite orientale du bassin, l'Eulengebirge, depuis Freyburg jusqu'à Silberberg, se compose presque exclusivement de gneiss, avec intercalation de quelques couches peu importantes de schistes amphibol-

liques, et quelques venues au jour de diorite et de serpentine. Cette chaîne se prolonge vers le sud-est entre Silberberg et Wartha, et au delà de la Neisse, dans le Reichensteinergebirge, par une formation où dominent surtout les schistes amphiboliques, avec intercalation d'un peu de gneiss et de micaschistes, le tout recouvert par places de schistes siluriens de peu d'épaisseur. C'est au milieu de cette formation que s'allonge le golfe houiller de Glatz.

De l'autre côté du bassin le Rabengebirge est formé, comme le Riesengebirge dont il est le prolongement direct, de gneiss et de micaschistes coupés d'éruptions granitiques. Celles-ci y sont cependant moins nombreuses que dans le Riesengebirge et dans la chaîne de Landeshut, qui est constituée de la même manière. Sur le versant oriental de cette dernière s'appuie une formation complexe, limitée au sud par le Rabengebirge, et composée de gneiss et de schistes micacés, amphiboliques, chloriteux et talqueux.

Les deux massifs anciens de l'Eulengebirge et de la chaîne de Landeshut, ce dernier n'étant que l'extrémité orientale du grand massif du Riesengebirge, s'enfoncent vers le nord sous la formation silurienne dont j'ai parlé plus haut, et qui occupe tout le pays compris entre Lauban, Hirschberg, Kupferberg et Freyburg au sud, Striegau, Jauer, Goldberg, Schöna et Löhn au nord, espace occupé par un plateau accidenté seulement de collines isolées et d'où descendent vers le nord les affluents du Katzbach. Ce terrain est formé de schistes argileux, alumineux ou siliceux, passant par places à des schistes amphiboliques ou talqueux, et contenant des intercalations de couches de calcaire cristallin. En plusieurs points on a trouvé dans ces couches des graptolithes.

Le terrain dévonien semble représenté dans le bassin par trois affleurements, de peu d'étendue, de couches re-

posant directement sur les terrains précédents, et situés l'un près de Kunzendorf au sud-ouest de Liebau, sur les flancs du Rabengebirge, le second près de Freyburg, et le dernier à Volpersdorf, près de Neurode, sur le versant de l'Eulengebirge. Les couches de Freyburg ont une puissance de 40-60 mètres et un pendage de 65° vers le sud; ce sont des calcaires compactes, gris noir ou bleuâtres, contenant très peu de fossiles. Les couches de Kunzendorf sont encore des calcaires compactes gris bleuâtres; leur direction varie de est-ouest à nord-sud à peu près et leur inclinaison est d'environ 50° vers le nord-est. On y trouve assez abondamment : *Rhynchonella cuboides*, *Orthis striatula* et *Spirifer disjunctus*. Les couches calcaires de Volpersdorf, dirigées nord-ouest-sud-est, ont une puissance variant de 40 à 150 mètres. La plus grande partie est formée d'un calcaire compacte gris verdâtre, pauvre en fossiles; la partie supérieure est formée par une couche de calcaires rougeâtres en lits très minces séparés par des feuillets de schiste et contenant des orthocères et des goniatites. Ces trois apparitions de calcaire dévonien sont, comme je l'ai dit, de très peu d'étendue; leurs affleurements ne se suivent pas sur plus de 1 ou 2 kilomètres de long; mais elles sont intéressantes en ce qu'elles montrent dans la région l'existence d'un terme qui complète la série des terrains antétriasiques, tous représentés dans le bassin.

Formation houillère. — Elle est surtout développée dans le nord de la cuvette, où ses affleurements atteignent, entre Kupferberg et Landeshut, une largeur de 10 kilomètres, et une largeur à peu près égale entre Freyburg et Gottesberg. Sur la limite méridionale du bassin, leur largeur se maintient, depuis Landeshut jusqu'à Schatzlar, dans les environs de 7 kilomètres; mais elle diminue ensuite peu à peu jusqu'à se réduire à zéro, les cou-

ches houillères disparaissant sous le terrain crétacé, un peu au delà de Hronow, à Straussenei. Sur le bord septentrional du bassin, la largeur des affleurements diminue très rapidement à partir de Gottesberg : déjà à Charlottenbrunn elle n'est que de 1.500 mètres, et garde à peu près cette valeur jusqu'à l'entrée du golfe de Glatz; là les affleurements houillers s'épanouissent complètement, la formation permienne ayant à peine pénétré dans ce golfe, comblé par les dépôts de la période houillère.

D'après cela la formation houillère occupe sur la carte géologique une sorte de croissant dont la convexité est tournée vers Kupferberg et Freyburg et dont les deux pointes, situées vers Waldenburg d'une part et Schatzlar de l'autre, sont prolongées par deux bandes étroites dirigées vers le sud-est. Mais, par suite de la constitution de détail du bassin houiller, que j'étudierai plus loin, c'est vers les deux pointes du croissant, celle de Waldenburg surtout, que sont concentrées les plus grandes richesses, tandis que toute la partie large du croissant, entre Liebau et Kunzendorf d'une part, Rothenbach à l'ouest de Gottesberg et Salzbrunn d'autre part, n'est composée que de couches à peu près stériles qui ne donnent lieu à aucune exploitation.

Ces couches constituent le premier des cinq étages en lesquels M. Schütze, d'après Göppert, divise la formation houillère de la Basse-Silésie. Ce premier étage, ou culm, se distingue nettement des suivants par ce fait que les couches de houille, qu'il contient en assez grand nombre, sont toutes très peu puissantes. C'est une houille maigre anthraciteuse qui se présente en bancs de 0^m,13 à 0^m,25 de puissance, et qui n'est, par conséquent, pas exploitable. La flore de cet étage est aussi assez distincte; elle se compose surtout de fougères de petite taille, qu'on conçoit n'avoir pas pu donner naissance à des couches de houille bien puissantes.

C'est dans les quatre étages supérieurs, dans le troisième surtout, que se trouve le grand développement des couches de houille exploitées dans le bassin. Tous ces étages sont en complète concordance de stratification, et ne se distinguent entre eux que par leur flore; sauf les dérangements locaux dus aux nombreuses éruptions porphyriques de cette période, le pendage de ces couches est toujours, dans l'ensemble, vers l'intérieur de la cuvette.

Terrains postérieurs à la formation houillère. — Sur le dernier étage houiller, qui n'apparaît que sur le bord sud-ouest du bassin, repose, en concordance parfaite, le terrain permien, qui épouse complètement la forme en cuvette des couches sous-jacentes, mais déborde vers l'ouest pour s'étendre au pied de Riesengebirge. Ce terrain est formé de deux étages remarquables par l'identité de leur composition et l'égalité à peu près complète de leur puissance. Tous deux sont formés à la base d'un conglomérat porphyrique que surmonte une puissante assise de grès rouge, interrompue par quelques niveaux minces et discontinus de calcaire. Les deux étages permien sont séparés par une nappe interstratifiée de roches éruptives, qui n'affleure que sur les bords oriental et septentrional de la cuvette, et y forme la chaîne de hauteurs dont font partie le Dürreberg et le Spitzberg. Cette nappe éruptive, qui a dû se répandre sous-marinement après le dépôt du premier étage permien, est elle-même double; elle se compose, à la base, d'une aphanite noirâtre ou violacée, très compacte et très dure, contenant de très rares et très petits cristaux d'orthose; et, à la partie supérieure, de porphyres feldspathiques, dans lesquels ne s'isole aucun cristal de quartz, mais seulement des cristaux d'orthose. Ce sont des fragments de ce porphyre qu'on retrouve dans les

conglomérats de la base du second étage permien, ce qui indique nettement son âge.

Tous les terrains triasiques et jurassiques manquent complètement dans le bassin de Waldenburg. On ne trouve plus au-dessus du permien qu'une formation crétacée qui repose horizontalement sur le grès rouge au fond et par conséquent au centre de la cuvette, débordant, comme le permien vers le sud-ouest, et se rattache à la grande formation crétacée du nord de la Bohême. Les couches crétacées, qui constituent dans la cuvette de Waldenburg toute la chaîne de l'Heuscheuergebirge, une des plus hautes de la région, consistent presque exclusivement en grès, dans lesquels on trouve les fossiles du cénomanien; on y distingue quatre étages formés, à partir de la base : le premier d'un grès siliceux possédant deux clivages perpendiculaires entre eux et à la stratification, qui font qu'il se divise en parallépipèdes rectangles (on appelle ces grès *quadersandstein*); le second d'un grès calcaire argileux (*plänersandstein*); le troisième d'une marne siliceuse (*pläner*); le quatrième enfin, de nouveau, d'un quadersandstein. L'étage inférieur n'affleure que dans le sud du bassin, le rivage de la mer où il s'est formé ayant sans doute été submergé par la mer où s'est formé le plänersandstein, et celui-ci n'ayant pas été, dans le nord, enlevé par érosion.

Aperçu géogénique. — De la description précédente, on peut déduire l'aperçu suivant pour rendre compte de la formation du bassin.

Les éruptions granitiques et dioritiques du Riesengebirge et de l'Eulengebirge ayant formé dans les micaschistes et gneiss de première consolidation un bassin elliptique, probablement à ceinture complète, celui-ci se remplit d'un lac où se déposèrent successivement les différentes

assises du terrain houiller. Leur formation ne fut troublée que par des éruptions locales, et, la plupart du temps, sous-aquatiques, de porphyres et de quelques aphanites. Après l'époque houillère, un affaissement se produisit sur la partie méridionale et occidentale de la ceinture gneissique du lac, et les eaux de celui-ci, débordant de ce côté, se réunirent à la mer permienne de Bohême. Pendant le dépôt des couches permienes eut lieu la grande éruption sous-marine d'aphanite et de porphyre dont la nappe sépare les deux étages permienes. Après le dépôt du grès rouge supérieur, le pays émergea et resta hors des mers pendant toute la période triasojurassique. Il fut envahi de nouveau par les mers crétacées qui y déposèrent des couches cénomaniennes et se retirèrent avant l'époque turonienne. Depuis lors, pendant toute la période tertiaire le pays resta émergé : un plissement eut lieu, peu intense (car les couches crétacées sont encore à peu près horizontales), dont la direction fut nord-ouest-sud-est, qui amena au jour les couches houillères au Johannisberg, et détermina la formation des vallées de la Mettau, de la Steine, du Walditz, du Weistritz, l'exhaussement de l'Eulengebirge et des autres chaînes parallèles. Enfin les érosions énormes de l'époque diluvienne enlevèrent une grande partie de la couverture crétacée du pays et mirent à nu les couches permienes dans les vallées, en particulier dans celles de la Steine et du Walditz, tandis que les alluvions provenant de ces érosions allaient se déposer soit par les vallées de la Steine et du Weistritz, dans la grande plaine de Breslau, soit par la Mettau sur le plateau de Bohême, soit enfin vers le nord, par le Bober, dans les plaines du Brandebourg.

III. — Terrain houiller inférieur ou culm.

Le grand développement, en affleurements, des couches du culm a lieu, comme je l'ai dit plus haut, à l'extrémité nord-ouest de la cuvette, qui est occupée par ces affleurements jusqu'à une ligne ayant à peu près la forme d'un arc de cercle et marquée en gros par le cours du Bober depuis sa source près de Kunzendorf jusqu'à Landeshut, et le cours du Lassig jusqu'à Rothenbach. A partir de là cette ligne, dont le prolongement irait se terminer à Charlottenbrunn au contact des gneiss de l'Eulengebirge, s'infléchit vers le nord, en un arc de cercle passant aux villages de Gablau, Conradsthal, Ober-Salzbrunn, Altwasser et Reussendorf, et dessinant une cuvette secondaire formée par les couches du culm soulevées près de Gablau par les porphyres du Sattelwald. Cette cuvette secondaire, comprise ainsi entre le Sattelwald et le prolongement de l'Eulengebirge, est remplie par le grand développement des couches du houiller supérieur, aux environs de Waldenburg.

Dans toute cette étendue les couches du culm plongent à peu près vers le sud-est avec une inclinaison variable, mais dépassant rarement 30 à 35°. La régularité de leur disposition n'est interrompue que par l'éruption du Sattelwald qui les a soulevées, alors sans doute qu'elles étaient encore molles et mal consolidées; car elles présentent tout autour du massif porphyrique sur lequel elles se modelent complètement, peu de fractures importantes. Quelques autres éruptions porphyriques de même allure, mais moins importantes, ont produit des dérangements analogues. La plus considérable de celles-là est celle de Weissbach, au sud-ouest de Landeshut, où le porphyre forme le Beerberg et le Mühlberg, en s'in-

tercalant entre les couches les plus inférieures du culm, soulevant celles du toit et laissant en place celles du mur. Cette disposition interstratifiée des roches éruptives est très fréquente dans la région; elle a fait penser à la plupart des géologues qui s'en sont occupés que ces éruptions avaient dû être sous-aquatiques, la roche porphyrique fondue se répandant au fond de l'eau à la surface des couches déjà formées, et précédant la formation des couches qui constituent actuellement son toit, et qui se seraient déposées ensuite en épousant la forme modifiée du fond.

La roche du Sattelwald est un porphyre feldspathique rouge clair, assez compacte et voisin de l'argilophyre, ne contenant que peu de cristaux isolés de feldspath et de quartz. Celui de Weissbach est à pâte rougeâtre, jaunâtre et même par place verdâtre sale; les cristaux sont plus abondants que dans le porphyre du Sattelwald; ce sont des cristaux d'orthose, de quartz et de nombreuses paillettes hexagonales d'un mica vert noirâtre. La pâte contient, en outre, à l'état de dissémination fine une assez grande quantité de quartz. La cassure de ce porphyre est inégale et esquilleuse. D'après les couches entre lesquelles ce porphyre est placé, sa venue au jour est plus récente que celle du porphyre de Weissbach qui date des premiers moments du culm; car une mince couche de conglomérat est seule interposée entre le massif du Mühlberg et les schistes anciens. Plusieurs autres éruptions porphyriques de peu d'importance, entre autres celles de Merzdorf, près de Ruhbank, montrent que l'activité éruptive n'a été interrompue à aucun moment pendant tout le dépôt des couches du culm.

Celles-ci elles-mêmes sont composées surtout de conglomérats porphyriques ou gneissiques, et de grès grossiers, avec un peu de grès fins et de schistes argileux.

L'étage débute presque partout par un conglomérat grossier composé de fragments les uns arrondis, les autres encore anguleux, de gneiss et de micaschiste avec un ciment argileux et siliceux. Les conglomérats, d'abord à fragments gros comme la tête, deviennent plus fins à mesure qu'on s'éloigne de la roche, micaschiste, gneiss ou porphyre, qui leur a donné naissance, et passent d'abord à une grauwaacke de plus en plus fine, et enfin à des schistes argileux. Ces grauwaackes et ces schistes sont d'ailleurs peu abondants dans la formation; les schistes sont imprégnés de sable quartzeux fin, ce qui les rend plus durs et mieux résistant aux actions atmosphériques que ceux que nous trouverons dans le terrain houiller supérieur. Ces schistes sont parfois bitumineux et inflammables.

Les grès du culm sont toujours de couleur foncée, gris brunâtres ou jaunâtres. Ils se composent de grains de quartz, de silex, de schiste et quelquefois de calcaire, réunis par un ciment tantôt argileux, tantôt siliceux, dans lequel on remarque d'assez abondantes paillettes de mica blanc argentin.

Les couches de houille sont assez nombreuses, mais toutes très minces : leur puissance ne dépasse pas 0^m,25. Souvent plusieurs de ces couches minces se rapprochent et forment un faisceau constituant une sorte de couche très nerveuse, puissante de 1 à 2 mètres. Trois groupes de couches assez continues sont surtout remarquables dans le culm. Le plus inférieur, qui n'apparaît que sur la rive septentrionale du bassin, affleure aux villages de Schreibendorf, Reussendorf, Rudelstadt, près de Kupferberg et Alt-Reichenau. Le second, presque immédiatement supérieur au porphyre du Mühlberg, affleure à Michelsdorf, Alt-Weissbach, Johnsdorf, Krausendorf, Ruhbank et Giessmannsdorf, au nord du Sattelwald. Le groupe supérieur, qui repose sur les porphyres du Sattelwald,

affleure aux environs de Buchwald, Blasdorf, Leppersdorf, Vogelsdorf, Wittgersdorf, Gablau et Liebersdorf. Les couches qui, près de Salzbrunn, ont un affleurement dirigé suivant h. 11, se relient probablement au groupe supérieur.

Le pendage de ces couches est très variable : tandis que vers le nord il atteint souvent 70°-80°, à l'est, au contact du gneiss, il n'est que de 30°-40°, et vers l'ouest seulement de 20 à 30°. Le pendage est, en général, plus faible pour les couches supérieures que pour les inférieures, l'épaisseur de ces dernières étant plus grande vers le centre de la cuvette que sur les bords, ce qui est naturel.

Les couches de houille du culm n'ont fait l'objet que d'un petit nombre d'exploitations, généralement infructueuses; les principales tentatives ont été faites près de Rudelstadt, Reussendorf, Krausendorf, Johnsdorf et Salzbrunn. Le peu de puissance des couches et la qualité anthraciteuse du charbon ont empêché ces exploitations de prospérer et de se développer.

La flore du culm est peu abondante. Elle se compose surtout de sélaginées, de quelques fougères de petite taille, et de très peu de conifères. Parmi les fougères, les névroptéridées sont peu nombreuses; les *Sphenopteris* et *Diplotmema* sont les genres dominants. Les espèces les plus répandues sont :

Sph. elegans, *Sph. obtusiloba*, *Hym. Gersdorffii*, *Lycopodites pennæformis*, *Sagenaria aculeata*, *Sagenaria acuminata*.

Parmi les espèces animales fossiles, on remarque surtout :

Productus giganteus, *Orthis resupinata*, *Atrypa concentrica*, *Spirifer bisulcatus*, *Rhynchonella acuminata*.

Outre le grand affleurement des couches du culm que je viens d'indiquer, celles-ci se montrent encore en deux

autres points du bassin, mais avec beaucoup moins d'importance : à Hausdorf et dans le bassin secondaire de Glatz. A Hausdorf, cet étage se compose d'alternances de bancs de calcaire de 20 à 30 centimètres d'épaisseur, de grauwackes schisteuses et de grès micacés. Il est surtout intéressant par une couche ou filon interstratifié de dolomie ferrugineuse et quartzeuse de couleur brune, jaune ou bleuâtre, constamment accompagnée d'une nappe de serpentine qui en forme le mur. Cette serpentine contient des cristaux nets de diallage, de l'amianté, du fer chromé, de la pyrite, et passe par endroits à un gabbro plus ou moins compacte. Vers l'extrémité sud-est des affleurements de la dolomie, elle contient un peu de cuivre et de nickel. Au Lierberg, elle se transforme, par concentration du fer dont elle est partout imprégnée, en un petit gîte d'hématite brune.

Dans le bassin de Glatz, le culm est composé à peu près de même qu'à Landeshut; les conglomérats grossiers y sont moins abondants; la grauwacke gréseuse y est plus fréquente; les grauwackes schisteuses et les schistes argileux sont très rares. On y trouve, comme dans le nord, des lits de calcaire intercalés. Plusieurs petites éruptions de porphyre se sont produites dans cette région, entre autres celles du porphyre feldspathique, gris verdâtre avec paillettes de talc, qui apparaît près de Gabersdorf, au nord de Glatz, sur le versant méridional de l'Eulengebirge. A cette même époque du culm on peut rattacher l'éruption de gabbro de Neurode, qui forme un massif allongé dans la direction N.-W.-S.-E. de Volpersdorf à Leppelt, formé de quatre roches composées toutes de diallage et de labrador, et d'âges un peu différents, décrites par G. Rose, dans le *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, Bd. XIV. Sur le versant occidental de la petite chaîne formée par ces gabbros, se sont déposées les assises du houiller supérieur.

J'aurai terminé la description du culm lorsque j'aurai signalé l'existence de quelques filons métallifères dans les couches supérieures du culm près de Gablau, sur le versant méridional du Sattelwald. Ces filons, développés surtout dans la grauwacke, et qui ont été jusque vers 1866 le siège de petites exploitations alternativement abandonnées et reprises, sont au nombre de cinq, dont un très peu connu. Les directions et inclinaisons de ces filons sont les suivantes :

Filon Fridoline :	direction	h. 12	pendage	80° E.	puissance	0 ^m ,03 à 2 mètr.
— Bernhardt's-Zukunft :	—	h. 8	—	76° S.	—	0 ^m ,21
— Franz :	—	h. 10	—	60° S.		
— Carl :	—	h. 11	—	66° O.	{ composé de 16 veines de 3 à 18 ^m de puissance.	

Le remplissage est constitué surtout par de la galène et du cuivre gris, avec du quartz et de la barytine pour gangues; il y a en outre, en proportions plus faibles, de la blende, de la pyrite cuivreuse, de la stibine, de la bournonite, de la boulangérite, de la fluorine et de la calcite. Les cuivres gris contiennent 18 à 24 p. 100 de cuivre, et 1,80 à 2,90 p. 100 d'argent. Les galènes, beaucoup plus pauvres, n'ont qu'une teneur en argent de 5 à 7 dix-millièmes.

IV. — Terrain houiller supérieur.

Les quatre étages en lesquels est divisé le terrain houiller proprement dit du bassin de Waldenburg ont une composition stratigraphique analogue, et sont surtout distingués l'un de l'autre par leurs flores, qui peuvent se caractériser de la manière suivante :

Étage d'Altwasser. — Prédominance des *Sphenopteris* et des *gleicheniées*. Les *lépidodendrées*, *sigillariées* et *calamariées* sont peu abondantes; on n'y connaît qu'un

seul genre de névroptéridées, le genre *Cardiopteris*, et pas un conifère.

Étage de Waldenburg-Schatzlar. — Maximum du développement des *Sphenopteris*; ensuite les familles les mieux représentées sont celles des névroptéridées et des marattiacées; les conifères sont abondants; les calamariées et sigillariées sont assez développées. La flore est beaucoup plus nombreuse en espèces et en individus que dans l'étage d'Altwasser.

Étage de Schwadowitz. — Les sphénoptéridées et calamariées sont encore représentées, quoiqu'en bien moins grand nombre; les conifères sont nombreux; l'apparition des pécoptéridées distingue surtout cet étage du précédent.

Étage de Radowenz. — Les pécoptéridées subsistent presque seules, avec des conifères, et encore quelques sphénoptéris.

Pour les deux premiers étages, qui sont de beaucoup les plus importants, les espèces les plus abondantes et les plus caractéristiques sont :

Étage d'Altwasser : *Sphenopteris elegans*, *Sph. divaricata*, *Gleichenites Linkii*.

Et en seconde ligne : *Diplotmema dicksonioides*, *Sphenopteris distans*, *Archæocalamites radiatus*, *Lepidodendron Veltheimianum*.

Étage de Waldenburg-Schatzlar : *Sphenopteris latifolia*, *Aspidites silesiacus*, *Nevropteris gigantea*, *Cyatheetes Miltoni*.

Et en seconde ligne : *Sphenopteris obtusiloba*, *Sph. furcata*, *Sph. trifoliolata*, *Sphenophyllum emarginatum*, *Lonchopteris rugosa*, *Calamites approximatus*, *Cal. Suikowi*, *Cal. ramosus*.

En nous reportant par la pensée à la fin du dépôt du culm, nous trouvons le lac houiller ayant perdu, par suite des éruptions porphyriques qui s'étaient faites à cette époque sur ses bords, la régularité de ses contours presque elliptiques au début. Trois promontoires principaux s'étaient formés, qui avaient déterminé entre eux des golfes; c'étaient : le promontoire du Mühlberg, sur le bord nord-ouest du lac, s'avancant dans la direction de Liebau, mais déjà bien atténué par le dépôt de nombreuses couches du culm par-dessus les porphyres de Weissbach qui avaient déterminé sa formation; le promontoire du Sattelwald, beaucoup plus aigu, parce que sa formation était plus jeune; enfin le promontoire, qui était peut-être une île voisine du rivage, constitué par les gabbros de Neurode, la plus récente des éruptions du culm.

Les golfes séparés par ces promontoires étaient : à l'ouest du bassin, au sud du Mühlberg, le golfe de Schatzlar; au nord, entre le Mühlberg et le Sattelwald, le golfe de Landeshut; au nord-est, entre le Sattelwald et le bord oriental du bassin, le golfe de Waldenburg; au sud-est, entre les gabbros de Neurode et l'Eulengebirge, le petit golfe de Volpersdorf. Enfin, tout à fait au sud, le golfe de Glatz avait été presque entièrement comblé par les dépôts du culm, et devait l'être complètement bientôt par les premières couches du houiller.

Ces premières couches se déposèrent surtout sur la rive orientale du bassin dans les golfes de Glatz, de Volpersdorf et surtout de Waldenburg, le plus grand des trois. Tout le fond de ce golfe est actuellement marqué par la ligne, en forme de croissant, des affleurements du premier étage houiller, développés surtout près de Conradsthal, Hartau, Altwasser et Reussendorf, et se prolongeant en pointe, d'un côté jusqu'à Gablau, à l'extrémité du promontoire du Sattelwald, de l'autre, par

Steingrund jusqu'à Wüstegiersdorf, près de Charlottenbrunn. Le pendage de ces couches est, à l'ouest d'Altwasser, de 20° à 30°; à l'est de cette localité, il s'élève jusqu'à 60-70°, et atteint même par places la valeur de 80°. Ces pendages considérables indiquent une surélévation ultérieure du rivage du bassin : car des sédiments ne peuvent se déposer en couches régulières sous de tels angles. Ce soulèvement a sans doute accompagné le grand plissement postcrétacé qui eut lieu dans la direction N.-W.-S.-E., et détermina la formation des vallées actuelles. Dans le golfe de Volpersdorf, les affleurements de l'étage d'Altwasser sont incomparablement moins importants; le pendage des couches est de 30 à 35° en profondeur, de 50 à 80° sur les bords.

Le dépôt des couches de Waldenburg fut beaucoup plus général et plus abondant que celui des couches d'Altwasser. Les affleurements du second étage houiller sont en effet visibles sur tout le pourtour du bassin, sauf dans le golfe de Glatz, définitivement comblé, pendant la période précédente, et sur la limite méridionale du bassin, complètement recouverte plus tard par les couches permienues et crétacées. Ces affleurements, qui forment une mince bande de 500 à 1.500 mètres de large tout le long de l'Eulengebirge, de la chaîne de gabbros de Neurode, dans le golfe de Landeshut et sur la limite sud-ouest du bassin, sont surtout développés dans les golfes de Waldenburg et de Schatzlar, où ils atteignent la largeur de 5 à 6 kilomètres.

Les éruptions porphyriques, absentes pendant le dépôt des couches d'Altwasser, eurent lieu à l'époque de la formation du second étage, avec une extraordinaire fréquence. Les deux principales par leur masse sont : 1° l'éruption du Hochwald, qui eut lieu dans le golfe de Waldenburg, tout à fait au début de la période, et divisa le grand golfe primitif en deux autres : celui de Walden-

burg à l'est, et celui, beaucoup plus petit, de Kohlau à l'ouest; 2° l'éruption du Sandgebirge, qui eut lieu au contraire à la fin de la période, au sud-ouest de Charlottenbrunn, et dont le massif n'est recouvert, sur son versant occidental, que par les couches permienues. Outre ces deux grandes éruptions, le golfe de Waldenburg fut le siège d'un grand nombre de venues au jour de masses plus petites de porphyre et de quelques masses d'aphanite; ces dernières qui se montrent surtout à Neuhaus, à l'est de Dittersbach, sont entièrement semblables à celles de la grande nappe permienne que j'ai signalée au chapitre II, et sont probablement de la même époque. Parmi les éruptions porphyriques du golfe de Waldenburg, les principales sont celles du Butterberg au sud-est de Waldenburg, de Neuhaun au sud de Dittersbach, du Hochberg dans le golfe de Kohlau, plusieurs filons de porphyre recoupant la grande masse du Hochwald et se prolongeant à l'est dans les couches houillères près de Hermsdorf; enfin une masse de porphyre blanc verdâtre clair, très fissuré à la surface et bruni autour des fissures par suite de la suroxydation du fer, affleurant à 1.500 mètres au sud de Hermsdorf, près du point de croisement des deux lignes de chemin de fer, visible dans les deux grandes tranchées où passent les voies ferrées.

Dans le golfe de Schatzlar, les éruptions porphyriques sont nombreuses aussi; les plus considérables sont celles de Koenigshain et de Krinsdorf.

La plupart de ces porphyres sont à pâte très compacte, de couleur rougeâtre ou brunâtre, contenant très peu de cristaux de feldspath, et d'assez nombreux grains de quartz hyalin et cristallin.

Le pendage des couches de Waldenburg-Schatzlar n'est généralement que peu modifié dans le voisinage des porphyres, par suite de cette circonstance que l'éruption de ces roches a eu lieu pendant le dépôt

même des couches, et que les assises qui forment le toit du porphyre n'ont pas été dérangées par celui-ci, mais se sont déposées sur la roche déjà arrivée au jour. Le pendage des couches du second étage est généralement un peu plus faible que dans le premier étage; il dépasse rarement 40 à 50° et se tient ordinairement entre 30 et 35°. En certains points cependant, comme au voisinage du massif porphyrique du Hochwald, qui a subi après sa formation un nouveau soulèvement, et plus encore autour du massif du Hochberg qui semble, par exception, avoir soulevé des couches déjà formées, les strates sont inclinées sur l'horizon de 70 à 80°.

Les couches des deux étages supérieurs sont beaucoup moins connues que les précédentes : elles ne sont le siège que de quelques petites et peu prospères exploitations. Leurs affleurements n'existent que sur le bord occidental du bassin, où ils forment une bande de 2 à 3 kilomètres de large et 18 kilomètres de long depuis Koenigshain jusqu'à Hronow. On y a trouvé quelques éruptions de porphyre et une couche de grès imprégnée de malachite terreuse, sans doute produit d'émanations, qu'on a essayé d'exploiter. De semblables gites de malachite sont assez fréquents, mais tous inexploitable, dans le terrain permien de Bohême et de Silésie.

Dans chacun des deux étages de Schwadowitz et de Radowenz, on connaît un groupe de 5 à 6 couches de houille peu épaisses et assez nerveuses. Ces deux groupes sont séparés par une couche de grès feldspathique passant à l'arkose, dont la traversée est de 13 à 1.500 mètres, et qui ne contient que très peu de lits schisteux intercalés.

La composition stratigraphique des deux étages inférieurs est à peu près la même. On y trouve des conglomérats à fragments de quartz, de silex, de schistes argileux et, dans les points où le culm n'affleure pas, de

schistes cristallins; le ciment est toujours formé de grès plus ou moins fin; des grès à grains de quartz hyalin, blanc ou gris clair, avec quelques grains de schiste siliceux noir ou gris verdâtre, et un ciment argileux ou silico-argileux; entre les lits de grès apparaissent souvent des paillettes de mica et des plaquettes de pyrite; les grès et les conglomérats passent souvent l'un à l'autre; leurs couleurs toujours claires les distinguent facilement des grès et conglomérats du culm. Les arkoses ou grès feldspathiques apparaissent pour la première fois dans l'étage de Waldenburg; ce sont des dépôts clastiques provenant de la destruction des porphyres. Dans ce même étage, surtout au voisinage des éruptions porphyriques, les grès et les schistes sont souvent ou bariolés de rouge, ou uniformément rougeâtres ou brunâtres; cette circonstance a fait longtemps attribuer au permien plusieurs couches houillères qui apparaissent dans la partie un peu tourmentée du bord occidental du bassin.

Les schistes sont ordinairement bleus noirâtres dans l'étage inférieur, rougeâtres et quelquefois jaunâtres dans le second étage. Ces schistes sont presque toujours un peu quartzeux, mais beaucoup moins que ceux du culm, ce qui les rend plus tendres et plus altérables. Ils sont toujours un peu micacés et contiennent par places des rognons de sphérosidélite de 2 à 60 centimètres de diamètre; ces rognons tiennent 30 à 35 p. 100 de fer, mais ne sont jamais assez abondants pour être exploités, comme en Westphalie et dans la Haute-Silésie. Les couches de schiste sont presque toujours connexes des couches de houille dont elles forment très généralement le toit : une couche de houille avec un toit de grès et une couche de schiste séparée d'une couche de houille sont aussi rares l'une que l'autre. Les schistes sont souvent inflammables. Près d'Altwasser, à la mine Morgenstern, on exploite avec la 2^e couche un lit de schiste brun noi-

râtre qui en forme le mur, qui a 8 à 16 centimètres de puissance et fournit une matière première pour la fabrication de produits réfractaires. A Schatzlar, plusieurs couches de schiste sont assez ferrugineuses pour être exploitées comme minerai de fer.

Les couches de houille sont nombreuses dans l'étage d'Altwasser; mais elles n'ont qu'une puissance assez faible, souvent pas plus de 20 à 30 centimètres. Cet étage, dont la flore correspond à celle du bassin houiller de la Haute-Silésie, est profondément différent en cela de ce bassin, où les couches de houille ne sont qu'au nombre de 5 ou 6, mais atteignent des puissances considérables, jusqu'à 8 et 10 mètres. A Altwasser, au contraire, le nombre des couches atteint en certains points 32; mais souvent aucune n'est exploitable, et les mines de cet étage forment des groupes isolés, séparés par de longs espaces que l'on doit abandonner.

Dans l'étage de Waldenburg au contraire, au moins dans les parties où il est bien développé, les exploitations forment une série continue, et toute l'étendue des couches est exploitable: elles sont en revanche moins nombreuses, rarement plus de 18 à 20. Elles ont rarement moins de 0^m,60 de puissance; les couches de 1 mètre à 1^m,50 sont fréquentes et plusieurs atteignent 2 à 3 mètres, par places même 3^m,25 de puissance.

Un phénomène remarquable et non expliqué se présente assez souvent dans le terrain houiller de Waldenburg. C'est l'existence de colonnes stériles composées d'un grès plus ou moins feldspathique, de section quelquefois grossièrement circulaire, mais souvent assez irrégulière, qui traversent à peu près verticalement une épaisseur plus ou moins grande des couches houillères, sans que celles-ci soient aucunement dérangées au contact de la colonne, ce qui tendrait à faire croire qu'elles sont dues à une érosion par tourbillons liquides; mais dans

cette hypothèse, leur grande hauteur, sans rétrécissement sensible vers le bas, est assez inexplicable. Les ingénieurs silésiens appellent ces colonnes « *Verdrückungen* ».

Outre les porphyres nombreux que j'ai signalés plus haut, l'activité volcanique s'est manifestée dans le terrain houiller de Waldenburg par la production de quelques filons métallifères. Les principaux sont ceux du Hochwald. Ils ont été exploités de 1530 à 1820; reprise en 1856, cette exploitation fut définitivement abandonnée en 1865 lorsque des recherches faites jusqu'à une profondeur de 167 mètres les eurent montrés partout minces et pauvres. Le remplissage métallifère est composé de cuivre gris, de blende et de galène. Deux de ces filons, dirigés h. 2 ont pour gangue un mélange de barytine et de quartz; deux autres, dirigés h. 9-10 ont pour gangue de la barytine seule. Les premiers ont en général de 5 à 8 centimètres de puissance et s'élargissent par places jusqu'à 50 centimètres; les seconds sont divisés en petites veines nombreuses formant ensemble une puissance de 0^m,50 à 1 mètre.

V. — Nature de la houille.

La nature et la composition de la houille sont très variables d'une couche à une autre, et même dans l'étendue d'une même couche. La seule remarque générale que l'on puisse faire, c'est que, dans l'ensemble, la houille devient de plus en plus grasse et riche en gaz à mesure que l'on s'élève dans la série stratigraphique. J'ai dit que dans le culm on ne trouvait que des couches anthraciteuses; dans l'étage d'Altwasser, les couches sont généralement maigres; elles sont de plus en plus grasses dans l'étage de Waldenburg; dans certaines couches on arrive

même à de la véritable houille maréchale, recherchée par les forgerons.

Cette loi générale de variation de la nature de la houille est loin d'ailleurs d'être sans exception; ainsi la première couche de l'étage d'Altwasser est une des plus grasses du bassin; c'est un véritable «cannel-coal»; on le retrouve dans une couche du deuxième étage, à la mine Glückhilt, mais seulement dans une petite partie de cette couche. Outre ce cannel-coal, les principales variétés de houille qu'on peut distinguer sont :

La houille anthraciteuse, comme celle de la couche Fixstern à Altwasser ou de la mine Christian-Gottfried à Donnerau.

La houille bitumineuse, qui ne se présente que rarement et en lits très minces souvent connexes d'autres couches de houille.

La variété appelée Augenkohle, qui ne se présente que dans quelques couches de l'étage de Waldenburg (15° et 16° couches de la mine Friedrich-Ferdinand; 7° couche de la mine Fuchs...); c'est une houille à éclat brillant, coupée de fissures perpendiculaires à la stratification: dans ces fissures, et jamais sur les surfaces des strates, apparaissent des taches blanches, rondes, en forme d'œil, qui sont des plaquettes minces à structure radiée formées de cristaux de gypse.

La variété, enfin, la plus fréquente est la houille schistoïde, nettement stratifiée en lits assez minces, souvent coupée par deux systèmes de fissures rectangulaires qui la font se briser en cubes; dans ces fissures, on trouve très ordinairement des dendrites de pyrite de fer, quelquefois, mais rarement, un peu de blende et de galène.

Des recherches assez nombreuses ont été faites sur les houilles de Waldenburg, par le docteur Richters et M. Nöggerath, en vue de déterminer leur composition,

leur rendement en coke et en gaz, leur pouvoir calorifique. Des travaux que je viens de citer, j'extraits les chiffres suivants qui donneront l'idée la plus exacte possible de la nature et des propriétés de la houille du bassin que j'étudie.

Les 4 premières colonnes de ce tableau donnent la composition des différentes houilles supposées privées de leur eau hygrométrique dont la proportion est donnée dans la 5° colonne. Le pouvoir calorifique est estimé par le nombre de kilogrammes de vapeur d'eau obtenus par la combustion de 1 kilogramme de houille sur une grille horizontale ordinaire (colonne A) ou sur une grille de gazogène (colonne B); l'eau d'alimentation de la chaudière étant à 0°.

NOMS DES MINES	COMPOSITION p. 100				EAU hygrométrique p. 100	RENDEMENT en		POUVOIR calorifique	
	C	H	O + Az	cen- dres		coke p. 100	gaz p. 100	A	B
<i>Étage d'Altwasser.</i>									
Morgen et Abendstern (Alt- wasser)	75,32	4,56	10,73	9,39	5,30	67,2	32,8	7,48	8,79
Seegen-Gottes (Altwasser)	79,09	4,87	10,17	5,87	4,53	65,1	34,9	8,35	"
Cesar (Reussendorf)	82,20	5,14	10,05	2,61	4,75	66,8	33,2	8,46	"
Rudolph (Volpersdorf)	79,64	4,78	9,98	5,60	5,00	65,2	34,8	8,39	"
<i>Étage de Waldenburg.</i>									
Glückhilt (Hermisdorf)	84,23	5,04	9,33	1,40	3,04	67,9	32,1	8,29	10,04
Friedenshoffnung (Hermis- dorf)	78,43	4,59	10,78	6,20	3,90	65,7	34,3	8,38	10,14
Fuchs (Weisstein)	75,50	4,80	9,23	10,47	4,50	67,5	32,5	8,33	"
Carl-Georg-Victor (Gottes- berg)	86,99	4,26	4,97	3,78	2,54	80,0	20,0	8,09	10,01
Graf-Hochberg (Walden- burg)	77,15	4,66	11,45	6,74	5,30	68,7	31,3	8,30	"
Ruben (Kohlendorf)	79,32	4,38	7,01	9,29	3,01	73,9	26,1	7,66	9,73
Mines de Schatzlar	"	"	"	29,9	"	"	"	4,58	"

Les chiffres des 4 premières colonnes sont des exemples représentant la composition d'un échantillon pris comme type; ceux des autres colonnes, ainsi que celui de la teneur en cendres des houilles de Schatzlar, sont des moyennes.

Le docteur Richter a recherché aussi la teneur en soufre total et en soufre dégagé dans les gaz de la combustion et en a fait la détermination, ainsi que de celle des cendres, dans les différentes grosseurs de charbon.

Il a obtenu ainsi les résultats suivants :

NOMS DES MINES	GROSSEUR	CENDRES p. 100.	TENEUR P. 100 EN SOUFRE	
			total.	dégagé par la combustion.
Morgen et Abendstern. . .	Gros.	4,76	1,23	0,98
	Moyen.	11,23	1,15	0,63
	Menu.	15,83	1,54	1,11
Seegen-Gottes	Gros.	2,86	1,31	1,07
	Moyen.	4,83	1,45	1,14
	Menu.	9,47	1,64	1,12
Glückhilf.	Gros.	6,80	1,26	1,11
	Moyen.	13,70	3,00	2,69
	Menu.	19,18	2,74	2,22
Friedenshoffnung	Gros.	4,70	1,06	0,90
	Moyen.	13,00	2,14	1,75
	Menu.	19,30	1,67	1,21
Fuchs.	Gros.	5,00	1,03	0,94
	Moyen.	13,20	1,42	1,24
	Menu.	17,80	1,15	0,91
Carl-Georg-Victor. . . .	Gros.	7,50	1,10	0,91
	Moyen.	10,60	1,54	0,96
	Menu.	15,80	1,61	1,24

La houille de ce bassin n'est nulle part spontanément inflammable. Elle est peu grisouteuse en général ; la distribution du grisou dans les différentes parties d'une même couche est assez irrégulière ; M. le bergrath Schütze admet qu'aucune loi ne préside à cette distribution, et que la présence ou l'absence actuelle de grisou dans un quartier déterminé provient uniquement de la nature des plantes qui s'y sont déposées en plus grande abondance, en un mot de la composition chimique de la houille. Il m'a semblé remarquer que le voisinage des porphyres jouait un certain rôle par rapport à la présence ou à l'absence du grisou, que celui-ci n'existait généralement pas dans les parties régulières et peu inclinées des couches, tandis qu'il se montrait dans les portions relevées,

dérangées et comprimées par les soulèvements, mais non cependant dans les parties les plus dérangées. Je ne donne ces indications que sous toutes réserves, car il m'aurait fallu un séjour beaucoup plus long que celui que j'ai pu faire dans le pays pour me livrer à des études personnelles sur ce sujet, surtout dans un sens en opposition avec un homme aussi autorisé que M. le bergrath Schütze.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

M. TOURNAIRE

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES

Par M. CASTEL, inspecteur général des mines.

Le Corps des mines a fait, le 28 février 1886, une perte cruelle en la personne de M. Tournaire, inspecteur général et vice-président du Conseil général des mines.

D'un âge peu avancé, car il n'avait pas encore soixante-deux ans, M. Tournaire était, malgré son apparence un peu frêle, d'une solide constitution. C'était un marcheur intrépide; il n'avait jamais été sérieusement malade, et il semblait devoir garder pendant longtemps encore, pour le bien du service, ses éminentes fonctions, lorsqu'un mal subit est venu l'atteindre et le terrasser en peu de jours, dans des circonstances particulièrement touchantes. Il a été enlevé par une fluxion de poitrine, en laissant, tout près de lui, un jeune fils atteint de la même maladie, dont l'état de santé lui causait des préoccupations et des inquiétudes qui ont singulièrement assombri ses derniers moments.

Sa carrière a été tout entière consacrée au service de l'Etat; mais, tout en accomplissant ses fonctions avec un zèle et une activité qui ne se sont jamais démentis,

il employait le temps qu'elles laissaient libre à des études sur des sujets variés, et qui rentraient d'ailleurs dans la spécialité des ingénieurs des mines. C'est ainsi qu'il a passé beaucoup de temps au laboratoire pour l'analyse de minerais et de matières employées dans l'industrie. Il avait pour la géologie un goût particulier; ses aptitudes physiques, ainsi que son esprit d'observation, le rendaient particulièrement apte à ce genre d'études, comme l'attestent un certain nombre de mémoires fort intéressants qui lui sont dus, ainsi qu'une carte géologique, celle du département de la Haute-Loire. Il aimait à élucider toutes les questions qui se présentaient à lui dans l'accomplissement de son service. C'est ainsi qu'il a été amené à s'occuper spécialement, au point de vue de la sécurité, de l'exploitation des carrières souterraines. Il s'est occupé également de métallurgie à propos de la fabrication des canons; et l'on peut dire que tous les travaux qu'il a laissés portent la marque d'une compétence toute particulière, en même temps que d'une remarquable rectitude de jugement et d'une véritable passion pour la vérité.

M. Tournaire était né le 11 mai 1824. Admis à l'École polytechnique en 1842, à l'âge de dix-huit ans, le premier de sa promotion, il en sortit deux ans plus tard le troisième, pour entrer dans le Corps des mines.

Son premier poste d'ingénieur a été l'École des mineurs de Saint-Étienne, où il fut appelé à professer la chimie et la métallurgie, depuis le mois de mai 1847 jusqu'à la fin de 1849. Il fut ensuite chargé du sous-arrondissement minéralogique de Clermont-Ferrand, qu'il garda jusqu'à sa nomination au grade d'ingénieur en chef, en mars 1886. En cette dernière qualité, il occupa d'abord le poste de Châlon-sur-Saône, puis celui de Saint-Étienne, où il resta près de six ans, du 30 décembre 1869 au 16 septembre 1875; enfin celui d'ingénieur en

chef de l'arrondissement minéralogique de Paris, avec le service des carrières de la Seine.

Nommé inspecteur général de 2^e classe le 25 mai 1878, il fut chargé de la direction du contrôle des chemins de fer de l'État, qu'il garda jusqu'au 16 juin 1883, où il prit l'inspection de la division minéralogique du centre. Nommé inspecteur général de 1^{re} classe le 30 mai 1884, il fut appelé, après la mort de M. de Nerville, à la vice-présidence du Conseil général des mines, à partir du 24 septembre 1884.

Il était en même temps président de la Commission des *Annales des mines*, président de la Commission spéciale de la carte géologique détaillée de la France, membre du conseil de l'École nationale supérieure des mines, président de la Commission spéciale de statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur, président de la Commission de révision de l'ordonnance du 17 janvier 1847 concernant les bateaux à vapeur naviguant sur mer.

Il était en outre membre de la Société géologique de France et de la Société de l'industrie minérale.

Il avait été nommé chevalier de la Légion d'honneur le 13 juillet 1862, et officier du même ordre le 15 janvier 1879.

M. Tournaire a fait paraître dans les *Annales des mines* un certain nombre de mémoires intéressants sur des sujets variés.

Le premier, qui a paru en 1860 dans le tome XVII de la 5^e série, est le compte rendu des travaux du laboratoire de Clermont-Ferrand pendant les années 1856 à 1859. Il mentionne un grand nombre d'analyses faites sur des minerais de fer, de plomb et de cuivre, des combustibles minéraux, et d'autres substances de provenances diverses, principalement du Puy-de-Dôme et des départements voisins.

Dans le même volume se trouve la description d'un nouveau système de ventilateur à force centrifuge, de son invention. M. Tournaire l'avait imaginé en calculant l'ensemble des dispositions, d'après les notions théoriques, de manière à donner au fluide appelé et foulé par le mouvement de rotation les directions les plus convenables, afin d'obtenir un rendement plus élevé. A cet effet, il donnait à son appareil une large ouverture d'entrée, et le composait de pavillons fixes avec cloisons méridiennes amenant l'air à une couronne d'ailes mobiles; ces dernières étant courbes, selon la forme d'une spirale logarithmique, et ayant une forte inclinaison dans le sens contraire au mouvement, de manière à ce que la vitesse relative de sortie reçût une direction opposée à celle que la rotation générale imprime à l'extrémité de la couronne, et se trouvât ainsi employée à diminuer la vitesse absolue conservée par les molécules fluides. Ce sont là les règles enseignées par Combes, et dont l'application se trouvait déjà réalisée dans les turbines hydrauliques.

M. Tournaire avait fait construire à Clermont même deux de ces appareils, et il les soumit à des expériences qui confirmèrent ses prévisions. Son mémoire donne le détail de ces expériences, l'effet utile trouvé, qui était de 50 p. 100 environ du travail moteur, le calcul théorique des effets du nouveau ventilateur, la comparaison des résultats du calcul et de ceux des expériences, et l'extension du même calcul aux ventilateurs ordinaires. Il indique en même temps quelles enveloppes il convient d'adapter au nouvel appareil.

Le tome XX de la 6^e série renferme un important mémoire sur l'industrie des huiles de schiste dans l'Autunois.

En 1868, à la suite des doléances provoquées par la

situation de l'industrie de l'huile de schiste indigène, que commençait à menacer sérieusement la concurrence américaine, M. Tournaire, alors ingénieur en chef des mines à Chalon-sur-Saône, fut chargé, avec M. l'ingénieur Chosson, d'une enquête sur la fabrication autunoise. M. Chosson décrivit, dans un rapport inséré au tome XX des *Annales*, les procédés appliqués dans les principales fabriques, et les essais exécutés en grand jusqu'en 1871. M. Tournaire, dans le mémoire publié par lui à la suite de ce rapport, se plaçant à un point de vue un peu différent, parle plus spécialement des ressources minières que présentent les terrains schisteux des environs d'Autun, dont il fait la description géologique; des expériences exécutées par lui au laboratoire de Chalon sur la nature des schistes et les éléments combustibles et éclairants qu'ils renferment, et des conséquences qu'on peut en déduire au point de vue pratique. Il montre les progrès à réaliser dans la distillation des schistes pour arriver à un rendement plus considérable et à un prix de revient plus satisfaisant, notamment par un chauffage plus régulier et plus prolongé, et par un emploi convenable des résidus charbonneux de schistes et des gaz produits dans l'opération. Il signale les essais faits dans ce sens à l'usine de Lally, et résume enfin la situation économique de l'industrie autunoise.

L'attention de M. Tournaire s'était portée à plusieurs reprises, surtout depuis qu'il avait été appelé à la surveillance des carrières de la Seine, sur les causes d'effondrement partiel ou total des carrières souterraines. Des cas de ce genre, survenus à Meudon et à Bougival, et l'effondrement de la carrière de tuffeau de Vieux-Ports, le décidèrent à étudier de près la question. Après de nombreux essais faits par lui-même sur la résistance à la compression des principales roches exploitées, et en s'ai-

dant d'ailleurs des expériences analogues de M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées de Perrodil, il fit paraître le résultat de ses études dans un mémoire inséré au tome III de la 8^e série des *Annales*, en 1883. Il y traite spécialement le cas des carrières exploitées par piliers réservés. Il indique les deux modes de destruction auxquels elles sont sujettes, à savoir les cloches et fontis, produits par une trop grande portée des plafonds, et l'écrasement des piliers, amené par une réduction exagérée de la section horizontale des piliers par rapport à la surface totale. Il établit la formule d'équilibre, correspondant à des bancs sans fractures et sans délits, en tenant compte tant de la pression des terrains supérieurs que de la résistance des roches au cisaillement; et, appliquant la formule aux matériaux soumis aux expériences, il établit les règles à suivre dans l'exploitation de ces carrières, et fixe les dimensions que l'on doit donner aux piliers d'après la nature de la roche, la profondeur de la carrière et l'état général du terrain superposé.

Il indique ensuite le moyen de retirer d'une carrière souterraine la plus grande proportion de matière utile par une exploitation rationnelle, consistant en un traçage préalable jusqu'à la limite, suivi d'un découpage des massifs opéré en rabattant.

Enfin, faisant l'application de la même formule aux mines, il démontre l'impossibilité de l'exploitation par piliers sur de grandes surfaces dans les mines profondes. Puis, étendant les mêmes principes à la géologie, il explique par eux l'existence de bon nombre de chutes et de soulèvements de l'écorce terrestre.

Dans le même ordre d'idées, M. Tournaire a fait une étude sur la résistance du sel gemme aux efforts de compression, et sur les conséquences qui en découlent pour l'exploitation du sel en roche, étude parue dans le

tome VII de la 8^e série. Il y donne le résultat des essais faits par lui sur ce minéral, dans les différents états où on le rencontre, et fixe les dimensions à observer pour les piliers aux diverses profondeurs.

Les *Annales des mines* renferment encore de M. Tournaire quatre notices nécrologiques : une, de 1874, sur M. Burdin, ancien ingénieur en chef des mines, bien connu par son invention de la turbine ; une seconde, de 1878, sur M. Abel Transon, où il résume les travaux scientifiques de cet éminent professeur ; une troisième, en 1881, sur M. Bonnefoy, ce jeune ingénieur, tué par un coup de grisou dans les mines de Champagnac, presque au commencement de sa carrière ; la dernière, en 1885, sur M. Jutier, inspecteur général des mines, auteur d'importants travaux sur les thermes de Plombières. Il faut y joindre l'allocution prononcée par lui, en mai 1885, aux funérailles de M. Lan, inspecteur général et directeur de l'École des mines, où il retrace la carrière de ce brillant ingénieur ; et celle du 25 avril 1884, dite sur la tombe de M. Petitdidier.

Les travaux géologiques de M. Tournaire ont été, sauf ce qui concerne le bassin d'Autun, publiés en dehors des *Annales*. Ils ont du reste occupé une grande part de son activité.

La carte géologique de la Haute-Loire a été l'œuvre d'un assez grand nombre d'années. Il y a consacré beaucoup de courses en dehors de son service alors qu'il résidait à Clermont-Ferrand, et a continué longtemps encore après avoir quitté ce poste, pour y mettre la dernière main. En même temps d'ailleurs, il s'occupait de la géologie des deux départements voisins, le Cantal et le Puy-de-Dôme, qui ont avec la Haute-Loire tant de rapports et de points communs.

Il était encore ingénieur ordinaire lorsqu'il fit paraître

dans le *Dictionnaire statistique et historique du Cantal* une importante notice sur la géologie et la minéralogie de ce département.

Ce travail a été fait, en partie avec les documents fournis par les ingénieurs et géologues qui s'étaient déjà occupés de cette région, notamment par MM. Baudin, Dufrénoy, Élie de Beaumont, Poulett-Scrope et Amédée Burat, en partie d'après ses observations personnelles.

Il y donne, sous une forme concise, des renseignements très complets sur la constitution minéralogique et géologique du Cantal. Description générale, configuration du pays, orographie, étude des diverses formations, depuis le terrain primitif jusqu'aux alluvions modernes ; enfin historique des exploitations minérales ; tels sont les points qu'il traite successivement.

Dans ce département, où les terrains sédimentaires sont peu représentés, et où une lacune immense existe dans la série des dépôts entre le terrain houiller et le tertiaire, l'étude la plus importante est celle des formations basaltique et volcanique, qui couvrent une étendue considérable du pays. L'auteur passe successivement en revue les couches et nappes basaltiques des grands plateaux, les roches trachytiques en nappes, en filons et en buttes, les conglomérats et tufs correspondants, les phonolithes, les roches de dolérite et de pechstein ; il étudie les origines et le mode de production de ces différentes roches, et établit les époques relatives de leur apparition.

Cette étude des roches volcaniques se retrouve encore, avec de nouveaux développements, dans plusieurs mémoires et notices insérés au *Bulletin de la Société géologique de France*.

Le premier mémoire figure dans le compte rendu de la réunion extraordinaire de cette Société au Puy, en sep-

tembre 1869. Il est intitulé : « Note sur la constitution géologique du département de la Haute-Loire et sur les révolutions dont ce pays a été le théâtre. » C'est en réalité l'Explication de la carte géologique, que M. Tournaire avait à peu près terminée à cette époque.

Il commence par la description générale du pays, au point de vue de sa configuration, des principales directions qu'on y observe pour les chaînes et les vallées, et de sa composition géologique ; puis il étudie successivement, et en détail, les différents terrains qui s'y rencontrent, en faisant ressortir leurs caractères particuliers.

Il passe ainsi en revue :

Le granite, le gneiss et les micaschistes, qui forment d'importants massifs et occupent une grande surface à l'ouest et au nord du département ; les porphyres, qu'on y trouve, soit en filons, soit en couches comme aux environs de Brassac ; les serpentines ; les différents filons de quartz, de baryte sulfatée et de fluorine qui traversent les terrains primordiaux, avec les divers minéraux utiles qui s'y rencontrent, améthyste, galène, blende, antimoine sulfuré et mispickel ; enfin les sources minérales nombreuses qui en émergent ;

Puis les terrains houillers des environs de Brioude et de Langeac ;

Le grès bigarré, représenté par un petit lambeau près de Brioude ;

Le terrain tertiaire, assez développé, surtout dans le bassin du Puy, et représenté par des dépôts de natures diverses : arkoses correspondant au bas de l'éocène, argiles et marnes de l'éocène supérieur et du miocène, qui renferment des gisements de calcaire et de gypse, ainsi que de nombreux fossiles caractéristiques ;

Les phonolithes et trachytes, postérieurs au dépôt du miocène, qui jouent un rôle important dans la constitution du terrain à l'est du département ;

Le terrain basaltique, venu après les phonolithes, et dont les nappes recouvrent d'immenses surfaces, au sud et au centre. Les laves feldspathiques et pyroxéniques, qui constituent le basalte, forment tantôt des coulées superposées, tantôt des filons, des buttes ou des pitons ; elles présentent une grande variété dans leur composition et dans leur forme extérieure. Leur formation a été accompagnée de phénomènes volcaniques, dont on retrouve les traces dans les nombreuses éminences cratériformes formées de cendres et de scories, qui subsistent encore, et dans quelques cratères assez bien conservés. Elle a eu aussi pour conséquence la production de tufs et conglomérats de natures diverses provenant, soit de l'agglomération des matières projetées et déposées sur le sol au moyen de ciments calcaires ou terreux, soit d'éruptions boueuses.

M. Tournaire propose, au sujet de la formation des rochers de Polignac, de Corneille et de Saint-Michel, une explication ingénieuse et nouvelle, qui a un grand caractère de vraisemblance ; il les considère comme formant les restes d'anciennes cheminées volcaniques, consolidées par l'action de la chaleur et des vapeurs acides, et restées debout, après l'enlèvement, par érosion, du terrain encaissant.

Il donne d'ailleurs de nombreux détails sur les points remarquables de la formation volcanique, sur leurs âges relatifs, sur les cassures qui affectent le terrain, et dont quelques-unes ont une importance considérable. Il fait enfin ressortir la grande durée de cette période géologique.

Il termine par la description des grès et schistes pliocènes qui se rencontrent en quelques points du département, et par celle des alluvions anciennes, dont une partie est remarquable par son élévation au-dessus des vallées actuelles.

Deux autres notices ont paru dans le tome XIV de la 3^e série du *Bulletin de la Société géologique*.

Dans la première, intitulée : « Note sur les mouvements orogéniques produits dans l'Auvergne depuis l'émission des anciens basaltes », M. Tournaire fait ressortir, par l'emplacement des nappes volcaniques anciennes, souvent très dominantes au-dessus de la contrée qui les avoisine, alors qu'elles ont dû couler dans les vallées ou les plaines de l'époque correspondant à leur formation, par la position des basaltes subséquents sur les flancs des vallées actuelles, par celle des basaltes et laves quaternaires au fond de ces mêmes vallées, enfin par la situation des dépôts lacustres miocènes, souvent placés à une grande hauteur, qu'il y a dû y avoir, depuis les dépôts anciens, une notable surélévation de la contrée, et il remarque que cet exhaussement a dû jouer un rôle important dans le creusement des vallées, en augmentant l'énergie des érosions.

Cet exhaussement a été particulièrement prononcé dans certains centres ou suivant certaines directions. Il existe, en outre, de nombreuses failles, dont les unes ont affecté les couches tertiaires dans de fortes proportions, les autres les couches basaltiques à un degré moindre.

Un exemple intéressant de ces dernières se présente au plateau de Châteaugay, aux environs de Riom. M. Tournaire y constate l'existence d'un plissement du basalte, suivant une ligne S. 27° O., et celle de deux failles, presque nord-sud, qui abaissent la nappe basaltique, en la rejetant, du côté de l'est, chacune d'une vingtaine de mètres.

Dans la deuxième notice, M. Tournaire appelle l'attention des géologues sur d'intéressantes particularités de la structure du massif volcanique du Cantal, particularités non encore signalées dans les nombreuses publications dont cette région a été l'objet.

Il donne la configuration détaillée de la partie centrale de l'immense cône qui constitue le massif, et qui comprend le Plomb, le Lioran et les Puys Griou, Rombières, Bataillouse, Peyre-Anse, Mary et Chavaroche; et il établit par des déductions tirées de la forme des cirques où prennent naissance les rivières voisines, l'existence d'un certain nombre de cratères secondaires, sur le pourtour et au nord du point central, constitué par le Puy-Griou.

Il nous reste à parler d'une dernière publication de M. Tournaire, qui se distingue complètement des précédentes par les matières qui y sont traitées, mais qui se rattache presque directement à la métallurgie de l'acier.

Une Commission avait été instituée à Saint-Étienne par décret du Gouvernement de la défense nationale du 9 novembre 1870, et chargée de faire exécuter un ensemble de travaux très considérables pour l'armement de la garde nationale mobilisée. M. Tournaire en était le président, et il a rédigé sur les travaux de la Commission un rapport qui fut imprimé en 1872 par les soins du Ministre de l'intérieur.

Il y relate les nombreuses expériences faites par la Commission sur les 366 pièces de canon, livrées, de la fin de 1870 au mois de juin 1871, par les usines du Creusot, de Terrenoire, d'Assailly et Rive-de-Gier, de Saint-Étienne (Revollier), de Firminy et d'Unieux. Ces essais consistaient en expériences de traction et de flexion, et déterminaient les charges de rupture, et celles de déformation permanente, ainsi que les allongements correspondants. Le rapport contient l'indication des appareils employés, les résultats obtenus et leur représentation graphique par des courbes qui donnent en même temps le travail résistant. Ces résultats présentent un grand intérêt, parce qu'ils permettent de faire la comparaison raisonnée entre les différents aciers, selon qu'ils proviennent du Bessemer,

des fours Martin-Siemens ou de la fonte au creuset.

Le rapport fait ressortir la modification moléculaire subie par l'acier sous l'effort de la traction; l'importance du réchauffage des pièces forgées et de la trempe, et la supériorité de la trempe à l'huile sur la trempe à l'eau; il détermine les conditions d'un bon corroyage des grosses masses d'acier.

Après avoir donné la composition chimique des divers aciers essayés, il étudie la question des soufflures, dont il montre l'importance, et qui constitue un écueil très sérieux pour la fabrication du métal Bessemer, et fournit des indications sur le moyen de les éviter, ainsi que sur les procédés employés à cet effet à Terrenoire et dans les usines Petin-Gaudet. Il étudie de même la question des criques et gerçures superficielles.

Il décrit ensuite les épreuves de tir exécutées par la Commission sur 263 pièces, et en tire comme conclusion la nécessité de la modification de la fermeture des canons Reffye.

Enfin il termine par des considérations générales sur l'emploi de l'acier dans la fabrication des canons, et par d'utiles indications sur les conditions que doit remplir le métal. Il conseille de ne pas prendre un acier trop doux, de maintenir l'allongement à la traction entre les proportions de 10 à 15 p. 100, et de composer les pièces d'un tube d'acier assez dur, trempé à l'huile, et introduit dans une enveloppe épaisse de métal très doux, ou protégé, sur la longueur de la culasse et de l'âme, par une forte ceinture de frettes.

Quand on parcourt ces écrits, si intéressants par le fond, mais remarquables aussi par la forme, où la description est concise, nette, complète, où l'on ne trouve aucun développement oiseux, ni rien d'inutile, où le raisonnement est toujours marqué au coin de la logique, où les

affirmations n'existent que quand il y a certitude, les points douteux étant bien reconnus comme tels, on ne peut s'empêcher de songer au vieil adage : Le style, c'est l'homme. C'est qu'en effet l'homme est bien là tout entier, avec ses éminentes qualités, la droiture du caractère, l'amour de la vérité, la sûreté du jugement et la lucidité d'observation.

Ces qualités, si remarquables chez M. Tournaire écrivain, se retrouvaient, toujours au même degré, chez l'homme privé et chez l'ingénieur. Il était très laborieux, très actif, d'un dévouement absolu à son service, en un mot, essentiellement l'homme du devoir.

Il en a bien fait preuve dans quelques-unes de ces occasions exceptionnelles, qui malheureusement se rencontrent trop souvent dans la carrière de l'ingénieur des mines. Il a assisté, dans le cours de la sienne, à plusieurs grands accidents, et n'a pas manqué de déployer alors la plus grande énergie et le dévouement le plus complet pour essayer d'arracher à la mort les victimes menacées, et de diminuer, dans la mesure du possible, les conséquences d'un désastre.

C'est ainsi qu'on l'a vu, lors de l'explosion de grisou au puits Cinq-Sols de la concession de Blanzy, du 12 décembre 1867, qui a fait 136 victimes, dont 89 morts, multiplier, pendant plusieurs semaines, au prix des plus grandes fatigues et en courant les plus sérieux dangers, les efforts les plus énergiques pour retirer les survivants, et ensuite pour arriver aux derniers morts ensevelis.

Mêmes efforts et même dévouement à Saint-Étienne, lors de la première catastrophe du puits Jabin, du 8 novembre 1871, qui a fait 70 victimes.

On le retrouve encore, toujours l'homme du devoir, lors de la catastrophe récente de Chancelade, du 25 octobre 1885. Délégué par le Ministre des travaux publics immédiatement après l'accident pour aller diriger les

travaux de sauvetage, il n'a pas hésité, malgré les immenses difficultés et les dangers de l'opération, et malgré le peu de chances de réussite, à faire une sérieuse tentative pour rejoindre les malheureux carriers ensevelis sous les décombres. Il a dirigé personnellement le travail, et n'a renoncé à le continuer, au bout de huit jours d'efforts, que devant l'impossibilité évidente d'arriver en temps utile, et pour ne pas exposer inutilement à une mort presque certaine les ouvriers qui travaillaient avec lui. Lorsque, au mois d'août dernier, à la suite du tassement du terrain, on a pu pénétrer sur quelques points, devenus plus solides, de ces carrières éboulées, et y retrouver quelques-uns des cadavres, c'est du chemin tracé par M. Tournaire que l'on s'est servi, et l'on a pu constater alors qu'il avait fait la seule chose à faire.

Si, pendant sa longue carrière d'ingénieur des mines, dans les services importants dont il a été chargé, M. Tournaire s'est constamment fait remarquer par sa grande compétence professionnelle, par son amour du travail, son souci constant de l'équité, sa fermeté douce et sa modestie, par son désir de faire toujours le mieux possible avec un détachement absolu de toute préoccupation personnelle, en un mot par son honnêteté dans le sens le plus large du mot, il a, dans le dernier poste qu'il a occupé, celui de vice-président du Conseil des mines, fait preuve des qualités les plus sérieuses, se donnant tout entier à ses fonctions, étudiant à l'avance toutes les affaires avec le plus grand soin, de manière à les posséder complètement avant d'aborder la discussion, et à diriger celle-ci au mieux de tous les intérêts.

Qu'il nous soit permis de parler ici d'un côté du caractère de Tournaire que connaissaient seuls ceux qui vivaient dans son intimité. Il avait fait au collège d'excellentes études humanitaires, et avait conservé, au milieu de ses

nombreuses occupations scientifiques, le culte des belles-lettres et des beaux-arts. Il vivait, dès qu'il trouvait quelques instants de loisir, dans le commerce des vieux auteurs grecs et latins, qu'il possédait assez pour les lire à livre ouvert, sans négliger d'ailleurs la littérature moderne. Il visitait fréquemment les musées et les monuments, et ne pouvait se rassasier de la contemplation des maîtres. Il ressentait, en un mot, constamment le besoin d'apprendre, de comprendre, d'élever son âme et d'admirer les grandes œuvres.

Que dire de sa vie privée? Marié de très bonne heure avec une femme excellente et bien digne de lui, M. Tournaire a joui du bonheur domestique le plus parfait, et qu'aucun nuage n'a jamais troublé, en dehors des malheurs de famille qui n'épargnent personne. Il rendait tout le monde heureux autour de lui, parce qu'il était vraiment bon. Les amis qui se sont assis à ce foyer n'ont pu qu'admirer la paix et le charme de cet intérieur, cette famille groupée autour de son chef par le respect et par l'affection la plus tendre. Aussi quel vide il y a laissé! Elle avait encore tant besoin de lui!

Il laisse aussi un bien grand vide dans le cœur de ses nombreux amis, et dans ce Corps des mines, où il s'était fait une place si éminente. Nous ne pouvons que constater ici le sentiment général qui s'est fait jour à la nouvelle de cette mort inattendue. Tout le monde a senti qu'un grand malheur venait d'arriver; car les hommes de cette trempe sont rares, et leur disparition est un deuil pour tous.

ÉTUDE SUR LES SALINES DE ROUMANIE

Par M. Maxime PELLÉ, ingénieur des mines.

Les salines de Roumanie, exploitées autrefois d'une manière assez primitive, ont été l'objet de nombreuses améliorations depuis quelques années; la méthode d'exploitation a été modifiée; on y a introduit les machines à vapeur, et on vient enfin d'installer dans l'une d'elles un nouveau mode d'abatage mécanique qui semble donner les meilleurs résultats.

Dans un récent voyage en Roumanie, grâce à l'obligeance de M. Floru Dianu, inspecteur des salines (*), et des ingénieurs des différentes mines, nous avons pu recueillir de nombreux renseignements sur leur exploitation. Bien que leur transformation ne soit pas encore complète, il nous a paru intéressant d'étudier dès maintenant l'état actuel de ces salines; il permet de comparer les anciens procédés et les nouveaux, et de se rendre compte de l'importance des améliorations effectuées.

(*) M. Dianu a publié deux brochures sur ce sujet : *Note asupra instalatiunilor de la Salina Slanic et Salinele Romane, studiu tehnic si economic*. Nous leur avons emprunté un certain nombre de renseignements. Ce sont, croyons-nous, les seuls ouvrages parus sur les procédés d'exploitation de ces salines.

I. — RENSEIGNEMENTS HISTORIQUES.

On ne connaît pas l'origine des salines de Roumanie; on sait seulement qu'elles existent depuis une époque très ancienne à la place même qu'elles occupent aujourd'hui; près de leur emplacement actuel, on trouve de nombreuses excavations provenant de l'effondrement d'anciennes exploitations; ces excavations sont souvent remplies par les eaux, et en différents endroits, à Slanic en particulier, on y a installé des établissements de bains d'eau salée.

L'État possède en Roumanie le monopole de l'exploitation du sel, et il fait depuis longtemps travailler aux salines les condamnés aux travaux forcés. Autrefois même il n'existait pas de prisons en Roumanie; les seules peines infligées étaient le fouet, l'esclavage, les travaux forcés aux mines et la mort. Les forçats, passant leur vie au fond des salines, ne remontant jamais au jour, ne tardaient pas à mourir après quelques années de captivité; la création de prisons en Roumanie remonte seulement à 1848.

Les anciennes exploitations, dont nous verrons des exemples plus loin, étaient toutes tracées d'une façon analogue; on traversait l'argile, qui recouvre ordinairement le gîte, par un puits ou par plusieurs puits voisins qui se réunissaient en arrivant dans le sel; l'exploitation consistait alors uniquement à approfondir ces puits en les élargissant peu à peu; le vide de la mine avait ainsi une forme grossièrement conique, de section à peu près circulaire; quelquefois, au bout d'un certain temps, on cessait d'élargir la mine, et en continuant l'exploitation elle prenait approximativement la forme d'une bouteille. Le diamètre maximum était de 60 mètres environ; on

augmentait la profondeur jusqu'à ce que l'extraction, qui se faisait par des manèges, devint trop coûteuse, ou que des menaces d'éboulement fissent abandonner la mine. On ouvrait alors une autre mine à peu de distance de la précédente.

Les premiers essais d'exploitation systématique remontent au règne du prince Stirbey. En 1850, on fit venir d'Autriche des mineurs qui travaillèrent aux Grandes-Salines; ils installèrent une méthode d'exploitation par piliers abandonnés, laissant entre eux des galeries de 4 mètres. Mais les sondages avaient été insuffisants ou mal faits, et, à différentes reprises, des erreurs dans la direction des travaux provoquèrent dans la mine des venues d'eau, qui forcèrent enfin à arrêter l'exploitation et compromirent même la sécurité de la mine.

Les mineurs autrichiens quittèrent la Roumanie en 1852; la même année, un ingénieur autrichien, M. Caratchony, fut nommé ingénieur-directeur des Grandes-Salines; après avoir fait les travaux nécessaires pour la conservation de cette mine, il s'occupa également des autres salines de la Roumanie, et en particulier de celles du district de Prahova, à Slanic et à Doftana. Ce fut lui qui y installa, en 1868, l'exploitation dite par grandes galeries, adoptée aujourd'hui pour toutes les salines.

Enfin, depuis que le congrès de Berlin a érigé la Roumanie en royaume indépendant, on y a fait de grands efforts pour encourager et développer les différentes branches de l'industrie nationale; l'État a voulu donner lui-même l'exemple du progrès, et, depuis cette époque, on a apporté dans les salines de grandes améliorations aux procédés d'exploitation. Nous verrons qu'on a déjà réalisé des progrès importants.

Les salines de Roumanie actuellement en exploitation sont au nombre de quatre, savoir : celles de Slanic et de Doftana dans le district de Prahova, celle de Tirgu-Ocna

dans le district de Bacau, et celle appelée les Grandes-Salines dans le district de Rymnik-Valcea; depuis deux ou trois ans, les trois premières sont réunies par une voie ferrée au réseau des chemins de fer roumains; les Grandes-Salines seront bientôt dans les mêmes conditions.

II. — CONDITIONS GÉOLOGIQUES DES GISEMENTS DE SEL.

Aperçu géologique de la Roumanie.

La géologie de la Roumanie est encore peu étudiée; il n'existe aucune carte géologique de ce pays, et les études ne se sont guère étendues qu'à quelques régions particulières (*).

Ce pays présente, en effet, de grandes difficultés pour le géologue. « Les terrains fissurés et plissés souvent irrégulièrement, a dit M. l'ingénieur en chef Fuchs, se présentent sur de vastes étendues avec un caractère de monotonie désespérant; les fossiles sont rares ou mal conservés, quand ils ne font pas entièrement défaut; les divers termes dont se compose chaque terrain, reproduisent fréquemment et sur de vastes hauteurs le même facies pétrographique; en un mot, on cherche en vain un de ces caractères saillants qui fournissent au géologue des points de repère certains pour la classification des couches ».

(*) En fait de données un peu récentes sur la géologie de la Roumanie, je n'ai trouvé que deux articles de M. Cobalcescu et du Dr Tietze, dans le *Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt* de Vienne, la Note sur les Sources de pétrole de Campina, par MM. Fuchs et Sarasin; un petit nombre de communications faites à la Société géologique de France par MM. Porumbaru et Boué, et une étude sur le Pétrole en Roumanie du Dr Olszewski.

On peut cependant distinguer en Roumanie trois régions bien distinctes; si on quitte le Danube en se dirigeant vers le nord, si par exemple on suit la voie ferrée partant de Giurgevo, et passant par Bucharest, Plojesti, Campina, Sinaia, pour entrer en Autriche à la station de Prédéal, on trouve d'abord une première région très étendue, formée par les plaines du Danube et se prolongeant jusqu'à Plojesti; plus loin, on entre dans une région de collines qu'on quitte à Campina pour atteindre la partie centrale des Carpathes, la région des sommets; ces trois régions forment trois larges bandes qui, en suivant la direction générale des Carpathes, sont orientées de l'ouest à l'est dans l'ancienne Valachie, et du sud au nord dans l'ancienne Moldavie; elles se distinguent autant par leur nature géologique qu'au point de vue orographique.

Région des plaines. — Cette région, qui occupe la plus grande partie de la Roumanie, a une pente de 1/1.000 en moyenne; elle correspond aux alluvions, modernes et anciennes, et au terrain pliocène.

Ces alluvions ont été classées en trois étages, dont la distinction, il faut l'avouer, est fort difficile sur le terrain. C'est d'abord le *diluvium gris*, formé en majeure partie de cailloux roulés; on y a trouvé des restes de mammifères fossiles.

Puis viennent les collines basses du loess, ou *diluvium jaune*, formées surtout d'argile sablonneuse; c'est dans les terrains appartenant à ce groupe que se fait, en général, la culture de la vigne; leur altitude varie de 50 à 100 mètres.

On a distingué enfin un niveau, appelé *diluvium noir*, formé par une couche d'humus de couleur foncée, dont l'épaisseur dépasse rarement un mètre.

Région des collines. — Elle correspond aux terrains

miocènes; d'après MM. Cobalcescu et Porumbaru, on peut partager les terrains de cette région en trois groupes distincts: les couches à congéries, les couches à paludines, et la formation argilo-salifère qui se trouve à la base. Notons que certains géologues ont rapporté ces couches à congéries au terrain pliocène; d'autres ont réuni les couches à congéries et à paludines sous le nom unique de couches à congéries.

Les *couches à congéries* proprement dites se distinguent par de puissants bancs de grès et de sables, presque sans fossiles, qui contiennent en grande quantité des blocs de grès plus dur. Ces grès sont d'un blanc jaunâtre; on y trouve quelquefois des bancs d'un conglomérat à gros grains, contenant de la chlorite, du mica, du quartzite, du gneiss.

On rencontre, par exemple, une couche très puissante de conglomérats près de la mine de pétrole de M. Cantacuzène, à Draganese; au-dessus de cette couche, on trouve des schistes argileux bruns et plastiques avec des empreintes de plantes et des dépôts jaunes de soufre, ainsi que des schistes gréseux, puis des couches de grès très dur.

Les principaux fossiles trouvés dans ces couches sont: *Vivipara concinna*, *V. Michaeli*, *V. sphæroïdalis*, *Valvata piscinalis*, *Melanopsis acicularis*, *Congerina Porumbari*.

Les *couches à paludines* forment des collines plus élevées que les précédentes; au nord de Bucharest, elles s'étendent jusqu'aux environs du village de Lopatari. Elles comprennent des argiles, grises ou jaunes, des schistes marneux ou gréseux, des grès à grains fins, soit colorés en jaune par du soufre ou des sulfures, soit noircis par des imprégnations d'hydrocarbures. Mais ces couches sont tellement bouleversées qu'il est difficile d'en donner une échelle; selon le puits à pétrole où on

étudie une coupe de ces terrains, on obtient des résultats absolument différents.

Ce sont les couches à paludines qui contiennent surtout le pétrole; on a à peu près déterminé quatre horizons gréseux où il est souvent abondant; le quatrième niveau est le plus riche en gaz et en pétrole; lorsqu'un puits atteint cette couche, le liquide s'y élève quelquefois à une hauteur de plusieurs mètres.

Les fossiles, quoique rarement bien conservés, sont plus abondants que dans les couches à congéries; la faune comprend surtout les espèces suivantes: *Vivipara Sadleri*, *V. grandis*, *V. bifarcinata*, *Bithynia croatica*, *Melanopsis Sandbergeri*.

M. Cobalcescu y a découvert six nouvelles espèces de cardiums, intermédiaires entre le genre *Cardium* et le genre *Isocardia*. Il leur a donné le nom de genre *Psilodon*.

La formation argilo-salifère est à la base des couches à paludines; nous l'étudierons plus loin.

Région des sommets. — Elle est formée par des terrains éocènes et crétacés.

Les terrains éocènes, qui apparaissent au-dessous de la formation argilo-salifère, sont formés en général par des grès fins et des conglomérats; c'est l'étage du grès *carpathique*, très développé dans les vallées de la Dof-tana et de la Prahova, au nord de Campina. Ces couches sont contournées et très redressées.

Au-dessus de Slanic, on voit apparaître les couches à *ménilites*; leurs assises les plus élevées sont formées de bancs épais de grès fins et argileux, alternant avec des lits plus minces de schistes marneux, peu consistants. Ce grès, qui est jaunâtre, est remarquable par la présence sur les surfaces qui séparent ses strates, d'oxyde rouge de fer; on y a trouvé souvent des traces de pétrole.

Les terrains crétacés sont représentés, au nord de

Commarnicu, par des couches puissantes d'un grès qui appartient à l'étage de la craie moyenne, et dans lequel, d'après le géologue Paul, on a trouvé des restes d'ammonites. Plus au nord, dans la partie centrale de la chaîne, on a trouvé des couches de schistes marneux, bitumineux, ou de grès calcareux à fucoides, qu'on rapporte au néocomien.

Dans la partie occidentale de la Roumanie, on rencontre un peu de terrain oolithique, ainsi que quelques couches anthracifères, puis, dans l'axe de la chaîne, des terrains anciens, gneiss et micaschistes.

Étude spéciale de la formation argilo-salifère.

Cette formation apparaît partout sous le système des couches à paludines; elle est très puissante et fortement plissée, surtout dans sa partie méridionale; toutes ses couches sont plus ou moins imprégnées de gypse et de sel. On peut y distinguer deux niveaux distincts.

Le niveau inférieur, qui apparaît, par exemple, à Commarnicu, sur le bord de la faille qui sépare les terrains miocènes et éocènes, est formé de schistes argileux, verdâtres ou gris, surmontés d'un système de différents grès ou de schistes gréseux, un peu micacés; ces grès, à grains fins, sont naturellement assez compacts, mais ils se délitent rapidement à l'air; on y trouve souvent des cristaux de sel ou de gypse, ou des dépôts de soufre.

Quant au niveau supérieur, il se compose surtout d'argiles rougeâtres; on y trouve quelquefois de minces lits de grès intercalés. Ces couches, très contournées, disparaissent au sud sous les couches à paludines qui n'ont qu'un faible plongement; la formation de ces dernières couches semble donc postérieure au plissement des argiles.

Tous ces terrains sont très pauvres en fossiles. Le gypse y apparaît en plaquettes entre les strates, ou bien il forme des bancs assez importants; à Telega, par exemple, près de Campina, on voit affleurer un banc de gypse de 5 à 8 mètres de puissance dont de gros blocs ont roulé jusqu'au bord de la Doftana.

Quant au sel, on a constaté sa présence, sauf quelques interruptions, sur tout le pourtour des Carpathes de Roumanie, soit par des affleurements, soit par des sources salées; on trouve souvent aussi sur le sol des efflorescences salines; près de Lopatari, une falaise de 100 mètres de hauteur est tapissée de cristaux de sel, et les parois d'une grotte en sont entièrement couvertes.

Les gisements exploitables semblent être des amas de forme lenticulaire; ils sont en général recouverts par les argiles du niveau supérieur de la formation argilo-salifère. Leur puissance est énorme: on ne les a jamais traversés jusqu'ici, bien que d'anciens travaux aient atteint 200 mètres de profondeur dans le sel gemme.

Le mode de formation de ces gîtes de sel est encore fort problématique; la puissance des gisements où sont installées les salines a dispensé jusqu'ici de tous travaux de recherche. Les vides immenses produits par l'exploitation montrent seulement qu'on est en présence d'amas de très grandes dimensions en tous sens; mais on n'a déterminé la forme exacte d'aucun des gisements exploités; aucun sondage profond n'a été fait dans le sel.

Si on ne considère que la constance du niveau géologique auquel se trouvent leurs affleurements, il paraît difficile d'attribuer à ces gîtes une origine éruptive; mais cette hypothèse ne doit pas être définitivement écartée; les recherches effectuées sont trop incomplètes pour qu'on puisse affirmer que ces gisements sont interstratifiés dans les couches miocènes, et toutes les couches de la formation argilo-salifère ont certainement été plis-

sées et froissées par une influence éruptive de soulèvement.

En outre, certains géologues ont remarqué des alignements parmi les gîtes de sel de Valachie. D'après M. Draghiceanu, les points où des masses salines ont été reconnues se trouvent sur trois lignes principales: la première, au nord, passe par Slanic, Buzeu, Rymnik-Sarat; la deuxième par les Grandes-Salines, Campina, Telega, et la troisième par Tirgoviste et Baïcoi.

La composition du sel gemme de Roumanie est assez variable; à Slanic, il est d'une grande pureté; ailleurs, il est souvent mêlé à une certaine proportion d'argile, mais il est plus compact et moins friable qu'à Slanic. — Voici des analyses d'échantillons provenant des quatre salines:

	SLANIC		DOFTANA		TIRGU-OCNA		GRANDES-SALINES	
	Qualité supérieure.	Qualité ordinaire.	Qualité supérieure.	Qualité ordinaire.	Qualité supérieure.	Qualité ordinaire.	Qualité supérieure.	Qualité ordinaire.
Na Cl.	99,830	97,163	99,378	97,020	99,040	96,920	99,878	94,844
Mg Cl.	"	0,007	0,002	0,008	0,003	0,006	"	0,004
Ca O, SO ₃ .	0,013	1,536	0,234	0,745	0,375	1,159	0,046	0,924
Na O, SO ₃ .	"	0,277	0,310	0,965	0,484	0,536	"	2,329
H O.	0,089	0,162	0,074	0,106	0,089	0,120	0,074	0,118
Silice et argile.	"	0,359	"	1,140	"	1,246	"	1,739
	99,932	99,504	99,998	99,984	99,991	99,987	99,998	99,958

On y a trouvé, en outre, des traces de protoxyde de fer, de strontiane, de brome et d'hydrocarbures.

Le sel de qualité supérieure extrait à Slanic est très blanc, il est vendu pour la consommation; les autres qualités servent pour les salaisons, la nourriture des bestiaux et la culture de la vigne.

III. — MÉTHODES D'EXPLOITATION

Les salines de Roumanie ont été exploitées par deux méthodes principales.

Nous avons donné plus haut les principes de l'ancienne méthode, dite méthode des bouteilles; elle n'est plus appliquée nulle part. A Slanic et à Tirgu-Ocna, les anciennes exploitations sont en communication avec les nouvelles galeries (Pl. III, *fig.* 2 et 6), mais elles sont abandonnées. Dans les deux autres salines, les galeries actuelles sont éloignées des anciennes mines. A Tirgu-Ocna, la vieille mine A (Pl. III, *fig.* 5 et 6) a atteint en x l'extrémité du gîte de sel; on a construit en ce point un solide barrage pour éviter l'infiltration des eaux.

La nouvelle méthode d'exploitation utilise mieux le gîte que la précédente; elle consiste à exploiter le sel dans de grandes galeries se coupant à angle droit et laissant entre elles des piliers intacts. On trace d'abord des galeries de 3 mètres de largeur qui doivent former la partie supérieure des exploitations, puis on approfondit le sol de ces galeries en donnant aux parois latérales une inclinaison plus ou moins grande; la surface exploitée augmente ainsi constamment jusqu'à ce qu'on ait atteint la largeur voulue pour les grandes galeries; à partir de ce moment, les parois redeviennent verticales.

Les *fig.* 1 à 6 de la Pl. III et les *fig.* 1 et 2 de la Pl. IV donnent les plans et coupes des exploitations actuelles dans les quatre salines de Roumanie. Nous allons les passer en revue successivement.

Saline de Slanic (Pl. III, *fig.* 1 et 2). — Le plan général de l'exploitation de Slanic consiste, depuis 1870, en quatre grandes galeries, formant un vaste rectangle

dont les côtés sont en partie prolongés, ou pourront l'être plus tard selon les besoins de l'exploitation; deux des nouvelles galeries débouchent dans les anciennes mines *d'amont* B et *d'aval* C, qui communiquent aussi entre elles, mais qui sont abandonnées depuis plusieurs années.

Pour éviter les infiltrations, on n'a commencé l'exploitation qu'à une assez grande profondeur; le toit des galeries est à 40 mètres environ de la surface de séparation entre le sel et la couche superficielle de 12 mètres d'argile.

La partie supérieure des galeries (Pl. IV, *fig.* 3) est formée par un toit horizontal de 3 mètres de large, limité à deux parois verticales d'une hauteur de 3^m,50; dans celles-ci, à une distance de 2 mètres du toit, on a fixé un plancher pour permettre la circulation et la surveillance du toit de la galerie. Plus bas, les parois s'écartent, en ayant une inclinaison de 60°; la largeur définitive de la galerie doit être de 50 mètres; mais actuellement au niveau de l'exploitation, à 62 mètres au-dessous de la recette du puits d'extraction, la largeur des galeries n'est encore que de 24 mètres.

Pour ne pas compromettre la solidité du terrain, on ne prolonge pas les galeries jusqu'aux anciennes mines; c'est ainsi que la galerie I n'est exploitée que sur une partie de sa longueur; la galerie II et la galerie III sont exploitées en entier; mais celle-ci est limitée du côté nord par une paroi entièrement verticale; on n'a pas voulu s'étendre dans cette direction parce que le sel y présente de nombreuses fissures pouvant amener des infiltrations d'eau. Quant à la galerie IV, elle est seulement amorcée, et son exploitation a été complètement abandonnée depuis qu'on y a observé, en janvier 1885, un dégagement assez abondant de protocarbure d'hydrogène provenant des fissures du sel.

La mine communique avec l'extérieur par de nombreuses ouvertures; mais les quatre puits de la mine d'aval C, et trois puits de la mine d'amont B sont abandonnés. L'extraction se fait actuellement par le puits A qui est latéral à la grande galerie II; la descente des ouvriers a lieu par les escaliers du puits D de la mine d'amont; ils gagnent ensuite un puits D' creusé dans la masse du sel, qui descend jusqu'au niveau des galeries.

Saline de Doftana (Pl. III, fig. 3 et 4). — Avant l'année 1865, l'exploitation de la saline de Doftana avait lieu par l'ancienne méthode près du village de Telega, à 1.500 mètres environ de son emplacement actuel. A cette époque a commencé l'exploitation de la nouvelle mine par la méthode des grandes galeries.

La saline de Doftana se compose actuellement d'une grande galerie, dite galerie Charles, ayant 126 mètres de longueur, et d'une galerie perpendiculaire, la galerie Elisabeth, qui la rencontre en son milieu, et qui est exploitée sur une longueur de 75 mètres.

Cette seconde galerie a traversé une veine argileuse, qui avait 5 mètres d'épaisseur à la partie supérieure, mais qui n'a pas plus de 2 mètres au niveau actuel de l'exploitation. On peut donc espérer qu'elle finira par disparaître en profondeur.

Ces deux galeries sont en pleine exploitation; mais on est en train d'amorcer deux galeries perpendiculaires à la première, les galeries Rosetti et Bratiano, qui sont distantes entre elles de 83 mètres; l'exploitation doit être complétée plus tard par la galerie Cantacuzène, parallèle à la galerie Charles, et qui en sera distante de 125 mètres d'axe en axe.

La section des galeries est la même qu'à Slanic pour la partie supérieure; les parois sont inclinées à 60° dans la galerie Elisabeth, mais pour toutes les autres galeries,

l'inclinaison fixée est de 45°; la solidité plus grande de la roche permet d'avoir, à Doftana, des parois moins raides qu'à Slanic. Les galeries Charles et Elisabeth ont atteint leur largeur totale, qui est pour chacune d'elles de 50 et de 45 mètres; on continue à approfondir les galeries en maintenant leurs parois verticales.

Les galeries communiquent avec l'extérieur par deux puits A et B qui servent pour l'extraction, et par un puits à escaliers, situé en N, à l'extrémité de la galerie Charles, pour la circulation des ouvriers. Un quatrième puits D est en fonçage; il est destiné à remplacer les deux premiers pour l'extraction.

Saline de Tirgu-Ocna (Pl. III, fig. 5 et 6). — L'ouverture des nouvelles galeries de Tirgu-Ocna remonte à 1870; avant cette époque, on n'exploitait que deux salines de l'ancien système; l'une d'elles était formée par la réunion de deux mines C et D; l'autre A communiquait avec la précédente par un passage zz, et elle a été le point de départ de deux nouvelles galeries, les galeries Étienne-le-Grand et Candesco; ces quatre galeries, qui sont actuellement exploitées, doivent finalement laisser entre elles un pilier de 66 mètres sur 41^m,50.

La coupe des grandes galeries de Tirgu-Ocna se distingue des autres par la largeur du toit horizontal à la partie supérieure; elle varie de 10 mètres dans la galerie Étienne-le-Grand, à 16 mètres dans la galerie Charles, et ce toit est légèrement courbe; dans chaque galerie un double balcon a été installé à 3 mètres au-dessous du toit.

Aucune des galeries n'a encore atteint les parois verticales, sauf la galerie Charles, pour sa paroi ouest; on a cessé en effet d'élargir la galerie dans cette direction pour ne pas atteindre la limite du gîte, qui avait été déjà rencontrée dans la mine A.

L'extraction se fait par le puits double A; un puits B', muni d'un escalier, sert à la descente des ouvriers.

Les Grandes-Salines (Pl. IV, fig. 1 et 2). — Cette saline, malgré son nom, est la moins importante de toutes au point de vue de l'extraction. On lui donne peu de développement à cause de la mauvaise qualité de son sel; il est noirâtre, et contient beaucoup d'argile et de nodules de gypse.

L'exploitation a commencé à 40 mètres environ au-dessous de la surface.

On a d'abord exploité trois galeries, dirigées de l'est à l'ouest, et deux autres galeries nord-sud; ces cinq galeries laissaient entre elles deux piliers de soutènement; mais, craignant que ces piliers ne devinssent trop faibles pour une exploitation profonde, on a abandonné la galerie centrale est-ouest lorsque le sol des galeries était à 28 mètres au-dessous de leur toit; on n'exploite plus que les quatre autres galeries, qui laissent entre elles un pilier rectangulaire de 76 mètres sur 27.

La pente des parois inclinées est de 60°, mais l'exploitation a atteint depuis longtemps les parois verticales.

Deux puits servent à l'extraction, le puits Saint-Jean A, et le puits Saint-Nicolas B. Les ouvriers descendent au moyen d'escaliers par le puits C, et ensuite par le puits C'.

IV. — ABATAGE.

Jusque dans ces dernières années, l'abatage se faisait exclusivement à la main dans les salines de Roumanie; on vient d'installer, pour une partie de l'exploitation de Slanic, un nouveau système d'abatage qui se fait entièrement à la machine. Nous étudierons successivement ces deux procédés.

Abatage à la main.

L'abatage à la main, sauf quelques variantes peu importantes, se fait d'une façon uniforme dans toutes les salines.

Prenons comme exemple la saline de Slanic; le sol de la galerie est disposé en gradins (Pl. IV, fig. 4), dont la surface supérieure, légèrement inclinée en général, dépend de la direction du clivage du sel.

Les ouvriers piqueurs sont munis d'un pic en acier, pesant 3^k,5, et terminé d'un côté par une pointe, de l'autre par un tranchant de 0^m,08; le manche a 30 à 40 centimètres de longueur. Avec la pointe du pic, ils pratiquent trois havages *a*, *b*, *c*, qui circonscrivent un bloc dont le quatrième côté est formé par le bord du gradin; ce bloc a 30 centimètres environ de largeur et de 2 à 4 mètres de longueur; son tracé est indiqué par le maître mineur, selon le nombre d'ouvriers dont il dispose.

Quand ces havages ont atteint 30 centimètres au moins de profondeur, une équipe d'ouvriers armés de pics à pointe mousse pesant 2^k,5 et ayant un manche de 0^m,65, vient se ranger le long du bord du gradin; ils frappent ensemble en *d*, à la base du bloc à détacher; celui-ci est ainsi attaqué en des points très nombreux, espacés de 8 à 10 centimètres seulement. Après chaque coup de pic, les ouvriers se déplacent tous ensemble latéralement de la distance qui existe entre deux trous; l'équipe se déplace ainsi alternativement d'un bout à l'autre du bloc.

Ces coups répétés ont pour but de désagréger le sel à la base du gradin et de commencer la séparation du bloc et de la roche; l'oreille exercée des ouvriers reconnaît facilement, au son que rend le bloc, le moment où ce résultat est atteint.

Les deux premiers piqueurs, qui ont fait les havages,

viennent alors creuser au pic à la base du gradin deux trous inclinés, où ils introduisent de forts coins en fer; ils achèvent de séparer le bloc en laissant tomber plusieurs fois sur ces coins un boulet de fonte de 60 kilogrammes; on soulève ensuite le bloc et on le déplace à l'aide de grands leviers en bois; on le détaille enfin avec le tranchant du pic en morceaux qui doivent être à peu près cubiques et de 30 centimètres environ de côté; mais on n'obtient que des morceaux fort irréguliers.

Dans les autres salines, la méthode d'abatage à la main est la même qu'à Slanic, mais le sel y étant moins friable, on abat en général des blocs de plus grande taille; leur longueur varie de 2 à 6 mètres, et leur largeur atteint souvent un mètre. En outre, pour détacher le bloc en frappant sur les coins en fer, les mineurs se servent de boulets plus lourds, de 90 kilogrammes, maniés par deux hommes.

Après l'enlèvement du sel abattu, des ouvriers spéciaux aplanissent le sol à l'endroit où se trouvait le bloc.

Avec cette méthode d'abatage les ouvriers sont payés à la tâche; on ne leur paie que le sel abattu en blocs, sans tenir compte du menu. Le prix fixé est de 0^f,16 par 100 kilogrammes, quand les ouvriers n'ont pas à payer l'éclairage qui est fait alors à l'électricité, et de 0^f,18 quand ils doivent entretenir eux-mêmes leurs lampes.

Le dressage des parois des galeries est fait à la main par des ouvriers spéciaux, et leur est payé 0^f,50 par mètre carré.

Mais la méthode d'abatage que nous venons de décrire ne peut s'appliquer pour la galerie de traçage, de 3 mètres en général de largeur, par laquelle on commence la partie supérieure des galeries; on opère alors de la façon suivante (Pl. IV, *fig.* 5).

On commence par creuser, dans l'axe de la galerie, un havage *a* de 30 centimètres de large, puis deux autres

de chaque côté larges de 20 centimètres et distants de 30; en abattant le sel à coups de pics, entre ces havages, on obtient un avancement de 0^m,25 sur une largeur de 2^m,30; quelques mètres en arrière, en *b*, *b*, deux autres ouvriers abattent encore 30 centimètres de sel de chaque côté de la galerie qui atteint ainsi 2^m,90; enfin des ouvriers spéciaux viennent parementer avec soin le toit et les parois. A partir de ce moment, l'abatage se fait uniquement sur le sol de la galerie, d'après la méthode indiquée ci-dessus.

Mais ce mode de percement des galeries de traçage est très lent et fort coûteux; à Doftana, par exemple, où on le pratique actuellement pour les nouvelles galeries en préparation, les frais d'abatage reviennent à 0^f,50 pour 100 kilogrammes de sel, dont la plus grande partie est formée de menu.

Pour obvier à ces inconvénients, on a essayé l'emploi d'un explosif, dit haloxyline, pour le percement de ces galeries; bien que les résultats obtenus ainsi fussent avantageux au point de vue économique, on a renoncé cependant à ce procédé qui ébranle trop la masse de sel et peut produire des fissures dangereuses au toit des galeries. En outre, à Tirgu-Ocna, en 1873, un coup de mine chargé d'haloxyline a provoqué un dégagement de protocarbure d'hydrogène, et produit une violente explosion qui a brûlé deux ouvriers et en a blessé plusieurs autres.

Quant à la méthode normale d'abatage à la main sur le sol des galeries, elle présente plusieurs inconvénients auxquels on a voulu remédier par l'introduction d'un système d'abatage mécanique; elle fournit, en effet, des morceaux très irréguliers; le bloc se brise souvent en plusieurs fragments au moment où on le détache de la roche; en outre on produit soit dans les havages, soit dans la division du gros bloc, une grande quantité de

menu, de sorte qu'on n'extrait en morceaux un peu volumineux que 75 p. 100 environ du sel abattu. Ces inconvénients existent surtout pour la saline de Slanic, où le sel est plus friable qu'ailleurs, et où les blocs obtenus sont toujours fort irréguliers. Pour l'exportation en particulier, on préfère le sel taillé en blocs parallélipipédiques, aussi réguliers que possible et d'un poids sensiblement uniforme; or, une grande partie du sel de Slanic est destiné à l'exploration.

C'est pour ces raisons qu'on a cherché à remplacer l'abatage à la main par l'abatage mécanique, et qu'on a installé d'abord le nouveau système à la saline de Slanic, où il fonctionne actuellement dans toute l'étendue de la grande galerie II (Pl. III, *fig. 2*).

Abatage mécanique.

Ce mode d'abatage, qui se fait entièrement à la machine, découpe le sel en blocs parfaitement cubiques de 0^m,30 de côté; il ne fonctionne dans son ensemble que depuis un an environ, et les ingénieurs de la mine de Slanic se déclarent très satisfaits des résultats obtenus; c'est certainement la partie la plus intéressante de l'exploitation du sel en Roumanie.

Les *haveuses mécaniques* employées à Slanic ont été construites par la maison Franz Reska, de Prague; celle-ci avait déjà fabriqué en 1876 pour les charbonnages de la Kaiser-Ferdinand-Nordbahn, à Mährisch-Osttrau, une machine analogue fonctionnant dans une couche de 0^m,70, et pour les salines de Wieliczka une autre machine du même genre, ainsi qu'un certain nombre de *haveuses* plus simples, mues à la main (*).

(*) Ces différentes *haveuses mécaniques* ont été décrites dans l'*Österreichische Zeitschrift für Berg und Hüttenwesen*, années 1877 et 1879.

Dans la grande galerie II de Slanic, le sol a été une fois pour toutes taillé en gradins horizontaux (Pl. IV, *fig. 6*) parallèles à la longueur de la galerie; et, par suite du travail des machines, il se retrouve dans le même état après chaque série d'opérations; chaque gradin a 0^m,080 de haut et 0^m,632 de large; le premier gradin doit seul avoir 0^m,40 de hauteur; entre ce gradin et la paroi de la galerie, l'abatage se fait toujours à la main.

Au mois de juin 1884, on a d'abord installé à Slanic deux *haveuses mécaniques*; le travail se faisait alors de la façon suivante :

Une première *haveuse mécanique* pratiquait successivement deux havages *cd* et *ab* (*fig. 7*), de 0^m,016 de large et de 0^m,32 de profondeur; la seconde *haveuse* par un trait de scie horizontal *ed*, détachait un premier prisme dont la section était un carré de 0^m,30 de côté et dont la longueur était celle de la galerie, soit 180 mètres. On brisait alors ce prisme à coups de pic en blocs sensiblement cubiques, dont le poids variait de 55 à 60 kilogrammes. La seconde *haveuse*, en revenant sur ses pas, détachait par un second havage horizontal *db* un second prisme *abcd* qu'on débitait comme le premier.

Cette manière d'opérer avait le défaut de donner des blocs assez irréguliers et de produire encore beaucoup de menu; ces inconvénients ont disparu maintenant par l'installation, au mois de mars 1885, d'une troisième *haveuse mécanique*, chargée de pratiquer des havages transversaux, perpendiculaires aux axes des prismes dont nous parlions ci-dessus et distants de 0^m,30; ainsi on fait faire préalablement par une machine le travail de division qui se faisait autrefois au pic. En opérant ensuite comme ci-dessus avec les deux premières *haveuses*, on détache non plus un prisme, mais une série de cubes de 0^m,30.

Cette troisième *haveuse* pratiquant deux havages à la

fois, nous la désignerons sous le nom de haveuse double, et nous appellerons les deux autres haveuse verticale simple et haveuse horizontale.

Nous décrirons successivement, dans l'ordre où on les fait agir, chacune de ces machines et le travail qu'elle effectue.

1° *Haveuse double*. — On commence par poser transversalement sur les gradins dont nous avons parlé plus haut, deux séries de longrines en bois (Pl. IV, *fig.* 8 et 9), sur lesquelles sont fixés des rails de manière à former une voie de 0^m,665 de large, qui est inclinée de 8° environ; sur cette voie circule la haveuse; celle-ci porte de chaque côté une roue verticale de 1^m,10 de diamètre, qui est armée sur sa circonférence de vingt-quatre burins en acier.

Ces deux scies circulaires dont les plans médians sont distants de 1^m,264, pratiquent à la fois deux havages verticaux, profonds de 0^m,40, qui laissent entre eux la place de 4 cubes de 0^m,30; elles sont formées, comme celles des autres haveuses, d'une plaque de tôle circulaire sur laquelle vient s'appliquer une plaque annulaire de même diamètre extérieur; entre ces deux feuilles, vissées l'une contre l'autre, sont pris les burins en acier (Pl. IV, *fig.* 10); ceux-ci, longs de 0^m,12 et larges de 0^m,025, sont alternativement de trois formes différentes (*fig.* 11): ils sont droits, ou recourbés en dehors ou en dedans, quand on les regarde dans le plan de la roue qui les porte; une fois par jour on les remplace, et on les reporte à la forge; dans le courant de la journée on les aiguise de temps en temps d'un coup de lime.

Les deux scies sont portées sur le même arbre auquel se transmet, par une série d'engrenages, le mouvement d'une machine horizontale à air comprimé, à deux cylindres; les pistons ont 0^m,16 de diamètre et 0^m,30 de

course. La vitesse de rotation des scies dépend de la dureté du sel; dans les conditions ordinaires, cette vitesse est de 15 tours par minute; l'excentrique, commandé par les pistons, fait alors 120 tours dans le même temps.

Toutes ces parties de la machine sont portées sur un chariot à quatre roues, qui a un mouvement de translation quand la machine fonctionne: par un système analogue à celui des bateaux toueurs, il avance en agissant sur une chaîne fixée aux deux extrémités de la voie; la vitesse de translation est de 15 mètres par heure.

Cette haveuse double ne fonctionne que dans le sens où elle monte sur les gradins; après chaque course, il faut déplacer la voie pour faire les havages suivants; ces changements se font facilement du reste, car les rails sont réunis entre eux par des traverses en fer, et la voie se décompose en fragments de 5 à 6 mètres de longueur. On déplace d'abord la partie inférieure de la voie, on y fait passer la machine à l'aide de courbes mobiles de raccordement construites une fois pour toutes, puis on déplace la partie supérieure. Les deux scies laissant entre elles l'épaisseur de quatre blocs, on doit déplacer la voie trois fois de suite de l'épaisseur d'un bloc, puis une fois de l'épaisseur de cinq blocs, et ainsi de suite. En tenant compte de la dimension des blocs et des traits de havage, on voit que ces déplacements sont respectivement de 0^m,316 et de 1^m,58.

Le rapport du temps employé aux havages, à celui qui est consacré aux opérations accessoires (transport des machines, déplacement des voies, graissage, changement et aiguisage des burins), est à peu près celui de 4 à 1.

2° *Haveuse verticale simple*. — Cette machine, ainsi que la suivante, diffère peu de la haveuse double au point

de vue du mécanisme moteur, mais elles portent chacune une seule scie de havage.

Le moteur à air comprimé est double; la course des pistons est encore de 0^m,30, mais leur diamètre n'est que de 0^m,150; ils peuvent donner de 120 à 150 coups doubles par minute; en général, la vitesse se rapproche de ce dernier chiffre, et les roues à burins font alors 18 tours par minute. Celles-ci ont 0^m,90 de diamètre, et la profondeur des traits de havage est de 0^m,32 environ. La vitesse de translation est ici un peu plus rapide que pour la haveuse double; elle est de 20 mètres par heure.

La haveuse verticale simple (Pl. IV, *fig. 12 et 13*) porte une scie verticale placée latéralement; cette scie peut, par un déplacement parallèle à son axe, occuper deux positions distantes de 0^m,316.

On dispose successivement sur chaque gradin une voie de 0^m,665 (*fig. 13*): l'une des extrémités des traverses est posée directement sur le sel, l'autre sur des longrines de 0^m,08 de hauteur. La machine, parcourant la galerie d'un bout à l'autre, pratique d'abord le havage *ab*; puis on met la scie dans sa seconde position, et la haveuse, parcourant une seconde fois la galerie en sens inverse, effectue le second havage *cd*. On place alors la voie sur le gradin suivant, le changement de voie se faisant comme toujours par des courbes mobiles de raccordement, et on recommence de même.

3° *Haveuse horizontale*. — Après l'action des deux machines précédentes, les cubes de sel ne sont plus fixés à la roche que par leur base; le travail de la troisième haveuse consiste à les en détacher (P. IV, *fig. 14*).

Cette haveuse horizontale diffère de la précédente en ce que la scie qu'elle porte est horizontale au lieu d'être verticale; supposons qu'on en soit arrivé au gradin ABCD, on dispose la voie ferrée comme l'indique la figure 15,

et la machine, circulant sur cette voie pratique le havage AF, qui est à 0^m,02 au-dessus du rail; celui-ci, avec sa traverse, ayant 0^m,06 d'épaisseur, le trait de scie AF sera à 0^m,08 au-dessus du gradin précédent.

Pour empêcher que le cube détaché AFED ne tombe sur la scie, on l'attache à la rangée suivante à l'aide de brides en fer à crochets et de coins fortement poussés dans la rainure EF (*fig. 15*).

Après avoir enlevé les cubes de la première rangée AFED, on déplace l'axe vertical de la scie de 0^m,316 vers la nouvelle paroi à attaquer (*fig. 16*), et la machine, revenant sur ses pas, creuse une seconde rainure FB; on attache pour cette opération la seconde rangée de cubes avec la première rangée du gradin suivant par des brides coudées à crochets et des coins.

Ce procédé d'abatage fournit des blocs d'un poids sensiblement constant, de 60 à 61 kilogrammes. La haveuse double travaille transversalement sur la moitié de la longueur de la galerie, pendant que les deux autres travaillent sur l'autre moitié.

L'air comprimé est fourni par un compresseur installé au jour; celui-ci, construit également par M. Franz Reska, de Prague, est d'un système analogue aux compresseurs Sommeiller; le diamètre du piston est de 0^m,46, sa course de 0^m,65; il est mené plus vite qu'on ne le fait d'ordinaire pour des compresseurs de ce genre (35 coups doubles par minute), et il fournit de l'air à 2^{atm},5; il est mis en mouvement par une machine à vapeur de 28 chevaux.

À sa sortie du compresseur, dont le rendement est de 60 p. 100 environ, l'air passe d'abord dans un réservoir de 5^{mc},5 où il s'égoutte; puis, par une conduite qui descend contre une des parois du puits d'extraction, il est amené jusqu'à la galerie d'exploitation; là, il est distribué par une conduite horizontale qui, fixée à une des

parois, règne sur toute la longueur de cette galerie. De distance en distance partent de cette conduite quatre tubes en caoutchouc, munis de robinets et pouvant se raccorder aux machines; l'air employé par celles-ci a une pression de 2 atmosphères.

Le nombre des ouvriers employés à l'abatage mécanique est de 8, dont 2 pour le compresseur et ses chaudières, et 6 au fond de la mine pour la conduite des haveuses, le déplacement des voies, etc.; ils gagnent au maximum 2 francs par jour.

Le prix de revient de l'abatage mécanique pour huit heures de travail continu, sans tenir compte de l'amortissement des machines, s'établit de la façon suivante :

	francs
8 ouvriers aux haveuses et au compresseur. . . .	13,50
Abatage à la main au-dessous du premier gradin. . .	2,00
Combustible (bois).	31,50
Fournitures diverses	8,50
Réparation et aiguisage des burins.	1,50
Total.	57,00

Comme pendant ce temps on abat environ 30 tonnes de sel en blocs cubiques, on voit qu'en comptant le menu pour rien, les frais d'abatage reviennent à 0^f,19 pour 100 kilogrammes de sel en blocs.

Le prix des haveuses et du compresseur avec leurs divers accessoires a atteint 90.000 francs; en tenant compte de l'amortissement de cette somme, on arrive à 0^f,27 pour les frais d'abatage de 100 kilogrammes de sel en blocs.

Nous avons vu que ces frais sont de 0^f,16 seulement avec l'abatage à la main; il est vrai que ce dernier chiffre ne contient pas l'entretien des outils ni les fournitures diverses.

Ce nouveau mode d'abatage mécanique ne peut être comparé qu'au système analogue employé à Wieliczka,

bien que, dans cette dernière saline, les haveuses ne fassent qu'une partie de l'abatage du sel. En outre, à Wieliczka, c'est une seule et même machine qui fait les différents havages, horizontaux ou verticaux : cette disposition est nécessaire, parce qu'on opère dans des espaces restreints, et qu'on ne pourrait changer fréquemment les machines pour faire les différents havages; mais elle n'aurait plus de raison d'être à Slanic, où on travaille dans de grands espaces. Les trois haveuses peuvent en effet fonctionner simultanément, et, si elles avaient été munies de scies à plan variable, on n'aurait pas abattu plus de sel avec le même nombre de machines. La disposition employée à Wieliczka est, du reste, plus coûteuse d'entretien et plus difficile à manipuler. Enfin, ces machines s'appliquent mieux à Slanic qu'en Galicie, où la présence du sable dans le sel rend le havage mécanique plus long et plus cher.

Si nous comparons maintenant l'abatage mécanique à l'abatage à la main, nous verrons que le premier présente de nombreux avantages sur le second : il fournit d'abord des blocs parfaitement réguliers et d'un poids sensiblement constant; quant aux frais d'abatage du sel en blocs, ils sont, il est vrai, plus élevés avec l'abatage mécanique, surtout si on tient compte de l'amortissement des machines. Mais cette augmentation est peu importante en présence de l'écart considérable qui existe entre le prix de revient et le prix de vente; elle est du reste compensée par d'autres avantages. L'abatage mécanique, en effet, fournit 16 p. 100 seulement de menu, tandis que l'abatage à la main en donne 25 p. 100 : cet avantage est surtout appréciable en Roumanie, où l'exportation et l'agriculture, qui consomment la plus grande partie du sel, réclament du sel en blocs, de préférence au menu. En outre, tandis que le menu fourni par l'ancien système est un mélange de poussières et de fragments plus ou moins

gros, celui de l'abatage mécanique est assez fin et assez uniforme pour être immédiatement mis en sacs, et vendu tel quel, sans passer par le moulin.

L'emploi des machines permet une grande réduction dans le personnel ouvrier, dont le manque commençait à se faire sentir à Slanic. En effet, nous avons vu que 8 ouvriers produisent par jour 30 tonnes de sel; il faudrait 30 ouvriers piqueurs pour abattre à la main la même quantité de sel dans le même temps : cette diminution du personnel nécessaire donne une grande sécurité contre les grèves qui se produisaient quelquefois à Slanic.

Malgré ces avantages, la nécessité d'occuper un certain nombre de forçats oblige à conserver encore l'abatage à la main pour une grande partie de l'exploitation.

Comme inconvénient du système des haveuses, le plus sérieux semble être celui de produire relativement peu de sel pour une grande surface exploitée; ainsi l'abatage mécanique occupe plus des deux tiers de la surface de la mine, et il ne produit par jour que 30 tonnes sur une production totale de 70 environ. En outre, ce travail exige des ouvriers adroits et expérimentés; la pose et le déplacement des voies, par exemple, dont dépend la régularité du travail, doivent être faits avec une exactitude parfaite.

V. — EXTRACTION ET TRANSPORTS.

A l'intérieur des salines, le transport du sel se faisait autrefois à dos d'homme; ce mode de transport n'existe plus qu'aux Grandes-Salines.

A Doftana et à Tirgu-Ocna, les blocs sont chargés sur des plateformes en bois, posées sur des chariots à quatre roues; des voies ferrées (*hh*, Pl. III, *fig.* 4 et 6) amènent ces chariots au-dessous des puits d'extraction.

A Slanic, le roulage se fait à l'aide de wagonnets en bois, à roues de fonte; ils sont formés d'une plate-forme ayant 1^m,70 de long et 0^m,90 de large; les petits côtés du wagonnet sont seuls munis d'une paroi de 0^m,80 de haut. Le poids mort est de 300 kilogrammes, et on charge sur chaque wagonnet environ 900 kilogrammes de sel. Deux voies creusées à la main le long des deux parois de la galerie II (*mm*, Pl. III, *fig.* 2, et Pl. IV, *fig.* 6), et une voie perpendiculaire allant au puits d'extraction servent au roulage : tous les dix-huit mois seulement, on doit refaire ces voies; on les approfondit alors de 1^m,50 environ.

Quant au mode d'extraction, on lui a apporté en Roumanie des perfectionnements successifs.

Le système le plus ancien est encore employé aux Grandes-Salines. Il consiste en un grand filet, dans lequel les ouvriers viennent décharger le sel qu'ils portent sur leurs épaules; ce filet est ensuite attaché à un câble d'extraction en chanvre. Les puits qui débouchent dans la partie haute des galeries sont formés chacun de deux compartiments, de 2 mètres sur 2, et ceux-ci sont fermés à la partie supérieure par des portes à deux battants entre lesquelles passe le câble.

L'extraction se fait par des manèges à chevaux; les deux brins du câble, après avoir passé sur les molettes, s'enroulent sur un tambour vertical de 4 mètres de diamètre et de 3 mètres de hauteur; quatre barres d'attelage, pouvant recevoir chacune deux chevaux, sont reliées à l'axe du tambour. On attèle à chacun des manèges 6 ou 8 chevaux selon leur force; à chaque opération, on extrait un poids utile d'une tonne en moyenne. Mais ces chevaux se fatiguent assez vite; il faut les changer toutes les vingt opérations environ. Les chevaux travaillent ainsi de 2 heures à 2 heures et demie, le manège ne fonctionnant que toutes les 6 ou 7 minutes.

On pourrait extraire ainsi jusqu'à 80 tonnes par jour. La profondeur d'extraction est actuellement de 85 mètres pour le puits Saint-Nicolas, et de 87 mètres pour le puits Saint-Jean.

A Doftana et à Tirgu-Ocna, l'extraction se fait par des manèges, dans les mêmes conditions qu'aux Grandes-Salines; mais on ne se sert plus de filets. Les chariots dont nous avons parlé plus haut sont amenés au-dessous de l'orifice du puits d'extraction; la plate-forme posée sur ces chariots est accrochée par quatre chaînes au câble d'extraction; après l'avoir amenée au jour, on la dépose sur un chariot semblable à ceux du fond, et on la détache du câble.

La profondeur d'extraction est de 84 mètres à Tirgu-Ocna, et de 71 et 80 mètres pour les deux puits de Doftana.

Dans ces trois premières salines, l'extraction du sel menu se fait dans de grandes bennes en bois, contenant environ 900 kilogrammes de sel.

Mais ce système d'extraction un peu primitif a l'inconvénient d'être fort coûteux, à cause de la grande quantité de chevaux qu'il nécessite; en outre, il rend très difficile l'établissement d'un guidage; aussi tend-on à l'abandonner et à avoir des puits d'extraction placés sur le côté des galeries, avec une machine d'extraction à vapeur.

On a cependant essayé d'établir à Tirgu-Ocna une machine d'extraction pour le puits C (Pl. III, *fig. 6*) d'une des vieilles mines. On avait construit, pour guider les cages, une charpente en fer de 60 mètres de hauteur, qui avait coûté 20,000 francs; mais celle-ci présenta bientôt des déviations notables, qui firent craindre pour sa solidité. Ce système fut abandonné à la suite de l'inondation de la mine, en 1881. On a le projet de creuser un nouveau puits dans le massif central de la saline, pour y réinstaller la machine d'extraction.

A Doftana, on fonce actuellement un nouveau puits, qui doit aboutir contre une des parois de la galerie Charles (D, Pl. III, *fig. 4*). Ce puits, qui est foncé à la main, sera partagé en trois compartiments de 2 mètres sur 1^m,50, dont deux serviront pour l'extraction, et le troisième pour la descenderie et l'épuisement.

A Slanic, le système d'extraction à vapeur fonctionne déjà depuis plusieurs années; il était du reste particulièrement nécessaire à cette saline, où l'extraction se faisait par un des puits B de la mine d'amont (Pl. III, *fig. 2*), beaucoup plus profonde que les nouvelles galeries. On jetait alors tous les blocs de sel au fond de cette ancienne mine, où des ouvriers les chargeaient dans des filets; mais ce procédé brisait souvent les blocs et causait de nombreux accidents. On n'y remédia qu'imparfaitement, en construisant au milieu de la mine d'amont un pont suspendu par des câbles, sur lequel on amenait le sel, et d'où se faisait l'extraction.

Au mois de juillet 1878, les manèges ayant besoin d'importantes réparations, on se décida à les abandonner, pour adopter l'extraction par machine à vapeur.

Le nouveau puits d'extraction, représenté en A, est creusé dans le massif central de la mine; il a une section de 3^m,15 sur 2 mètres, et il est divisé en deux compartiments de 2 mètres sur 1^m,50. A partir du niveau du toit des galeries, il n'a plus que trois parois; par son quatrième côté, il communique avec une galerie transversale qui rejoint la galerie II. Sa profondeur actuelle est de 70 mètres; l'extraction a lieu à une profondeur de 62 mètres.

Les cages, en tôle et munies de parachutes à griffes, reçoivent chacune un seul wagonnet; elles sont guidées par deux mains-courantes en fer, s'emboîtant dans deux guidages en bois. Les câbles, plats, en aloès, ont une section de 0^m,150 sur 0^m,025.

La machine d'extraction, construite à Seraing, fonctionne depuis le 5 février 1881 ; elle extrait un poids utile de 900 kilogrammes, avec une vitesse de 3 à 4 mètres par seconde ; elle développe donc une force de 42 chevaux environ. Ses chaudières sont chauffées au bois, comme toutes celles de la mine, car le charbon est très cher en Roumanie ; le bois au contraire, qui vient des environs des salines, est relativement bon marché : on compte qu'on dépense trois fois plus de bois, en poids, qu'il ne faudrait de charbon.

La pompe alimentaire, mise en mouvement par une petite machine à vapeur spéciale, envoie d'abord l'eau d'alimentation dans un réchauffeur tubulaire vertical, chauffé par la vapeur d'échappement.

Cette machine d'extraction, qui avec tous ses accessoires a coûté 95,000 francs, pourrait extraire 25 à 30 tonnes par heure (au lieu de 8 avec un manège) ; elle a permis d'effectuer d'importantes économies : les fourrages seuls nécessaires aux chevaux des manèges coûtaient de 20 à 25,000 francs par an, tandis que le combustible de la machine revient à 6,000 francs seulement.

Le transport du sel à la surface se fait dans chaque saline de la même façon qu'au fond de la mine ; il a lieu en général par des plans inclinés automoteurs qui relient la recette avec les magasins, et le moulin s'il y a lieu. A Doftana et aux Grandes-Salines, le sel de mauvaise qualité est jeté dans les environs du puits d'extraction ; à Slanic et à Tirgu-Ocna, on le rejette dans les anciennes mines.

Un mode de transport spécial existe à Tirgu-Ocna : c'est le chemin de fer aérien, qui relie la saline à la gare, et qui a 2.300 mètres de longueur. Les deux câbles porteurs, de 0^m,031 de diamètre, reposent, tous les 160 mètres environ, sur des potences en bois ; le câble moteur,

qui est un câble sans fin de 0^m,018 de diamètre, est mis en mouvement par une machine à vapeur de cinq chevaux ; tous ces câbles sont en acier. Les wagonnets, en tôle, pèsent 140 kilogrammes, et sont chargés de 200 kilogrammes de sel environ ; on les espace de 90 mètres sur les câbles. On peut transporter ainsi par jour 90 tonnes, pour lesquelles les frais de transport reviennent à 32 centimes par tonne.

Dans toutes les salines, les frais d'extraction et de transport à l'intérieur et à la surface sont payés en bloc : on paie aux ouvriers 40 centimes par tonne de sel extraite et mise en magasin, sauf à Slanic où le travail est plus simple, et où le prix fixé est de 27 centimes seulement.

VI. — SERVICES DIVERS.

Aérage. — L'aérage se fait naturellement dans toutes les salines de Roumanie. Comme nous l'avons dit, le voisinage de gîtes pétrolifères a provoqué plusieurs fois l'irruption d'hydrogène protocarboné dans les mines à travers les fissures du sel, et a même causé quelques explosions ; mais ces dégagements étant très rares, on n'a pas jugé nécessaire de prendre des précautions spéciales pour l'aérage.

Les salines communiquent du reste avec l'extérieur par de nombreuses ouvertures, et l'atmosphère y est en général excellente ; la température y varie de 10 à 15 degrés centigrades.

Épuisement. — On a dû au contraire prendre de nombreuses précautions contre les eaux ; il est arrivé souvent en effet que les eaux souterraines et surtout les eaux superficielles, ayant pénétré jusqu'à la surface du gîte et dissous une certaine quantité de sel, provoquaient

des affaissements à la surface, ou envahissaient la mine. C'est pour éviter ces accidents qu'on a cuvelé tous les puits, et qu'on a fait de nombreux travaux pour recueillir et épuiser les eaux. Ces travaux consistent en petits puits soit isolés, soit plus souvent réunis entre eux par des galeries ou tranchées de drainage; celles-ci, généralement à parois verticales, sont creusées dans l'argile superficielle, sans jamais atteindre le sel. Elles ont à Slanic, par exemple, un mètre de largeur. En maintenant leurs parois à l'aide de traverses, on a construit au fond un caniveau de 40 centimètres sur 40, en pierre, recouvert de dalles; puis on a rempli la tranchée de grosses pierres qui permettent aux eaux de se réunir dans le caniveau inférieur. Les galeries de drainage débouchent soit dans les petits puits, soit à la surface à quelque distance.

On arrive ainsi à recueillir la plus grande partie des eaux superficielles autour des puits des salines, ou même à capter certaines sources; l'eau recueillie dans les petits puits est épuisée à l'aide de pompes à bras ou avec un manège fixe.

On a quelquefois en outre pavé et cimenté le sol aux environs des orifices des salines.

L'accident le plus important que les eaux aient causé est celui qui est arrivé le 8 août 1881 à la mine de Tirgu-Ocna : une venue soudaine d'eau, évaluée à 80.000 mètres cubes, envahit les mines anciennes et les inonda complètement ainsi qu'une partie des nouvelles galeries; cette grande quantité d'eau s'était accumulée dans un groupe voisin de vieilles mines, abandonnées depuis longtemps; on fut obligée d'arrêter l'exploitation pendant plus de dix-huit mois. On y installa une puissante pompe à vapeur qui coûta plus de 60.000 francs et qui dut fonctionner pendant dix mois pour épuiser la mine; ce n'est qu'au mois de mars 1883

que la saline de Tirgu-Ocna fut rendue à l'exploitation.

Le peu de solidité de l'argile, qui forme la surface du sol dans toutes les salines, a nécessité aussi de nombreux travaux pour protéger les installations de la surface. Outre les travaux d'assèchement dont nous avons parlé plus haut, on a dû faire des travaux considérables de terrassements et construire des murs de soutènement pour éviter les mouvements du sol aux environs des puits et des bâtiments. A Tirgu-Ocna, en particulier, où il y a 36 mètres d'argile au-dessus du sel, le glissement du terrain, dont la pente est assez raide en cet endroit, aurait pu produire une déviation dans le nouveau puits d'extraction projeté; on a dû déblayer un grand espace pour aplanir le terrain et le rendre suffisamment ferme. Les 200.000 mètres cubes de terre provenant de ces terrassements, ont été rejetés dans les mines C et D (Pl. III, *fig. 6*), et dans les anciennes mines qui avaient amené l'inondation de 1881; on les a ainsi comblées sur une hauteur de 30 mètres de manière à fermer toute communication avec l'exploitation actuelle. Ces travaux, dont les dépenses se sont élevées à plus de 70.000 francs, ont été terminés au mois de septembre 1885.

Éclairage. — Toutes les salines de Roumanie, sauf celle de Slanic, sont encore éclairées d'une manière assez primitive, au pétrole et au suif. Les ouvriers sont munis d'une sorte de têt en terre, où on place simplement un morceau de suif et une mèche; un crochet permet au mineur de fixer cette lampe près de l'endroit où il travaille. En outre, des lampes à pétrole fixes éclairent les voies de transport du sel; ce système d'éclairage, fort imparfait, a en outre l'inconvénient de vicier l'atmosphère de la mine.

Depuis le mois de mars 1883, la mine de Slanic est éclairée à la lumière électrique; les grandes galeries

d'exploitation se prêtent particulièrement à ce mode d'éclairage; on l'emploie également dans plusieurs exploitations analogues de Transylvanie, à Maros Ujvar par exemple.

Les machines électriques proviennent de la maison Siemens et Halske, de Berlin; une première machine génératrice à courants continus (modèle D₆), fait 1.200 tours à la minute; le courant produit sert de courant inducteur pour une machine à courants alternatifs (modèle W₂) faisant 620 tours à la minute. Ces deux machines sont mises en mouvement par une locomobile de la force de 10 chevaux; sur ce nombre, 8 seulement sont consommés par les machines électriques; le surplus est utilisé pour mettre en mouvement une scie circulaire qui débite le bois destiné aux chaudières.

Mais cet emploi de la locomobile pour le sciage du bois, qui est un travail essentiellement intermittent, a un grave inconvénient; car il en résulte que l'effort exercé par elle sur les machines électriques est variable; par suite la lumière des lampes manque de fixité, et est souvent intermittente.

Douze lampes à arc voltaïque, ayant chacune un pouvoir éclairant de 350 bougies, suffisent à éclairer toute la mine. Les supports, munis de commutateurs qui permettent d'isoler chaque lampe du circuit, sont des colonnes en fonte de 5 mètres, mobiles autour d'un axe horizontal pour qu'on puisse abaisser les lampes et changer les charbons. Ceux-ci ont 0^m,01 de diamètre, et 0^m,20 de long; chaque lampe en consomme une paire, soit une longueur totale de 0^m,40, en 4 heures environ; ils reviennent à 1^f,48 le mètre courant. Enfin les lampes sont munies d'un réflecteur, et d'un régulateur Siemens et Halske.

Le nombre des lampes allumées, qui dépend de l'emplacement des chantiers où on travaille, est en général

de 6 à 8; à la surface, le mécanicien fait varier d'une façon correspondante le travail de la locomobile.

L'installation complète de la lumière électrique a coûté 24.000 francs environ.

Mouture du sel. — Le sel menu destiné à être vendu est, en général, mis directement en sacs, mais à Slanic le menu provenant de l'abatage à la main est moulu avant d'être porté aux magasins.

Le moulin, installé dans un bâtiment en contre-bas de la recette, est relié avec elle par un plan incliné; les waggonnets arrivent à l'étage supérieur; on vide le contenu des sacs dans un concasseur rotatif, où les gros morceaux subissent un premier broyage.

Le sel tombe ensuite, à l'étage intermédiaire, dans le moulin proprement dit, qui comprend deux paires de meules; celles-ci ont un diamètre de 1^m,26; on règle leur écartement selon la nature du sel à obtenir; le sel le plus pur, vendu comme sel de table, doit être moulu avec la plus grande finesse; puis vient le sel de cuisine, et enfin celui destiné aux salaisons, qui sont de moins en moins fins.

A l'étage inférieur, le sel moulu tombe dans des sacs, qui doivent contenir exactement 50 kilogrammes; après pesée, ils sont fermés, plombés, et envoyés au magasin.

Le concasseur et les meules sont mis en mouvement par une machine Corliss de 20 chevaux.

Ce moulin à vapeur, qui fonctionne depuis le mois de juillet 1881 et qui a été construit à Magdebourg, a coûté 90.000 francs environ. Les deux paires de meules peuvent moudre par jour 40 tonnes de sel de table fin, ou 100 tonnes de sel pour salaisons; les frais de mouture, non compris l'amortissement ni l'entretien, s'élèvent à 0^f,90 en moyenne par tonne de sel.

VII. — RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES ET ÉCONOMIQUES.

Production. — La production des salines s'est beaucoup accrue depuis une vingtaine d'années en Roumanie; elle a été, par exemple :

En 1864 de 45.400 tonnes
1868 de 51.400 —
1872 de 65.000 —
1876 de 73.000 —
1880 de 80.000 —

Le tableau suivant donne, pour les quatre derniers exercices annuels, la quantité de sel extraite ainsi que la quantité de sel vendue pendant le même temps (*) :

EXERCICES	SEL EXTRAIT			SEL VENDU
	Blocs.	Menu.	Total.	
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
1881-82.	65.233	13.796	79.029	81.270
1882-83.	65.262	13.492	78.754	76.720
1883-84.	71.365	15.279	86.644	78.280
1884-85.	57.197	13.211	70.408	73.753

Pour le dernier exercice, en particulier, le sel extrait se partage de la façon suivante entre les différentes salines :

Slanic	21.351 tonnes
Doftana.	29.958 —
Tirgu-Ocna.	9.072 —
Grandes-Salines.	10.027 —
Total.	70.408 tonnes

(*) La plus grande partie de ces renseignements statistiques et économiques sont extraits de l'ouvrage de M. Dianu sur les Salines de Roumanie.

On voit que les deux premières salines sont de beaucoup les plus importantes; en 1883-84, la saline de Doftana a extrait à elle seule près de 40.000 tonnes.

Le sel est vendu soit pour la consommation locale, soit pour l'exportation : pour la consommation locale, on le vend aux salines même, ou dans vingt-cinq dépôts répartis dans toute la Roumanie; pour l'exportation, les dépôts de vente sont à Galatz et Jassy pour la Russie, à Turn-Severin et à Verciorova pour la Serbie, à Giurgevo, Zimnicea, Galatz et Braïla pour la Bulgarie.

Depuis 1878, tout acheteur de sel pour la consommation locale est obligé de prendre un quart de sa livraison en sel menu. Avant qu'on ait pris cette mesure, on ne parvenait pas à vendre le sel menu, qu'on accumulait dans la cour des salines. Les sacs, qui reviennent en moyenne à 0^f,25 la pièce, sont donnés gratuitement.

Voici comment se répartit la quantité de sel vendu pendant l'exercice 1884-85 :

Consommation locale.	50.853 tonnes
Bulgarie.	15.553 —
Serbie.	5.057 —
Russie.	2.290 —
Total.	73.753 tonnes

Prix de revient. — A cause de l'accroissement du prix de la main-d'œuvre, le prix de revient a augmenté, en même temps que la production; il était, il y a vingt ans, de 7 à 8 francs par tonne. Le tableau suivant donne pour les quatre dernières années, le prix de revient moyen d'une tonne de sel, dans l'ensemble des salines de la Roumanie :

	1881-82	1882-83	1883-84	1884-85
	francs	francs	francs	francs
Personnel	2,31	2,15	1,97	2,53
Abatage et extraction.	3,90	4,07	4,29	4,68
Sacs	1,40	1,70	0,76	1,07
Divers.	0,94	0,94	0,84	1,00
Installations et machines nouvelles.	3,76	2,28	2,44	2,84
Prix de revient aux salines.	12,31	11,14	10,30	12,12

Tel est le prix de revient aux salines; le prix de revient du sel aux dépôts est beaucoup plus élevé; il faut ajouter en moyenne 19 francs pour les transports et les frais de vente, par tonne de sel transportée aux dépôts.

Prix de vente. — Les prix de vente sont très variés, selon la nature et la destination du sel vendu; pour l'exportation, en vue de lutter contre la concurrence étrangère, et surtout autrichienne, on a dû réduire les prix dans une notable proportion depuis quelques années. Les prix de vente actuels par tonne sont les suivants :

	CONSUMMATION locale.		EXPORTATION	
	Sel pris à la saline.	Sel pris aux dépôts.	Russie et Bulgarie.	Serbie.
	francs	francs	francs	francs
Sel de Doflana.	70	95	40	49,50
— de Tirgu-Ocna.	70	95	40	»
— des Grandes-Salines	70	»	»	»
— en blocs de Slanic (qual. supér.)	80	95	40	»
— — (qual. ordin.)	80	105	45	52,50
— moulu de Slanic.	90	105	47	»

En 1881, le prix du sel destiné à l'exportation variait de 62 à 70 francs.

On vend, en outre, du sel menu à prix réduits pour certaines industries : les savonniers le paient 40 francs, et les verriers 20 francs; mais ce sel est préalablement

rendu impropre à la consommation, en y mélangeant un litre de pétrole par 100 kilogrammes.

Les bénéfices que l'État retire de la vente du sel sont de 4 millions environ; ils ont cependant subi, en 1884-1885, une légère diminution, qui provient en grande partie de la baisse du prix de vente pour l'exportation. Pendant cet exercice, les recettes se sont élevées à 4.015.101 francs pour la consommation locale et à 986.063 francs pour l'exportation; les dépenses ayant été de 1.447.402 francs, les bénéfices ont été par conséquent de 3.554.762 francs.

Ouvriers. — Le nombre des ouvriers employés aux salines est de 120 à 180 dans chacune d'elles; sur ce nombre, plus de la moitié sont des piqueurs; il faut y ajouter le personnel chargé de la direction et de la comptabilité, qui comprend dans chaque saline une dizaine de personnes. On n'emploie jamais de femmes ni d'enfants dans aucune saline roumaine. Les postes sont de 10 heures; on ne travaille que pendant le jour.

Nous avons dit que l'État fait travailler les forçats dans les salines; ils forment en effet la majorité des ouvriers; mais il y a aussi un certain nombre d'ouvriers libres; ceux-ci gagnent de 1^{fr},20 à 2 francs par jour; les forçats ne gagnent que 0^{fr},60 à 1 franc, parce que la direction leur retient la moitié de leurs salaires et la verse à l'administration du pénitencier pour payer leur entretien.

Jusqu'en 1848, les forçats, ou au moins les condamnés à perpétuité, couchaient au fond de la mine et n'en sortaient jamais. Cette existence amenait chez presque tous une maladie commune, dont ils mouraient souvent après quatre ou cinq ans de séjour dans la saline. Depuis 1848, tous les forçats logent dans des pénitenciers situés près des mines.

Cette manière d'occuper les forçats n'est pas très pénible, et ils aiment mieux, en général, travailler aux salines que de rester au pénitencier. Outre les petits bénéfices que leur procure ce travail, il a l'avantage de les occuper, et il exerce même sur eux une heureuse influence, en leur procurant le moyen de gagner honorablement leur vie après l'expiration de leur peine; il arrive souvent en effet que des forçats, leur peine terminée, continuent à travailler dans les salines à titre de mineurs libres, et ils sont parfois d'excellents ouvriers.

CONCLUSION.

On a pu voir par ce qui précède que l'industrie des salines est en voie de développement en Roumanie; le gouvernement fait de louables efforts pour perfectionner ses mines, et y apporter les améliorations possibles.

Tous les ans, une somme de 200.000 francs environ est inscrite au budget pour être consacrée à des installations nouvelles. Celles de Slanic sont actuellement terminées; d'ici à quelques années, les autres salines, au moins celles de Doftana et de Tirgu-Ocna, auront aussi reçu toutes les améliorations projetées; elles seront alors bien outillées pour satisfaire aux besoins de la consommation.

Celle-ci du reste a déjà augmenté dans de notables proportions. En outre l'industrie nationale va probablement se développer en Roumanie, grâce aux efforts qu'on fait aujourd'hui dans ce but; on peut donc espérer que la création d'industries accessoires, telles que la fabrication de la soude, du sulfate de soude, de l'acide chlorhydrique, etc., industries qui n'existent pas encore en Roumanie, viendra développer encore cette consommation, et assurer l'avenir de l'exploitation du sel dans ce pays.

ÉTUDE

SUR LES

GISEMENTS DE MINÉRAI DE FER

DU CENTRE DE LA FRANCE

Par M. DE GROSSOUVRE, ingénieur des mines.

AVANT-PROPOS.

Les origines de l'industrie du fer dans le Berry paraissent remonter à la plus haute antiquité: de tout temps son développement a été favorisé par l'abondance des minerais, leur qualité et la facilité de leur extraction, et en même temps par l'existence des forêts qui couvrent, sur de vastes étendues, le sol de ce pays.

Les plus anciens auteurs font mention des fers du Berry: le géographe Strabon constate que de son temps les fers des Bituriges ainsi que ceux des Pétrocoriens (Périgord) étaient renommés pour leurs qualités (liv. IV, chap. II); Jules César, dans son récit du siège d'Avaricum (Bourges), parle de l'habileté de ses habitants à exécuter des travaux de mines, habileté qu'ils avaient acquise dans l'exploitation des nombreuses mines de fer qu'ils possédaient. Ce dernier témoignage prouve donc qu'à cette époque déjà, l'exploitation avait lieu par travaux souterrains.

On retrouve d'ailleurs, sur un grand nombre de points, des vestiges de cette ancienne industrie: ce sont des dépôts, souvent de plusieurs milliers de mètres

cubes, de scories noires et lourdes (ferriers) au milieu desquelles on rencontre parfois des poteries, des médailles, qui en fixent l'âge d'une manière précise et démontrent qu'elles appartiennent à l'époque gauloise ou à celle de l'occupation romaine.

Ces immenses amoncellements des résidus du traitement métallurgique attestent d'ailleurs, de la manière la plus frappante, la prospérité de cette industrie : le fer que l'on obtenait dans le pays des Bituriges n'était pas seulement destiné à la consommation locale, il faisait l'objet d'un commerce d'exportation important dans des pays lointains et il allait jusqu'en Italie faire concurrence à celui de la Norique.

L'indication de l'antiquité et de la prospérité de cette industrie se retrouve encore dans les noms que portent aujourd'hui même un grand nombre de localités du pays : Farges, la Forge, Ferrières, etc., sont des dénominations très communes dans le Berry.

Quels étaient les procédés employés par les anciens pour retirer le fer du minerai ? Les renseignements que donnent sur cette question les auteurs spéciaux, Plin, par exemple, sont très vagues et très peu précis. Les scories, par leur poids et leur couleur, indiquent à première vue que l'on retirait seulement une bien faible proportion du fer contenu dans le minerai, et l'analyse chimique démontre, en effet, que leur teneur en métal s'élève souvent jusqu'à 30 p. 100. Il est à remarquer en outre que ces amas de scories se rencontrent presque exclusivement au milieu des bois et des forêts ; cette circonstance dénote donc que la quantité de combustible qui était consommée était très considérable, énorme même, puisque l'on préférait placer les usines plutôt au centre des approvisionnements de combustibles qu'aux lieux d'extraction des minerais. Ainsi, grande dépense de combustible et faible rendement du

minerai, tels étaient les caractères de cette fabrication primitive.

Tous ces indices permettent de penser que les procédés employés ne différaient guère de ceux qui sont actuellement en usage dans l'Inde et dans le cœur de l'Afrique pour obtenir directement le fer par la réduction du minerai. Il est évident d'ailleurs que le traitement direct du minerai par le feu est celui qui a dû se présenter le premier à l'esprit, et qu'ayant entre les mains une substance pierreuse, la pensée la plus naturelle est de la soumettre à l'épreuve du feu : ce n'est que par des tâtonnements et des essais répétés qu'on est arrivé plus tard à l'emploi des fondants.

La réduction du minerai avait lieu directement, probablement dans un creuset établi au milieu d'une masse d'argile battue, et sous l'action du vent fourni par des soufflets en peau : ce qui confirme cette manière de voir c'est que l'on trouve dans les ferriers des amas d'une terre rouge qui n'est autre chose que de l'argile calcinée et rubéfiée par l'action du feu, et à laquelle sont souvent adhérents des morceaux de scories.

Les procédés des Gaulois et des Romains se sont conservés, avec bien peu de modifications, jusqu'au moyen âge et l'on peut dire même jusqu'à notre époque, quoiqu'ils n'aient plus aujourd'hui aucune espèce d'importance au point de vue industriel. Le foyer gaulois s'est peu à peu agrandi et est devenu progressivement semblable à celui des foyers catalans qui existent encore dans quelques localités des Pyrénées, de sorte que la production qui, à l'origine, devait à peine être de quelques kilogrammes de métal par chaque opération, a atteint dans les forges actuelles un poids de cent cinquante à deux cents kilogrammes.

A quelle époque le procédé des hauts fourneaux s'est-il introduit et est-il venu se substituer à celui de

la forge catalane ? Malgré nos recherches, nous n'avons pu trouver aucun document qui permette de donner pour le Berry une date, même peu précise, et nous ne croyons pas que ce point ait jamais été élucidé pour aucun pays.

Ce procédé est-il une découverte française ? ou bien a-t-il une origine étrangère ? C'est là encore une question qui, à notre connaissance, n'a pas été tranchée.

Il est naturel de penser que le procédé du haut fourneau dérive de celui de la forge catalane : le creuset aura d'abord été surmonté d'une cheminée pour activer le tirage ; puis on aura fait descendre par cette cheminée des charges de charbon et de minerai (procédé du demi-haut fourneau) ; puis enfin, pour faciliter la réduction du minerai, on aura ajouté des fondants, et c'est ainsi que l'on aura obtenu pour la première fois de la fonte, produit intermédiaire qu'il a fallu affiner au feu pour obtenir le fer, mais produit qui a pris aujourd'hui une importance considérable par l'utilisation directe qu'il reçoit dans l'industrie moderne.

Les plus anciens fourneaux du département paraissent être Bigny, Forge-Neuve, Mareuil, Grossouvre ; les premiers pour lesquels nous trouvons une date précise de construction (ou de restauration, peut-être) sont ceux de Meillant et de Charenton, qui furent construits en 1560.

Le géographe Nicolas de Nicolaï, dans sa description du pays et duché de Berry (1567), dit : « N'y a défaut de quantités de minières et forges à fer, dont les Berruyers en toutes sortes d'ouvrages se servent fort bien. »

De 1600 à 1650 s'élevèrent les hauts fourneaux du Fournay, de Feulardes, du Chautay, d'Ivoy-le-Pré et de Précy. Vers la fin du XVIII^e siècle, l'industrie du fer était en pleine prospérité, et de 1780 à 1785 de nouveaux établissements métallurgiques furent créés : c'est alors

que le duc d'Artois fit construire ces belles forges de Vierzon qui, pendant longtemps, donnèrent l'exemple du progrès par l'essai et l'introduction des nouveaux procédés : c'est là que furent faites les premières expériences pour l'utilisation des flammes perdues des hauts fourneaux. A une époque beaucoup plus rapprochée, de 1840 à 1848, ont été construits les hauts fourneaux de Rozières, Bourges, Thaumiers, les Lavois et Mazières.

Cette période de prospérité ne dura pas longtemps : bientôt sous l'influence d'une situation économique, créée par un ensemble de circonstances qu'il est inutile de rappeler ici, un grand nombre d'usines durent éteindre successivement leurs feux et furent détruites. On peut dire qu'aujourd'hui l'industrie du fer est à son déclin dans le Berry ; il n'y existe plus que quelques hauts fourneaux, et pour caractériser la situation actuelle, il suffira de signaler ce fait que, dans ces dernières années, parmi ceux qui marchaient au bois, il s'en est trouvé qui ont employé moins de minerais du Berry que de minerais étrangers, et parfois se sont servis exclusivement de ces derniers ; à l'heure actuelle, il est plus économique de faire venir la fonte du Nord ou de l'Est que de la produire.

L'industrie du fer est donc en pleine décadence dans le Berry : l'extraction du minerai avait cependant conservé, jusqu'à ces dernières années, une certaine importance, et le département du Cher occupait encore un des premiers rangs parmi les départements producteurs, quoique sa production fût devenue bien inférieure aux chiffres qu'elle avait parfois atteints ; mais aujourd'hui (*) elle va en diminuant et la disparition d'un cer-

(*) Au moment où ce travail est livré à l'impression, l'industrie minière a cessé d'exister dans le département du Cher : au mois d'août 1886 les exploitations de la Chapelle-Saint-Ursin ont été définitivement abandonnées.

tain nombre de hauts fourneaux de l'Allier accélérera encore sa marche décroissante ; pour que cette industrie puisse un jour retrouver son ancienne prospérité, il faudra que de nouveaux perfectionnements, de nouveaux procédés, permettent un emploi, plus avantageux que dans le traitement actuel, des minerais de la nature de ceux du Berry ; en même temps les exploitants devront chercher à installer leurs travaux dans des centres miniers où ils pourront obtenir le prix de revient minimum pour l'exploitation et les transports.

GISEMENTS DE MINÉRAI DE FER.

Quoique cette étude ait plus spécialement pour objet les gisements de minerai en grains, auxquels le Berry a dû la réputation de ses fers, nous allons indiquer rapidement les divers gîtes où le métal existe en quantité plus ou moins notable. Nous suivrons dans cette nomenclature leur ordre d'ancienneté en commençant par ceux qui sont en filons ou en amas au milieu des roches primitives.

Micaschistes.

Il existe, dans les micaschistes qui forment la bordure du massif granitique du plateau central, de nombreux amas de quartz plus ou moins imprégné d'oxyde de fer hydraté.

Boulanger et Bertera en citent un gisement dans le département du Cher (*), à la limite des deux communes de Vesdun et de Culan, non loin du domaine de Lacour. Boulanger (**) décrit également un certain nombre de

(*) *Texte explicatif de la carte géologique du département du Cher*, p. 52.

(**) *Statistique géologique et minéralogique du département de l'Allier*.

gisements semblables dans le département de l'Allier, à Sainte-Agathe, commune de Chasenaus, aux Gros-Boinats, commune de la Lizalle, etc.. Nous avons nous-même eu l'occasion de voir un gîte de cette nature aux environs de Valon (Allier).

Ces divers gisements ont donné lieu à des recherches et à quelques travaux d'extraction, mais ils n'ont jamais été exploités d'une manière suivie.

Filons de Champ-Robert.

Il y a plus de 50 ans, on a exploité dans le Morvan, un minerai de fer en roche qui servait à alimenter les hauts fourneaux de Vandenesse et dont l'exploitation a été ensuite poursuivie par le Creuzot pendant quelques années. Ce gisement se trouvait à Champ-Robert, petit village de la commune de Chiddes (Nièvre).

Le minerai consistait en une hématite brune dans laquelle on trouvait beaucoup de pyrite en rognons ou en petits grains disséminés dans la masse. Un essai par voie sèche, fait en août 1835 au laboratoire de l'École des mines, avait donné 0,54 de fonte blanche, cristalline et cassante : l'échantillon envoyé contenait 0,002 de pyrite de fer et 0,016 d'acide sulfurique combiné avec l'oxyde. L'exploitation de ce minerai, qui donnait des fontes et des fers de mauvaise qualité, dut être abandonnée.

Ces gisements appartiennent à un système de filons quartzeux, dirigés N. E.-S. O., à travers les schistes carbonifères et les quartzites dévonien. D'après M. Michel Lévy, ces filons seraient de l'âge des arkoses triasiques. En profondeur l'hématite passe à de la pyrite de fer, et des recherches ont été faites pour explorer le gisement de cette dernière substance.

Des gisements de même nature ont été signalés près de la Roche-Milay.

Système permo-carbonifère.

Nous indiquerons seulement pour mémoire le minerai de fer carbonaté, très répandu dans les houillères de l'Allier et de la Creuse, mais qui ne s'y est trouvé nulle part en quantité assez notable pour donner lieu à une exploitation suivie : des essais ont été tentés cependant à Fins (Allier) et à Bosmoreau (Creuse), mais ils ont été promptement abandonnés.

Système triasique.

Boulanger cite (*), dans le trias de l'Allier, des amas de minerai de fer qui ont même donné lieu à des exploitations suivies, près de Bourbon-l'Archambault. Dans le Cher, nous avons observé, près de Saulzais-le-Potier, des rognons de minerai de fer, associés à des opales, dans les grès triasiques qui affleurent au sud-est de la forêt de Bornacq.

Système liasique.

Les gisements de minerai de fer, réduits souvent à de simples horizons ferrugineux, abondent pendant les périodes liasique et oolithique.

Étage rhétien. — La période liasique débute par des assises de sables et de grès qui constituent l'étage rhétien et qui contiennent, dans le département de l'Indre, un gisement important.

Ce gisement, dont l'exploitation est interrompue depuis quelques années, est situé à l'ouest de la rivière de la Creuse, à peu de distance de la limite des départe-

(*) *Statistique géologique et minéralogique du département de l'Allier.*

ments de l'Indre, de la Vienne et de la Haute-Vienne. Il s'étend entre Chaillac et Chénier, dans une région où les assises du grès infraliasique (rhétien) affleurent sur une étendue assez considérable par suite d'un plissement des couches.

Le minerai de fer consiste en une hématite rouge très compacte, dont la teneur moyenne est de 75 p. 100 de peroxyde de fer. Ce minerai forme des amas plus ou moins réguliers au milieu des grès infraliasiques, qui sont eux-mêmes colorés en rouge et cimentés par places par de l'oxyde de fer.

Ces grès contiennent encore des amas de minerai de manganèse complètement distincts de ceux dont nous venons de parler, et, autre particularité non moins remarquable, ce minerai ne renferme qu'une très faible quantité de fer, tandis que le minerai de fer ne contient lui-même que des traces de manganèse.

Le minerai de fer de Chaillac se présente d'ordinaire à l'état compact, mais on le rencontre parfois en belles masses concrétionnées à texture fibreuse. Les analyses suivantes, faites au laboratoire de l'École des Mines, donnent une idée de sa composition et de sa nature.

Silice	12,00	16,60	12,60
Alumine	3,00	6,00	6,30
Peroxyde de fer	79,60	73,30	74,00
Acide phosphorique	0,07	0,05	0,08
Acide sulfurique	traces	traces	traces
Chaux	»	»	0,30
Perte par calcination	5,00	4,00	6,60

On y trouve un peu de sulfate de baryte.

Étage sinémurien. — Quelques couches calcaires du lias inférieur présentent, notamment aux environs de La Châtre, une certaine quantité de très petits grains d'oolithe ferrugineuse.

Étage liasien. — Près de Bazaiges (Indre) on trouve à la base du lias moyen quelques couches de calcaire marneux pétri d'oolithes ferrugineuses et renfermant de nombreux fossiles : *Terebratula*, *Spiriferina*, etc.

Étage toarcien. — Près de Celon (Indre), le lias supérieur débute par une couche calcaire à oolithes ferrugineuses, avec nombreuses ammonites de la zone à *Am. bifrons*. Ce faciès de la base de l'étage toarcien paraît présenter une très grande extension sur toute la bordure occidentale du bassin de Paris; c'est ainsi que nous le retrouvons à Thouars (Deux-Sèvres), localité prise par d'Orbigny comme type de son étage toarcien.

Le lias supérieur se termine, sur les bords de la Loire, par une couche d'oolithe ferrugineuse, qui a été exploitée très activement à Gimouille, près de la station de Saincaize : l'exploitation est arrêtée seulement depuis quelques années. Ce minerai, désigné dans les usines du centre sous le nom de minerai du Guétin, consiste en un calcaire pétri d'oolithes ferrugineuses, dont le rendement n'est que de 20 à 22 p. 100.

Il a été fait diverses analyses de ce minerai.

Des analyses faites à l'École des mines ont donné les résultats suivants :

Silice et alumine.	9,0	10,6	13,30
Peroxyde de fer.	30,3	34,3	34,30
Chaux.	30,5	25,6	26,30
Perte au feu.	31,0	28,6	30,00
Acide phosphorique	»	»	0,60

Analyse faite par M. Frémy :

Oxyde de fer, alumine	35,87 (Fe = 23,37)
Silice et argile.	9,23
Carbonate de chaux.	41,58
Magnésie.	0,35
Acide phosphorique.	1,39
Eau.	12,25

Manganèse.	traces
Acide sulfurique.	traces
Potasse.	traces

Le minerai de fer de cet horizon a encore donné lieu à des travaux d'extraction sur divers points du département de la Nièvre, notamment à Lurcy.

C'est à ce même horizon qu'appartiennent les importants gisements de minerai de fer, exploités dans l'est de la France, à Longwy, Villerupt, etc.

Système oolithique.

Les niveaux d'oolithe ferrugineuse sont fréquents dans l'oolithe inférieure, et à la base de l'oolithe moyenne. Nous citerons les zones à *Ammonites Sauzei* et à *Am. Brackenridgei*, celle à *Am. ferrugineus*, celle à *Am. anceps*, et enfin celle à *Am. cordatus*; on trouve encore quelques traces d'oolithe ferrugineuse dans la zone à *Am. canaliculatus*.

Mais, au-dessus de ces horizons, le fer ne se montre plus dans le système oolithique, bien que celui-ci comprenne encore une énorme épaisseur de couches.

Une tentative d'exploitation a eu lieu vers 1851 sur les couches d'oolithe ferrugineuse du premier niveau, à Tendron, commune d'Ignol (Cher); mais elle a été promptement abandonnée, en raison du faible rendement du minerai et de son prix élevé de revient.

Le minerai du deuxième niveau a été exploité pendant plusieurs années à Isenay (Nièvre). Il consistait en oolithes ferrugineuses, disséminées dans une gangue argileuse, qu'on séparait par un lavage.

Système crétacé.

C'est au système crétacé qu'appartiennent les minerais de fer exploités très activement, il y a peu d'années, dans le nord du Berry.

Ces minerais étaient désignés sous le nom de *mines chaudes*, parce qu'ils étaient moins alumineux et plus faciles à fondre que les minerais en grains, appelés, par opposition, *mines froides*. Ils sont, il est vrai, moins purs et contiennent un peu de soufre et de phosphore : néanmoins leur exploitation s'était développée très rapidement, il y a une quinzaine d'années, et elle n'a cessé que tout récemment.

Ces minerais se trouvent à la partie inférieure du système crétacé, où ils forment une bande à peu près continue qui s'étend, de l'ouest à l'est, depuis Massay jusqu'à Sancerre.

Dans la vallée de la Loire, et sur divers points autour de Sancerre, notamment dans la vallée de la Sauldre, on voit la couche de minerai crétacé reposer sur le calcaire à spatangues (néocomien), formé d'un calcaire jaune à oolites ferrugineuses. Il représente donc dans le Berry l'étage urgonien, et correspond ainsi au minerai de Vassy (Haute-Marne).

Le calcaire néocomien disparaît un peu à l'ouest de Sancerre, et le minerai repose alors directement sur le calcaire jurassique : il est associé à des sables et à des argiles bigarrés.

Les argiles sont ordinairement très fines, blanches, marbrées de couleur rosée ou rouge ; elles sont réfractaires. A Massay, elles sont exploitées presque en face du village de Gy, au lieu dit la Gavroche, pour la fabrication des cazettes des porcelaineries.

L'analyse de cette argile donne la composition suivante :

Oxyde de fer	4,00
Alumine	17,80
Silice	73,40
Eau	4,80
Chaux	traces

A l'ouest de Massay, le minerai de fer crétacé disparaît par recouvrement transgressif des assises crétacées supérieures.

Ce minerai a été exploité autrefois, près de Boucard, pour le fourneau d'Ivoy-le-Pré : ces dernières années, il était exploité très activement à Bourgneuf (commune de Saint-Éloi-de-Gy) et aux Fontaines (commune d'Allouis).

Il se présente en paillettes et en géodes : son rendement en fer est de 38 à 40 p. 100.

Perte par calcination	12,54
Silice	20,75
Alumine	9,17
Peroxyde de fer	56,43
Rendement à l'essai par voie sèche . . .	42,80 p. 100

La géode est beaucoup plus riche que le minerai moyen.

Analyse d'une géode de Saint-Éloi.

Perte par calcination	9,5
Silice	9,2
Alumine	1,9
Peroxyde de fer	78,7
Rendement à l'essai par voie sèche . . .	54,86 p. 100

Système tertiaire.

C'est aux minerais de fer en grains que le Berry a dû la réputation de ses fers au bois, si appréciés et si recherchés autrefois, pour leurs qualités spéciales.

Les minerais en grains ont joué, dans l'ancienne métallurgie française, un rôle prédominant : exploités dans la Lorraine, la Franche-Comté, la Bourgogne, le Nivernais, le Berry, le Poitou, le Périgord, ils fournissaient partout, en raison de leur pureté, des fers très estimés.

L'attention des mineurs et des géologues a donc été fixée pendant longtemps sur les gisements de cette nature : ils ont été l'occasion de nombreux travaux, parmi

lesquels nous citerons ceux de Thirria et de M. Jacquot.

Dans une note déjà ancienne, Levallois a fait un historique intéressant des diverses idées qui ont eu cours successivement sur la nature et l'origine des minerais en grains.

Considérés d'abord comme *minerais d'alluvion* (ils sont désignés sous ce nom dans la loi de 1810), en raison de leur forme, ils ont été ensuite rattachés aux couches jurassiques, parce qu'ils y paraissaient intercalés; ce n'est que plus tard, et à une époque relativement très récente, qu'ils ont été reconnus appartenir à l'ère tertiaire, et encore la fixation exacte de leur âge a souvent donné lieu à de nombreuses discussions.

Nous nous proposons ici d'ajouter quelques nouveaux faits aux nombreux documents qui existent déjà sur cette matière : l'extension considérable que la formation des minerais en grains possède dans le Berry, le développement que l'exploitation avait encore il y a quelques années, nous ont permis de faire sur ces gisements de nombreuses observations d'ensemble et de détail.

Pour bien fixer leur niveau stratigraphique, nous devons faire, au préalable, une étude spéciale des couches tertiaires de notre région.

Le tertiaire du Berry comprend, de bas en haut :

- 1° *Argiles à silex*;
- 2° *Argiles avec gisements de minéral de fer en grains et de gypse*;
- 3° *Calcaire lacustre*;
- 4° *Sables et argiles de la Sologne*;
- 5° *Sables et argiles du Bourbonnais*.

Argiles à silex. — On trouve, au-dessus des couches crétacées du nord du département, un terrain formé d'un mélange d'argile et de silex, contenant de nombreux fossiles silicifiés de la craie.

Les silex de ce dépôt se présentent souvent à l'état fragmentaire, avec des arêtes vives et des cassures bien nettes; mais souvent aussi ils sont entiers et ont conservé leur forme noduleuse ou sphéroïdale; ils ne paraissent donc pas avoir été roulés, ni avoir subi un long transport, depuis le moment où ils ont été séparés des couches calcaires qui les renfermaient.

L'examen de ce terrain ne permet pas d'y distinguer des assises régulièrement superposées : c'est un amas confus d'argiles et de silex. Sur certains points, l'argile dans laquelle ils sont disséminés est blanche et pure; sur d'autres points, elle contient des grains de sable quartzeux; par places, ces sables et ces silex, consolidés par des imprégnations de silice, donnent naissance à des grès et à des poudingues à ciment lustré, tout à fait analogues aux *ladères* du pays Chartrain, et à ceux des environs de Nemours. Sur d'autres points encore, on trouve des amas d'argile grumeleuse, qui, en se durcissant, passe à des *argilolithes* plus ou moins caractérisées.

M. Potier (*Notice explicative de la feuille d'Auxerre*) distingue, dans la région à l'est de la Loire : à la base, un *conglomérat* formé par les silex entiers de la craie engagés dans une gangue argileuse, et un *dépôt stratifié* de sables et d'argiles, avec silex crétacés roulés et lits de silex anguleux brisés, engagés par places dans un ciment lustré. Près de Châtillon-sur-Loing et sur les bords de l'Ouanne, il a observé que ces dépôts ravinent la surface du conglomérat : dans le Berry, sauf aux environs de Châtillon-sur-Indre, nous n'avons pu observer nettement la superposition indiquée par M. Potier.

L'argile dans laquelle les silex sont disséminés est généralement d'un blanc jaunâtre très clair, ou même d'un blanc assez pur, sèche, âpre au toucher, et réfractaire. Elle est exploitée sur un grand nombre de points, notam-

ment à Allogny et à Vierzon, pour la fabrication des caissettes employées dans les porcelaineries.

Cette argile est formée par un silicate d'alumine très riche en silice, ainsi que l'indiquent les analyses suivantes :

	N° 1	N° 2
Oxyde de fer.	2,50	3,50
Alumine.	13,50	17,70
Silice.	75,20	70,10
Chaux.	»	0,50
Perte au feu.	7,80	8,20

N° 1. Terre blanche du Briou, près Vierzon.

N° 2. Terre grise du Briou, près Vierzon.

On a exploité dans cette formation, aux environs de Vierzon, des amas de silice farineuse, dont la plus grande partie est à l'état soluble (*).

Une analyse de cette matière, faite à l'École des mines, a donné les résultats suivants :

Alumine et traces d'oxyde de fer. . . .	9,00
Chaux, magnésie.	néant
Silice.	15,00
— soluble.	66,00
Perte au feu.	10,10

On voit qu'elle ne diffère de l'argile dont nous venons de parler que par une proportion plus forte de silice, dont une partie est évidemment aussi à l'état soluble dans la terre à caissette.

La présence de cette proportion considérable de silice soluble a permis d'employer cette substance comme ma-

(*) L'examen microscopique de cette substance a montré qu'elle était formée de grains plus ou moins sphériques, ayant environ 1/100 de millimètre de diamètre, et non de carapaces de diatomées comme celles qui constituent la plupart des tripolis.

tière absorbante de la nitroglycérine dans la fabrication de la dynamite.

Les argiles à silex paraissent provenir de la dissolution des assises crétacées dont l'élément calcaire a été éliminé, tandis que les parties siliceuses sont restées sur place : cette manière de voir concorde bien, en effet, avec les caractères des silex que l'on y rencontre, et qui ne sont jamais à l'état remanié. L'argile pourrait être regardée, en partie du moins, comme le résidu de cette dissolution, et cette hypothèse est d'autant plus admissible que la silice existe en quantité notable dans les couches crétacées, et qu'une certaine proportion s'y trouve même à l'état soluble, constituant la roche particulière qui a été désignée sous le nom de *gaize*.

On ne peut nier cependant que les sources minérales n'aient joué un rôle important dans la formation de ce dépôt, soit par la dissolution du calcaire, soit par l'apport de silicates divers, et notamment par la venue siliceuse qui a consolidé les sables et donné naissance aux poudingues.

L'examen des silex tendrait à faire croire qu'ils ont subi eux-mêmes une attaque plus ou moins avancée sur leur surface extérieure, car celle-ci offre une croûte plus ou moins épaisse de silice blanche farineuse. On serait tenté de voir là un phénomène de décomposition analogue à l'altération que présentent, par exemple, les silex taillés des âges préhistoriques, recouverts extérieurement d'une patine blanche. Celle-ci s'est produite à la longue sous l'influence de l'humidité et de l'acide carbonique du sol dans lequel ils ont été enfouis : on serait ainsi amené à conclure que ce sont les mêmes agents qui ont donné naissance aux argiles à silex, par leur action sur les calcaires et marnes crétacés. Or, les phénomènes qui se passent dans ces conditions conduisent à un résultat absolument opposé à ce que nous observons dans l'argile à

silex. Une étude de M. Friedel, sur l'altération des agates et des silex (*), montre que la transformation qui se produit est due à une action dissolvante s'exerçant de préférence sur la silice hydratée : le résidu, lorsque la transformation est complète, est de la silice presque anhydre. D'ailleurs, quand on brise un silex de la craie, on voit souvent, à l'intérieur, de la silice blanche très peu agrégée, tout à fait analogue à celle de la croûte extérieure, et qui ne peut provenir de l'altération par les agents atmosphériques d'une matière siliceuse primitivement compacte.

Il nous paraît donc beaucoup plus rationnel d'admettre que la silice farineuse hydratée et soluble, que nous trouvons dans les argiles à silex, résulte principalement d'un apport de sources minérales.

Les argiles à silex forment, dans le nord du département, un dépôt très développé : partout on les observe superposées directement aux marnes à ostracées (partie supérieure de l'étage cénomanien), de sorte que leur affleurement vers le sud dessine sur la carte géologique une ligne parallèle à celle de l'affleurement de ces marnes ; on pourrait ainsi les prendre pour une dépendance des assises crétacées, si, en se dirigeant vers le nord, on ne les voyait reposer transgressivement sur les étages supérieurs.

Topographiquement, les argiles à silex couronnent les pentes formées par les assises crétacées : si on les suit de l'ouest vers l'est, on voit leur niveau s'élever progressivement et passer de la cote 140, où on les trouve aux environs de Thénieux, jusqu'à la cote 434, qu'ils atteignent à la Motte-d'Humbligny.

Nous étudierons plus loin et en détail ce fait, qui mérite d'attirer l'attention, car il correspond à un mouve-

(*) *Annales de chimie et de physique*, 5^e série, VII, p. 540.

ment important du sol qui a eu lieu pendant l'ère tertiaire. En tous cas, il est à noter dès maintenant que, dans le département du Cher au moins, on ne trouve nulle part les argiles à silex superposées aux assises crétacées inférieures aux marnes à ostracées.

L'argile à silex se relie par la vallée du Loing aux poudingues de Nemours et se classe ainsi dans le système éocène, à sa base, au niveau de l'argile plastique de Paris.

Argiles à minéral de fer.— Le minéral de fer en grains forme à la surface du plateau jurassique des gîtes irréguliers et discontinus, logés dans des cavités superficielles des calcaires ou recouverts par des marnes et calcaires lacustres.

Ces gîtes sont subordonnés à des dépôts argileux souvent très puissants et très étendus.

Ainsi, près de Dun-le-Roi, on voit les minerais de fer autrefois exploités à Préalis, Cors, Contres, etc., se rattacher à un dépôt argileux qui s'étend vers l'ouest et le sud, du côté de Meillant et de Verneuil, et atteint sur quelques points une puissance de près de 30 mètres ; il est formé par une masse non stratifiée d'argile plastique, de couleur jaune clair, verdâtre ou bleuâtre, dans laquelle des gisements de plâtre ont été exploités à Verneuil, sur les bords de l'Auron, et à la Croix-Maupiou, dans les bois de Meillant, près de la route de Dun-le-Roi à Saint-Amand. Ce gypse se présente soit à l'état grenu, soit cristallisé, en blocs de quelques centimètres cubes séparés par de minces lits d'argile couleur lie de vin.

Entre Bourges et Mehun, les riches gisements de minéral exploités à la Chapelle se rattachent vers le nord à des argiles de caractères très variables : tantôt pures, tantôt sableuses, mêlées de graviers siliceux et de silex roulés provenant des assises jurassiques et crétacées ; leur couleur est blanche, ocreuse, verte, grise.

Sur certains points ces matières, d'un blanc bien pur, constituent de véritables argiles kaoliniques, onctueuses, douces au toucher, et pouvant fournir des matériaux réfractaires; on voit à l'ouest de Bourges deux gisements semblables formant remplissage de poches du calcaire jurassique. Ce sont les deux lambeaux figurés sur la carte géologique de la feuille de Bourges, au nord de la route de Bourges à Saint-Florent, près Beaulieu et la Grange-Miton.

Le dépôt argileux de Luet, au nord de la Chapelle Saint-Ursin, renferme quelques gites peu importants de minerai de fer en amas discontinus. Le minerai se présente en grains libres, en agglomérats formés de grains et de graviers réunis par un ciment ferrugineux, en concrétions adhérentes à la surface des silex roulés, ou en masses compactes dans lesquelles la structure globulaire et concrétionnée se révèle à peine sur quelques points; souvent le minerai est complètement massif et passe à de véritables grès ferrugineux qui présentent une assez grande analogie avec les grès inférieurs du Gault. Nous avons également observé des grès de cette nature dans le lambeau que nous avons signalé près la Grange-Miton.

Plus au nord de la région dont nous venons de parler, de l'autre côté de Mehun, on a exploité, sous le calcaire lacustre, des gisements dans lesquels les grains de minerai, généralement très irréguliers, sont disséminés dans une argile mêlée de sables et graviers.

Plus au nord encore, en se rapprochant des affleurements du terrain crétacé, l'argile devient de plus en plus sèche, durcit et passe à une argilolithe formant une roche, massive et dure, dont on voit fréquemment les pointements apparaître dans les pentes ou surgir à la surface du sol. Elle contient, empâtés dans sa masse, des grains quartzueux, des débris des assises crétacées et de la for-

mation des argiles à silex, notamment des blocs de poulingues caractéristiques de cette dernière.

Cette argilolithe (*) se divise en fragments polyédriques ou prismatiques; sur certains points elle est assez fortement imprégnée d'oxyde de fer pour constituer un véritable minerai, exploité autrefois à Saint-Doulchard, Gêrissey et dans la forêt de Rhin-du-Bois. Ce minerai noduleux a été confondu avec le minerai géodique crétacé, dont la couche a été exploitée dans le voisinage, aux Fontaines, commune d'Allouis, mais les différences de structure et de gisement permettent de les distinguer facilement l'un de l'autre (**). D'ailleurs en étudiant avec soin les gites de cette région, on reconnaît nettement que la structure globulaire concrétionnée et la structure massive noduleuse constituent deux facies du minerai tertiaire entre lesquels il existe un passage graduel.

L'argilolithe de Mehun s'étend vers le nord jusqu'à Vouzeron et vers l'ouest et le sud par Barangeon, Foëcy et Brinay vers Massay où des gisements de minerai noduleux ont été exploités autrefois sur les bords de l'Arnon. Entre Mehun et Brinay l'argilolithe se charge de silice qui s'isole par places en filets translucides de quartz opalin, ou en opale blanche à surface mamelon-

(*) Analyse de l'argilolithe de Mehun, faite au laboratoire de l'École des mines :

Silice.	74,60
Alumine.	12,60
Peroxyde de fer.	3,30
Chaux.	traces
Magnésie.	traces
Alcalis.	0,40
Perte par calcination.	8,60

Une portion notable de la silice est à l'état soluble.

Voir p. 414 le résultat de l'examen microscopique de cette roche.

(**) Cette distinction a été effectuée par M. Douvillé sur la carte géologique à 1/80.000^e (*Feuille de Bourges avec Notice explicative*, 1879).

née : sur la route de Vierzon à Allogny nous avons observé un amas important de cette opale, exploité pour l'empierrement des routes.

La formation d'argiles sableuses bariolées se poursuit dans le sud du département avec les mêmes caractères, mais avec un développement beaucoup plus considérable que dans le nord ; c'est à elle qu'appartiennent les minerais de fer exploités autrefois dans les brandes de Chezal-Benoît et Saint-Baudel, dans les bois de l'Espinasse et dans la forêt d'Habert. A ces argiles sableuses sont subordonnés, comme dans le nord du département, des amas d'opale qui s'isolent au milieu des argiles chargées d'un excès de silice ; on y trouve également des sables kaoliniques et des amas d'argile pure, blanche ou grise, veinée ou flambée de couleurs variées, mais le plus ordinairement de couleur rose. Ces argiles ont été exploitées sur plusieurs points comme matériaux réfractaires.

Les argiles sableuses sont consolidées, par places, par un ciment siliceux, et passent alors à l'état de grès ou d'arkoses, fournissant de bons matériaux de construction ; elles sont exploitées pour cet usage sur un certain nombre de points, notamment près du Châtelet (Cher) et à Vicq-Exemplet (Indre).

Ces grès résistent bien aux influences atmosphériques ainsi qu'on peut le constater dans les constructions anciennes où ils ont été employés.

Ils sont également réfractaires et ont été exploités sur certains points pour fournir des pierres d'ouvrages de hauts fourneaux. Le ciment siliceux est souvent opalin et donne alors naissance à des grès d'aspect lustré, analogues aux ladères de l'argile à silex.

Ces grès tertiaires sont souvent micacés, contiennent de nombreux grains feldspathiques et sont assez difficiles à distinguer des grès triasiques, dont ils sont voisins dans le sud du département du Cher.

En résumé on voit que les gisements de minerai de fer en grains sont subordonnés à de vastes dépôts d'argiles et de sables ; nous désignons cette formation sous le nom de *terrain sidérolithique*.

Ce terrain doit être considéré comme formé de nappes irrégulières, discontinues et sans trace de stratification, d'argiles sableuses présentant des caractères très variables d'un point à un autre.

Parfois ces argiles, mélangées de sables, de graviers ou même de silex roulés, sont blanches ou grises et constituent ce que l'on peut appeler des *sables kaoliniques* ou *sables granitiques* ; le plus souvent elles sont marbrées de teintes variées, jaune clair, jaune ocreux foncé, rouge, rouge rutilant, qui leur donnent un aspect caractéristique.

Par places, ces argiles sont chargées d'un excès de silice et se consolident alors en une roche à retrait prismatique qui offre un facies tout particulier ; on pourrait les comparer à de l'argile durcie et rubéfiée par la cuisson ; nous les désignons sous le nom d'*argilolithes*.

Ces argilolithes, colorées de teintes vives et variées, présentent l'aspect des roches granitiques au point de faire souvent illusion. Nous citerons par exemple, sur la rive gauche de la Creuse, à quelques kilomètres au sud d'Argenton, des escarpements d'argilolithe qui ressemblent, à s'y méprendre, à des rochers granitiques.

Les argiles sableuses consolidées par un ciment siliceux donnent des grès qui forment dans le sud du département des dépôts très étendus.

Sur tous les points où le terrain sidérolithique repose sur le calcaire jurassique et où l'on peut observer la surface de contact, on voit qu'elle présente des bosses, des irrégularités très accentuées ; on a là sous les yeux la preuve des actions corrosives intenses qui ont accompagné la formation sidérolithique.

Il en résulte que toutes les fois que le calcaire jurassique contient des silex, ceux-ci sont restés sur place, noyés au milieu de l'argile sidérolithique.

C'est en effet ce que l'on peut observer, notamment en divers points du plateau dominant au nord la vallée de la Marmande, entre Saint-Amand et Charenton. Cette argile avec silex présente la plus grande analogie avec les *argiles à silex* proprement dites, et l'on serait tenté de réunir ces deux dépôts, mais nous montrerons plus loin qu'ils doivent être distingués, comme appartenant à deux époques distinctes.

Non seulement le terrain sidérolithique repose sur la surface corrodée du calcaire jurassique, mais on le voit encore pénétrer dans celui-ci, à de grandes profondeurs au-dessous du niveau général de contact, en formant le remplissage de fissures élargies : ce fait s'observe bien nettement dans les environs d'Argenton où la roche sidérolithique constitue de véritables filons que l'on peut suivre jusqu'au fond des vallées.

Dans le nord du département du Cher, le terrain sidérolithique prend naissance au pied des falaises formées par les assises crétacées et s'étend de là vers le sud, couvert par places par des lambeaux, plus ou moins étendus, de calcaire lacustre.

Il est surtout développé sur le bord occidental du département, entre sa limite du côté du département de l'Indre et la vallée de l'Auron. A l'est de cette vallée, on n'en trouve plus que quelques lambeaux insignifiants consistant seulement en poches de minerai en grains, isolées au milieu du calcaire jurassique.

Ces lambeaux cessent à peu de distance de l'Auron ; le terrain sidérolithique ne reparait plus ensuite qu'aux environs de La Guerche pour s'étendre de là parallèlement au cours de la Loire jusque vers Sancerre.

Dans le sud du département du Cher, à l'ouest de

l'Auron, le terrain sidérolithique prend un grand développement.

Sur la rive droite du Cher, la vallée de la Marmande marque à peu près sa limite vers le sud, mais sur la rive gauche il s'étend jusqu'au delà du Châtelet et se poursuit ensuite vers le sud en formant une bande étroite parallèle au cours du Cher. Il déborde transgressivement les diverses assises sédimentaires et vient reposer sur les micaschistes ; c'est ainsi que nous le trouvons sous forme d'argilolithes rouges, entre Valon et la Chapelle, arrivant de là jusqu'à Montluçon et Domérat, où il est recouvert par un lambeau de calcaire lacustre (*).

Dans le département de la Nièvre, nous retrouvons le terrain sidérolithique avec les mêmes caractères ; on peut l'observer près de Nevers, au Montapin, et dans les environs d'Imphy où l'argilolithe se montre sur le bord de la route de Nevers à Imphy.

Si nous revenons vers l'ouest, nous pouvons suivre le terrain sidérolithique depuis la limite du Cher et de l'Indre, à travers les départements de l'Indre, de la Vienne, de la Charente et de la Dordogne. Il conserve partout les mêmes caractères, le même facies ; partout il est accompagné de gisements de minerai de fer.

C'est surtout sur les terrains sédimentaires de la bordure du plateau central qu'on peut le suivre d'une manière continue ; sur les terrains primitifs de la Creuse et

(*) Sur la rive droite du Cher, on trouve, à la partie supérieure du bassin houiller de Commentry, des grès blanchâtres et rougeâtres, qui offrent une très grande analogie avec les grès sidérolithiques.

Depuis Boulanger, ils étaient considérés comme tertiaires, mais les recherches de M. Fayol, directeur des mines de Commentry, y ont amené la découverte d'empreintes végétales, dont l'examen a montré qu'ils doivent être rattachés au système permo-carbonifère, et placés soit dans l'étage houiller supérieur, soit dans le permien.

de la Haute-Vienne, il n'existe plus qu'en lambeaux discontinus qui remontent jusqu'à une altitude élevée.

Dans l'Indre, sa limite vers le nord suit d'abord à peu près la ligne ferrée de Vierzon à Châteauroux, puis la rivière de la Claise.

Le minerai de fer a été exploité à Sainte-Lizaigne, Sainte-Fauste, Maron, Buxières-d'Aillac, à l'ouest de Mézières-en-Brenne, dans les environs d'Argenton et de Belâbre, etc.

Les argiles, sables et grès sidérolithiques forment un dépôt continu au sud d'une ligne passant par Ardentes, Lourouer-les-Bois, Neuillay et la rivière de la Claise.

Les argilolithes et grès sidérolithiques constituent le sol des brandes qui s'étendent à l'est de l'Indre et au nord de l'IGNERAY jusqu'à Ardentes et au delà de Saint-Août; ils se poursuivent ensuite sur l'autre rive de l'Indre dans la forêt de Châteauroux et dans les anciennes brandes de Buxières-d'Aillac, aujourd'hui défrichées et fertilisées par l'emploi de la chaux.

Au voisinage de la vallée de l'Indre un sondage pour puits artésien a donné une coupe intéressante.

Ce sondage fait à Bellegarde, à l'ouest de Mers, sur la rive gauche de l'Indre, est placé à peu de distance du prolongement d'une faille, très apparente plus à l'ouest, du côté de Lys-Saint-Georges, où elle met en contact les argilolithes sidérolithiques au nord, avec les argiles du lias supérieur au sud. Ces dernières affleurent aussi près de Mers. A l'est de Lys-Saint-Georges la faille disparaît sous des dépôts sableux pliocènes.

L'orifice du sondage est situé à peu près à la cote 205 : nous n'avons aucun renseignement précis sur les 40 premiers mètres; le sondage a ensuite traversé :

- 40^m argile très compacte avec pierres et silex.
- 57 argile et sable rouge avec cailloux roulés et silex.
- 65 sable rouge très compact avec cailloux roulés et silex.

- 75^m argile blanche très compacte, quelques veines de gravois très fin et dur.
- 83 argile jaunâtre, beaucoup de gypse.
- 98 argile rouge, gypse (à partir de 106 mètres l'argile devient plus tendre et moins gypseuse).
- 108 argile blanche marbrée rouge.
- 120 argile bleue, sable et silex.
- 122 argile jaunâtre, très dure, sableuse, silex blancs et jaunes.
- 132 argile blanche et bleue avec beaucoup de sable fin.
- 141 grès jaunâtre très dur.
- 142 gros sable, silex.
- 143 grès.
- 144 argile noirâtre caillouteuse.
- 145 cailloux blancs avec un peu d'argile.
- 146 cailloux et sables.
- 149 grès en formation.
- 150 grès très dur.
- 150,50 calcaire gris très dur.
- 151 sables blancs compacts avec cailloux.
- 151,50 calcaires gris.
- 154 argile gris rougeâtre.
- 156 grès blanchâtre.
- 157 argile grise, argile rouge.
- 160 grès blanchâtre.
- 161 argile grise compacte, grès gris.
- 162 plaquettes de grès, argile rouge.
- 163 argile jaune compacte.
- 167 sable argileux jaunâtre.
— gris.
- 168 sable blanc et argile rouge.
- 172 sable blanc.
- 175 sables et argile rouges.
- 177 grès gris.
- 178 sables blancs.
- 181 gros sable vert avec cailloux roulés.
- 188 sables grisâtres argileux.
- 190 argile jaune sableuse.
- 194 sables jaunes avec peu d'argile.
sables jaunes durs.
- 195 espèce de grès gris très dur; argile compacte. Plaquettes de grès gris-vert très dur.
- 196 sables avec petits galets roulés.

- 197^m argile grise compacte, plaquettes de grès gris.
 198 argile jaune.
 199 sable jaune argileux.
 200 fin du sondage.

Il est impossible de rapporter au trias les sables, argiles et grès rencontrés dans ce sondage, puisque l'épaisseur totale du lias de la contrée, composé d'argiles, de marnes et de calcaires, est d'environ 100 mètres, lesquels n'ont pas été certainement traversés par le puits, situé dans une zone d'affaissement au nord de la région occupée par le lias.

Il faut donc admettre que le sondage a traversé le terrain sidérolithique sur une épaisseur de 200 mètres, résultat surprenant qui ne peut s'expliquer qu'en supposant que le puits est tombé sur le remplissage d'une cheminée remplie de matières sidérolithiques.

Au delà de la Creuse, à l'ouest d'Argenton et au sud de la Creuse, entre Saint-Gaultier et le Blanc, la formation sidérolithique est encore bien développée, mais elle disparaît souvent sous des dépôts plus récents de limon pliocène.

Sur les bords de l'Anglin, de Beauvais à Vouhet, nous avons relevé la coupe suivante qui montre un conglomérat à silex à la base du terrain sidérolithique : une carrière près de Beauvais exploite un grès à ciment blanc, au-dessous duquel on observe le même grès maculé de taches brunes et rouges avec minéral pisolithique, et enfin des poudingues et brèches à silex jurassiques reposant sur le calcaire.

C'est le plateau situé entre la Claise et la Creuse qui offre le développement le plus typique du terrain sidérolithique ; il affleure partout à nu et imprime à cette région sauvage, désignée sous le nom de *Brenne*, un caractère tout particulier ; aussi possède-t-elle un cachet qui lui appartient en propre et qu'il serait difficile de retrouver

en aucun autre pays de France. Ce sont partout des dépressions en fond de bateau occupées par des étangs, tandis que surgissent çà et là, au milieu des landes couvertes de bruyères, de petits mamelons, d'une forme régulièrement conique, qui souvent s'alignent les uns au bout des autres et donnent au paysage quelque chose de fantastique.

La Brenne s'étend de l'est à l'ouest entre Meobec et Douadic ; sa superficie est d'environ 80.000 hectares dont plus de 4.000 étaient autrefois occupés par des étangs. Le sol de la Brenne est formé par le grès sidérolithique d'ordinaire gris, avec nombreuses taches rougeâtres ; il passe par places à des argilolithes plus ou moins compactes. Le grès est appelé par les habitants du pays *grison*, tandis que l'argile sableuse, provenant de la décomposition des grès et de l'argilolithe, est nommée *falaïse*. Les monticules à formes coniques sont constitués par des grès plus solides qui ont mieux résisté au travail des agents d'érosion.

L'épaisseur des grès de la Brenne dépasse 30 mètres ; elle varie d'ailleurs très rapidement d'un point à un autre, de sorte que l'on voit souvent le calcaire jurassique remonter à la surface et constituer des îlots calcaires au milieu de la formation sidérolithique.

Sur les bords de la Brenne, au nord de la Claise, le terrain sidérolithique se prolonge et contient, près de Sainte-Gemme, des gisements importants d'argile réfractaire exploitée pour les porcelaineries de Limoges comme terre à cazette.

Le terrain sidérolithique de l'Indre s'arrête à la limite des terrains stratifiés ; on peut dire même qu'il ne dépasse pas les affleurements du lias supérieur. Au delà, sur les terrains cristallins du plateau central, il n'existe plus qu'à l'état de lambeaux.

Néanmoins, la carte géologique de la Creuse (malheu-

reusement inédite), dressée par M. Mallard, montre un bassin assez étendu de ce terrain tout autour de Gouzon, où il occupe une superficie d'environ 12.000 hectares. Il s'élève dans cette région à la cote 400; à ce dépôt sont subordonnés quelques amas de calcaire et de gypse.

Quelques lambeaux moins importants sont situés, un peu plus au nord, près de Genouillat, Malleret, Boussac, Lavaud-Franche et Soumans.

Aux Pierres-Jomâtres, près Boussac, le grès sidérolithique formé d'éléments granitiques est souvent très difficile à distinguer du granite sous-jacent.

Dans le département de la Vienne, le terrain sidérolithique est très développé sur tous les plateaux jurassiques (*); il est formé comme dans l'Indre, d'argiles plus ou moins sableuses, présentant des colorations variées et consolidées par places en grès plus ou moins durs. Le minerai de fer s'y trouve en gisements nombreux qui ont été particulièrement exploités dans l'arrondissement de Montmorillon. Par places des marnes et calcaires lacustres sont superposés à ces dépôts.

Les dépôts sidérolithiques de l'arrondissement de Montmorillon débordent bien nettement sur les terrains primitifs et arrivent dans la vallée de la Gartempe, jusqu'aux environs de Bellac, où ils atteignent la cote 320.

De l'autre côté de l'isthme, qui réunit le bassin parisien au bassin girondin, nous retrouvons le terrain sidérolithique avec les mêmes caractères dans la Charente et dans la Dordogne, où il renferme de nombreux gisements de minerai de fer autrefois exploités dans un grand nombre de localités. Le minerai de manganèse s'y trouve aussi en petits amas qui ont été l'objet de

(*) Letouzé de Longuemar, *Études géologiques et agronomiques sur le département de la Vienne*.

quelques travaux en divers points de cette région, notamment aux environs de Nontron.

Le terrain sidérolithique déborde également de ce côté sur les roches primitives du plateau central, et il remonte même le long de la vallée de la Vienne jusqu'à Limoges (*), à l'altitude 340; il y possède les mêmes caractères que nous avons signalés jusqu'ici. Il est accompagné de quelques amas gypseux et est exploité en plusieurs points pour terre à briques ou terre à cazettes et matériaux de construction (grès).

Plus à l'ouest nous avons observé, dans le département des Deux-Sèvres, un lambeau de terrain sidérolithique avec calcaire lacustre, entre Saint-Maixent et la Mothe-Saint-Héraye; ce lambeau est disposé le long d'un grand plissement, dirigé du sud-est au nord-ouest, qui fait apparaître les micaschistes sur une bande très peu large, depuis la limite du département de la Charente jusqu'à Saint-Maixent, en passant entre Melle et Lezay.

En résumé, nous voyons le terrain sidérolithique former une zone continue sur toute la bordure septentrionale et occidentale du plateau central, depuis la vallée de l'Allier jusqu'à celle de la Dordogne. On le retrouve en lambeaux discontinus sur le plateau central, ce qui laisse supposer qu'il y possédait autrefois une plus grande extension et qu'il formait peut-être une nappe continue qui a été enlevée en grande partie par l'érosion.

Lorsque l'on s'éloigne du massif central, le terrain sidérolithique disparaît; il constitue, dans le bassin parisien, *un facies spécial qui paraît intimement lié au voisinage des roches primitives*.

Relations de l'argile à silex et de l'argile à minerai de

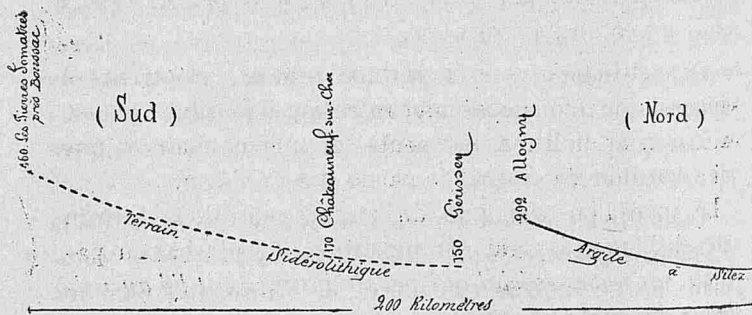
(*) Carte géologique du département de la Haute-Vienne, par M. Mallard.

fer. — Il résulte de la description que nous avons donnée de ces deux dépôts qu'ils offrent beaucoup d'analogie, de sorte que l'on pourrait être tenté de les rapporter à une seule et même formation. Il existe cependant entre eux une discordance bien marquée qui suffit pour établir leur distinction.

L'argile à silex couronne, avons-nous dit, le haut des pentes crétacées où elle atteint, dans le département du Cher, la cote 434 à la Motte-d'Humbligny; elle forme un grand plan incliné dont la direction est au nord-est-sud-ouest, et dont la plongée est vers le nord-ouest. Elle disparaît vers le nord sous les sables de la Sologne.

Le terrain sidérolithique débute, au contraire, au pied des falaises crétacées où il atteint sa plus faible cote pour aller de là, en se relevant progressivement, du côté du sud; il présente donc une inclinaison générale vers le nord, et le plan moyen de ses affleurements a à peu près la direction est-ouest. Il diffère ainsi, d'une manière bien nette, du plan de l'argile à silex.

En coupe nous aurons le diagramme suivant,



qui fait ressortir bien nettement la discordance existant entre ces deux formations; cette discordance n'est pas d'ailleurs le résultat d'une faille, car en suivant les couches, depuis la limite du sidérolithique jusqu'au commencement des affleurements de l'argile à silex, on trouve la

série complète et continue, qui se répète partout la même, quelle que soit la région choisie pour faire la coupe.

Le bassin sidérolithique est donc, dans le département du Cher au moins, bien nettement distinct de celui de l'argile à silex, et cette seule observation suffit pour démontrer la différence d'âge de ces deux dépôts.

Si nous suivons, dans la direction de l'ouest, les affleurements de l'argile à silex, nous les verrons s'abaisser progressivement et, comme en se dirigeant de l'est à l'ouest, le terrain sidérolithique conserve à peu près la même altitude, il en résulte qu'il y a une région où ces deux dépôts arrivent à la même cote. C'est ce qui se produit en effet vers la limite occidentale du département de l'Indre; à partir de ce point, les deux formations possédant à peu près les mêmes caractères, il devient impossible de les distinguer et de les séparer.

Le minéral de fer, qui faisait complètement défaut dans l'argile à silex du nord du département du Cher, est au contraire abondant dans l'argile à silex de l'Indre-et-Loire et du Loir-et-Cher.

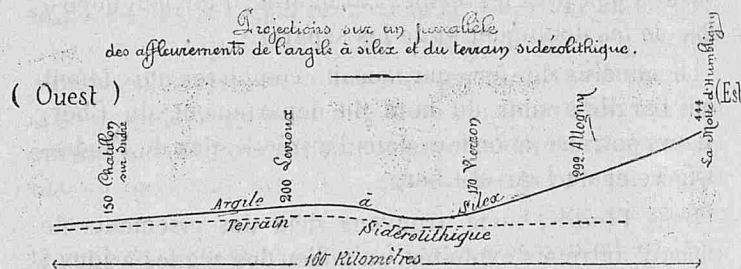
Dans l'Indre, nous trouvons déjà des gisements de minéral, autrefois exploités, au milieu des argiles à silex : à Luçay-le-Mâle, à Faverolles et à Saint-Sournin, près de Châtillon-sur-Indre.

Dans l'Indre-et-Loire nous citerons les minières de la Pâquerie (commune de Villiers), de la Reignière (commune de Luzillé), de Chambray, de Chesnaye (commune d'Athée), d'Azay-sur-Cher, de Reignac, de Pinçon (commune de Montreuil), d'Esvres, de la Bégonnière (commune de Cangy), de Saint-Cyr-sur-Loire, de Cigogné, de la Ferrière (commune de Neuillé). En Touraine comme dans le Berry on trouve de nombreux amoncellements d'anciennes scories, derniers vestiges d'une industrie au-

jourd'hui disparue. Dujardin cite (*) des ferriers dans les localités suivantes : Brèches, Laferrière, le Boulay, près la forêt de Baudry, la Chapelle-Blanche, les environs du Grand-Pressigny, Nouans et surtout la forêt de Saint-Aignan.

Dans le Loir-et-Cher les minières n'étaient pas moins abondantes : il en existait autrefois dans les communes d'Autainville, Couffy, Mareuil, Noyers, Mesland, Châteaueux, Épuisay, Busloup, Danzé, Renay, Santenay, Conan, Savigny, la Ville-aux-Clercs, la Fontenelle, Choué, Fortan, Azé, La Chapelle-Enchérie, Labosse, Thoré, Temple, Châtillon-sur-Cher, Monteaux, Fréteval, Mondoubleau et Saint-Aignan.

Le diagramme suivant résume l'allure des deux dépôts, de l'argile à silex et de l'argile à minerai de fer :



Les considérations précédentes nous conduisent donc à cette conclusion : c'est qu'à l'ouest du département du Cher, les deux formations se sont déposées dans le même bassin, soit qu'il y ait eu continuité de dépôt pendant toute la période éocène, soit que les deux formations se soient si intimement soudées qu'aucune distinction ne soit possible, tandis que dans le Cher, et surtout à l'est vers

(*) *Mémoire sur les couches du sol en Touraine*, par Dujardin.
— *Mémoires de la Société géologique de France*, 1837, II, 2^e part.

la vallée de la Loire, il y a eu un relèvement considérable de l'argile à silex par suite duquel le bassin sidérolithique a été complètement distinct de celui de l'argile à silex.

Ce relèvement considérable de l'argile à silex au voisinage de la vallée de la Loire est dû à une grande faille, connue sous le nom de *faille de Sancerre*.

Faille de Sancerre. — La faille de Sancerre a été signalée pour la première fois, en 1847, par Raulin, dans son mémoire sur le Sancerrois (*); elle a été étudiée depuis par Boulanger et Bertera (**), puis par Ébray et par M. Douvillé (***).

Cette faille fait partie d'un ensemble d'accidents, affectant les assises jurassiques et crétacées, s'étendant depuis le revers occidental du massif du Morvan jusqu'à la faille de Sancerre; au delà de celle-ci on ne trouve plus que de petites failles sans importance.

Il est digne de remarque que cette série d'accidents, qui ont disloqué le sol de la Nièvre entre le Morvan et la Loire, se termine brusquement à l'ouest par une brisure qui l'emporte de beaucoup, par son importance, sur toutes les autres.

Cette faille commence à la limite nord du département du Cher, le traverse dans toute sa longueur, et se poursuit de là dans le département de l'Allier où elle doit pénétrer jusqu'à la hauteur de Montluçon. C'est, du moins, ce qui nous paraît résulter de l'examen de la carte géologique de ce département, dressée par Boulanger. Nous voyons, en effet, sur le prolongement de la faille de Sancerre, les terrains du lias de Lurcy-Lévy

(*) *Mémoires Soc. géol.*, 2^e série, 1847, I, p. 219.

(**) *Texte explicatif de la carte géologique du Cher*.

(***) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3^e série, t. IV, p. 404. 1875.

venir buter à l'ouest contre le trias, le long d'une ligne sensiblement rectiligne. Plus au sud encore, sur le prolongement de cette même ligne, le trias bute à l'ouest contre le granite et le porphyre; c'est également sur le prolongement de cette ligne que le terrain houiller vient à l'ouest s'interrompre brusquement aux environs de Deneuille.

La faille de Sancerre traverse le département du Cher sur une longueur de plus de 80 kilomètres; d'après ce que nous venons de dire, elle se prolongerait encore dans le département de l'Allier sur une quarantaine de kilomètres: sa longueur totale serait ainsi d'environ 120 kilomètres.

La faille de Sancerre constitue en réalité un accident complexe et doit être considérée comme une brisure multiple; c'est ainsi qu'à Sancerre nous trouvons, sur une largeur de 5 kilomètres, quatre cassures: la principale coupe en deux la montagne de Sancerre; au sud de ce point elle passe à peu près par le faite de la montagne de l'Orme-au-Loup; au nord, nous l'avons suivie par la fontaine de Fontenay jusqu'au delà de Savigny. À l'ouest de cette faille principale se trouve une petite faille secondaire, peu importante, que l'on observe sur la route de Sancerre à Aubigny; deux autres failles plus importantes se trouvent à l'est, de part et d'autre de la Loire.

À Sancerre la faille met en contact la partie supérieure du calcaire crayeux corallien, de l'étage astartien, avec les marnes à ostracées, partie supérieure de l'étage céomanien.

L'amplitude de la faille est supérieure à 300 mètres.

À la Guerche la faille met en contact les marnes à spongiaires avec le lias supérieur, soit une dénivellation d'au moins 200 mètres.

La faille de Sancerre a, depuis la Guerche jusqu'à la

limite nord du département, une direction moyenne N. 167° 50' E. (ou N. 12° 10' O.); telle est du moins la direction que nous avons trouvée pour deux fragments importants de cette faille que nous avons déterminés avec exactitude aux environs de Sancerre et de la Guerche. Ces deux fragments de la cassure principale se trouvent, d'ailleurs, exactement sur le prolongement l'un de l'autre.

Au sud de la Guerche la faille dévie vers l'ouest pour se diriger, par Sancoins et Lurcy-Lévy, jusque vers Montluçon, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

La faille de Sancerre n'est pas, nous l'avons déjà dit, une cassure simple, mais une cassure complexe formée d'une faille principale et de failles accessoires qui lui sont parallèles; on y observe, en outre, des failles conjuguées de direction perpendiculaire; elle peut être considérée comme une dislocation d'une certaine largeur, formant une sorte de voûte dans laquelle les claveaux ont joué et se sont déplacés les uns par rapport aux autres.

La faille de Sancerre constitue la dernière cassure importante du système qui a disloqué les assises du Nivernais; à l'ouest nous ne trouvons plus que quelques petites failles; néanmoins il est facile de constater l'influence exercée par cet accident, non seulement sur la configuration topographique et le système hydrologique du département du Cher, mais encore dans les détails de la structure des couches.

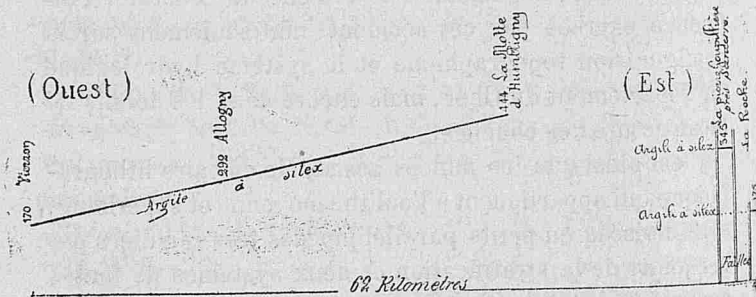
C'est ainsi que les minces assises de calcaire lithographique qui appartiennent à l'oolithe moyenne et supérieure, sont divisées en petits parallépipèdes très réguliers par les joints de la stratification et deux systèmes de fentes conjuguées, très exactement rectangulaires. En mesurant avec soin la direction de ces fentes, nous avons presque toujours trouvé, pour celle qui est la plus nette,

l'orientation N. 12° O. Il est évident que la production de ces cassures est le résultat des mouvements qui ont accompagné, à de grandes distances, la production de la faille de Sancerre.

Nous retrouverons également cette même direction dans les alignements des gîtes de minéral de fer en grains.

C'est à la faille de Sancerre qu'est due la discordance qui existe entre l'argile à silex et le terrain sidérolithique; c'est elle, en effet, qui produit le relèvement considérable éprouvé par la première dans le nord-est du département, et à la suite duquel cette formation a disparu par érosion au voisinage de la faille.

C'est ce que montre bien l'allure de l'argile à silex; à la cote 170 à Vierzon, 292 à Allogny, elle atteint son maximum d'altitude à la Motte-d'Humbligny; dans les bois de Sens-Beaujeu, sur la route de Sancerre à la Chapelle-d'Angillon, elle est encore à la cote 431; plus à l'est elle disparaît; on en retrouve seulement au nord-est un petit lambeau isolé resté comme témoin à la cote 335, au Signal-de-Jars. A Sancerre elle est à la cote 340, et de l'autre côté de la Loire à la cote 180; c'est ce que montre nettement le diagramme ci-dessous :



La faille de Sancerre est donc postérieure à l'argile à silex, mais elle est antérieure à l'argile à minéral de fer

et au calcaire lacustre, car ces derniers dépassent, près de la Guerche, à l'est de la faille, la cote 210, tandis qu'à l'ouest ils atteignent rarement la cote 200; il est donc impossible de supposer qu'ils aient été affectés par l'énorme dénivellation qui s'est produite sur ce point et qui a eu pour effet d'abaisser le niveau du bassin tertiaire. M. Douvillé, dans sa note sur le terrain sidérolithique du Berry (*), regarde cependant la faille de Sancerre comme postérieure au calcaire lacustre du Berry. Il fonde cette manière de voir sur les observations de M. Beau (**), qui a montré que les calcaires lacustres, recouvrant les minerais de fer en grains de l'Aubois, sont froissés et disloqués dans le voisinage de la faille de Sancerre et atteignent dans cette région des inclinaisons considérables. M. Douvillé signale, en outre, un relèvement du calcaire lacustre nettement visible dans la tranchée du chemin de fer à l'ouest de la Guerche, c'est-à-dire au voisinage de la faille.

Nous allons discuter cette opinion.

En premier lieu nous reviendrons sur le fait que nous avons signalé tout à l'heure : la continuité du niveau du terrain sidérolithique et du calcaire lacustre qui n'est nulle part interrompue par des dénivellations.

Nous avons vu que le terrain sidérolithique présente un relèvement marqué vers le sud, mais celui-ci ne peut évidemment être attribué à la faille de Sancerre. Dans la direction de l'ouest à l'est le terrain sidérolithique éprouve également un relèvement bien net : près de Bourges il est à la cote 156, il s'élève à la cote 220 à la Guerche, à la cote 240 au Montapin, près Nevers; près de Béard nous le retrouvons à la cote 220, et à Saint-Honoré à la cote 240.

(*) *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, IV, 1876.

(**) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, XV, 1858.

On voit donc que si les divers lambeaux de terrain sidérolithique du Berry et du Nivernais ne se trouvent pas exactement au même niveau, ils ne présentent pas, du moins, de différence d'altitude en rapport avec l'importance des dénivellations produites par les nombreuses failles qui sillonnent cette région.

On observe, au contraire, que le calcaire lacustre présente un relèvement marqué vers l'est, bien que les failles en question aient eu pour effet d'abaisser les terrains situés du côté oriental.

Cette seule considération nous paraît démontrer d'une manière irréfutable que le terrain sidérolithique est postérieur à la faille de Sancerre; nous ne contestons pas l'exactitude des faits signalés par M. Douvillé et desquels il déduit les conclusions que nous combattons; mais nous croyons qu'il convient d'en chercher ailleurs l'explication.

On observe, en effet, que le terrain sidérolithique, tout en ne subissant que des dénivellations peu importantes, a été affecté sur plusieurs points par des accidents qui semblent se rattacher au système des failles de Sancerre et de la Nièvre.

Il est donc certain que de nouveaux mouvements du sol se sont produits postérieurement au dépôt du terrain sidérolithique et du calcaire lacustre du Berry, et que les failles de Sancerre et de la Nièvre ont dû alors jouer de nouveau; mais l'amplitude de ce nouveau mouvement a été bien inférieure à celle qui a eu lieu lors de leur première apparition.

De cette manière se concilient très aisément les faits, en apparence contradictoires, que nous avons signalés plus haut.

L'antériorité du système du Sancerrois, par rapport au terrain sidérolithique, s'accorde bien avec la continuité de niveau de ce dernier, avec la discordance de celui-ci et de l'argile à silex, et avec les alignements des fentes

à minéral de fer. La récurrence de ce système explique également bien la dislocation du terrain sidérolithique en lambeaux isolés, et les légères variations que l'on peut observer dans leur altitude, ainsi que les dislocations locales de ce dépôt au voisinage de la faille de Sancerre. Si l'on fait, en outre, attention que les lambeaux sidérolithiques se trouvent toujours sur la lèvre affaissée, on peut conclure de ce fait que le mouvement de récurrence s'est produit dans le même sens que le mouvement primitif.

En résumé, il résulte de cette discussion qu'antérieurement au terrain sidérolithique il s'est produit, dans le Cher et la Nièvre, un système de failles qui ont occasionné des dénivellations considérables; c'est à elles qu'est due la séparation, dans le département du Cher, des bassins de l'argile à silex et du terrain sidérolithique.

Postérieurement au dépôt du calcaire lacustre, il y a eu un nouveau mouvement du sol qui a occasionné la récurrence des mêmes failles; ce mouvement a causé une nouvelle modification du bassin dans lequel ont eu lieu les dépôts plus récents.

Nous avons été conduits à entrer dans ces détails pour bien établir la distinction de l'argile à silex et de l'argile à minéral de fer; l'étude de la faille de Sancerre touche d'ailleurs de près à celle de l'origine des gisements de minéral.

Nous allons maintenant reprendre la description des dépôts tertiaires en continuant par le calcaire lacustre du Berry qui recouvre le terrain sidérolithique et se relie intimement à lui.

Calcaire lacustre. — Le calcaire lacustre du Berry recouvre les amas de minéral de fer et les argiles sidérolithiques.

Minéralogiquement il est identique au calcaire de Château-Landon : il est d'une teinte jaune ou gris clair, quelquefois noirâtre, carié, criblé d'une multitude de petites cavités vermiculaires dirigées verticalement et dont les parois sont presque toujours recouvertes d'un enduit de carbonate cristallin; sa cassure est esquilleuse. Il renferme fréquemment dans sa masse des noyaux de silex cariés de couleur blanche ou grise; parfois ces derniers se développent assez pour former de véritables amas lenticulaires de meuliers exploités en divers points comme matériaux d'empierrement. Dans le sud du département, le calcaire se charge de plus en plus de silice, l'élément calcaire tend à disparaître, et sur certains points le calcaire lacustre fait place à des dépôts de meuliers que l'on peut observer près d'Urcay sur les bords du Cher et aux environs de Vicq-Exempt (Indre). Ces meuliers contiennent des fossiles d'eau douce : on y a notamment trouvé la *Bithynia Duchastelli*, qui semble bien rattacher ces couches à l'horizon du calcaire de Brie.

Près de Quincy, il présente une couleur rosée et contient du quartz résinite de couleur rose, dans lequel est disséminé en petites particules roses le silicate de magnésie appelé *quincite*. Nous donnons ci-dessous l'analyse de cette substance, faite par Berthier.

Silice.	54
Magnésie.	49
Oxyde ferreux.	8
Eau.	17

La coloration rose de ces diverses matières est attribuée à une substance organique, car elle disparaît par calcination.

Le calcaire lacustre se présente le plus souvent en bancs réguliers et puissants dont l'exploitation fournit de très bons matériaux de construction et des pierres de

taille très dures et d'ordinaire résistant bien à la gelée; on peut les obtenir en blocs de dimensions considérables.

Les principaux centres d'exploitation sont, dans le département du Cher : Saint-Florent, Mehun-sur-Yèvre, la Chapelle-Saint-Ursin et Bannay.

Sur certains points, le calcaire lacustre passe à des marnes blanches ou verdâtres, farineuses, douces au toucher, ou à un calcaire blanc grossier à texture cristalline. Il offre alors généralement une structure massive et une stratification peu distincte; les marnes lacustres sont fréquemment exploitées comme amendement calcaire.

Quant à l'âge de ces calcaires, nous avons dit qu'ils se rattachent au calcaire de Brie par leurs caractères pétrographiques et paléontologiques, comme l'a indiqué M. Douvillé.

« On observe (*) dans la vallée de la Loire, entre Gien et Decize, des lambeaux de calcaire lacustre qui se rattachent naturellement au calcaire du Berry; ce sont des calcaires vermiculés plus ou moins durs, présentant une structure massive et une stratification généralement peu distincte. Le dernier lambeau vers le sud se montre à la station de Béard. A quelques kilomètres plus loin, à Decize, on voit affleurer, en couches minces et bien stratifiées, les marnes et calcaires de la Limagne avec *Anthracotheurium* et *Cypris*; la composition de ces dépôts contraste d'une manière frappante avec les calcaires irréguliers et massifs de la station de Béard. Le même contraste se retrouve au nord; des calcaires analogues à ceux qui, dans l'Aubois, recouvrent les minerais de fer, se rencontrent à Bannay et à Cosne, puis à Châtillon et à Briare. Ce sont des calcaires durs, en bancs puissants, qui fournissent une excellente pierre de taille et diffèrent

(*) Douvillé, *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, IV, p. 107 et 108. 1876.

entièrement, par leurs caractères pétrographiques, des marnes et calcaires de Beauce que nous avons signalés à quelques kilomètres plus au nord, à Gien. »

Ainsi, le calcaire lacustre du Berry est le prolongement vers le sud du calcaire de Château-Landon.

Le bassin occupé par le calcaire lacustre du Berry est assez restreint, et celui-ci y forme seulement des lambeaux discontinus.

A l'est, il ne dépasse guère la vallée de la Loire, entre Béard au sud et Briare au nord; il y forme des lambeaux isolés situés la plupart le long de la faille de Sancerre.

De ce côté ils débutent, au sud, à la hauteur de la Chapelle-Hugon, par de petits îlots de quelques ares d'étendue, qui jalonnent la faille. Le calcaire lacustre prend un peu plus de développement, entre l'Aubois et la faille, à la hauteur de la Guerche. Il cesse ensuite pour reparaitre vers Sancerre et se continuer jusqu'à Briare, où il s'arrête sur le prolongement même de la faille de Sancerre.

Le calcaire lacustre est très développé dans la vallée du Cher, où il commence au nord vers Foëcy et se poursuit jusqu'à Montluçon.

A l'ouest de la vallée de l'Arnon il disparaît presque complètement et nous n'en connaissons qu'un petit lambeau, très peu étendu, entre Lys-Saint-Georges et Juelles-Bois. Il faut de là passer dans le Poitou pour retrouver le calcaire lacustre formant dans cette région des dépôts beaucoup plus continus, se reliant à ceux de la Touraine.

Il est à noter que, dans le Cher, le calcaire lacustre forme deux bandes allongées parallèles, ayant précisément la direction de la faille de Sancerre. La première bande est située le long de cette faille; la seconde, celle de la vallée du Cher, est due probablement à un plisse-

ment des couches (*Carte géologique détaillée*, feuille d'Issoudun) plus particulièrement accusé aux environs de Saint-Amand, où il est accompagné de plissements et de cassures secondaires qui ont donné naissance aux accidents pittoresques de la vallée de la Marmande.

Le calcaire lacustre se relie intimement aux dépôts de minéral de fer et aux argiles sidérolithiques sur lesquelles il repose. Il débute souvent par de véritables argilolithes verdâtres qui forment une transition graduée avec l'argilolithe sidérolithique. A la partie supérieure de ces argilolithes verdâtres apparaissent des nids de calcaire farineux cristallin qui, en se développant, donnent naissance au calcaire lacustre.

La base du calcaire lacustre offre ainsi tous les caractères d'un dépôt chimique, établissant une liaison intime avec le terrain sidérolithique. Il nous paraît donc difficile de pouvoir séparer ces deux dépôts, et si le calcaire lacustre doit être placé sur l'horizon du calcaire de Brie, le terrain sidérolithique du Berry ne peut être rattaché au gypse parisien et doit appartenir à la base de l'oligocène.

Cette manière de voir concorde complètement avec ce que nous avons établi pour l'âge de la faille de Sancerre: elle correspond ainsi au principal soulèvement des Pyrénées, qui marque le début de la période oligocène. Il est difficile d'ailleurs de bien préciser autrement l'âge du minéral de fer, puisque nous n'avons pas ici la série complète des assises, et que nous ne pouvons encadrer ce dépôt entre deux termes rapprochés.

Nous trouvons bien, dans le département de l'Indre, un autre terme de la série tertiaire; c'est un dépôt peu étendu de marnes, enclavé dans une poche du calcaire jurassique. Ce dépôt a fourni une faune abondante de mammifères (*Lophiodon*, *Pachynolophus*, etc.) qui le place sur l'horizon du calcaire grossier supérieur.

Nous n'avons pu observer les relations de ce gisement avec le sidérolithique, mais il n'est pas douteux que celui-ci ne lui soit supérieur. En tous cas, nous n'avons pas encore là de quoi pouvoir définir d'une manière précise l'âge de ce dernier.

Après le dépôt du calcaire du Berry et avant celui du calcaire de Beauce a eu lieu un nouveau mouvement du sol, mouvement peu important, mais qui a néanmoins occasionné un changement notable dans la configuration topographique et changé les bassins de sédimentation lacustre : c'est à ce mouvement qu'est due la dislocation du calcaire du Berry en lambeaux coordonnés suivant deux bandes parallèles.

Au sud, le calcaire de la Beauce (calcaire de la Limagne) forme une pointe avancée jusqu'au voisinage du calcaire du Berry, d'une part près de Decize et de l'autre près de Cérilly; on en observe entre cette dernière localité et Couleuvre un lambeau situé le long de la faille de Sancerre, ce qui permet de penser que celle-ci a encore joué de nouveau après le calcaire de Beauce, c'est-à-dire vers le début du soulèvement alpin.

Au nord, le calcaire de Beauce commence à Gien, se poursuit de là sur la rive droite de la Loire et va se développer dans le Blaisois entre la Loire et la vallée du Cher; il franchit même cette dernière pour se prolonger en pointe jusqu'aux environs de Valençay (Indre), dans les communes de Varennes et Poulaines.

Le calcaire de Beauce se compose de trois termes (*), à la base un calcaire inférieur (*calcaire à lymnées*), puis la *mollasse du Gâtinais*, et un calcaire supérieur (*calcaire à hélices de l'Orléanais*).

Après ces dépôts, un nouveau mouvement se produisit, correspondant à un affaissement du sol; il occasionna

(*) Douvillé, *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, IV, p. 92.

une discordance marquée entre le calcaire de Beauce, et les dépôts des sables et marnes de l'Orléanais et des argiles et sables de la Sologne.

D'après M. Douvillé, les caractères minéralogiques des marnes de l'Orléanais semblent indiquer un dépôt où les actions chimiques ont joué un rôle prédominant.

L'affaissement du sol ayant continué, les sables de la Sologne ont débordé vers le sud et sont venus s'appuyer sur l'argile à silex. C'est ainsi que ces sables ont pu pénétrer dans le nord du département du Cher, tandis que le calcaire de Beauce et les sables et marnes de l'Orléanais n'y sont pas représentés.

Argiles et sables de la Sologne. — Cette formation est constituée par des sables argileux et des argiles mélangées d'une proportion variable de sable. A la base, on y trouve d'ordinaire des argiles verdâtres qui renferment seulement en faible proportion des graviers, et qui sont exploitées en divers points pour la fabrication des tuiles; on y a rencontré du sulfate de baryte.

Plus haut, les argiles deviennent de plus en plus sableuses, elles sont d'ordinaire jaunâtres, quelquefois rougeâtres et s'agglomèrent par places en grès terreux. Les grains de quartz, d'un blanc laiteux, atteignent quelquefois la grosseur d'une noix.

Le coteau du Cosson, à Saint-Aubin, près La Ferté (Loiret), donne la coupe suivante :

0,30	terre végétale.
0,70	sable gras.
2,00	argile jaune sableuse.
2,00	sable un peu argileux.
1,00	terre jaune verdâtre, très jaune avec sulfate de baryte (terre à briques).
2,00	terre argileuse, un peu maigre, demi-réfractaire.
4,00	sable maigre.
10,00	argile grasse blanchâtre.
	Sable.

« Les sables et argiles de la Sologne sont entièrement dépourvus de fossiles, leurs diverses assises ne présentent aucune trace du classement mécanique caractéristique des dépôts de sédimentation; on n'y rencontre ni argile pure, ni sable pur; nulle part, le départ de l'élément argileux et de l'élément sableux n'a pu s'effectuer, c'est toujours du sable grossier mélangé d'argile, ou de l'argile mélangée de grains de quartz de grosseur variable (présentant quelquefois la forme bipyramidée). Il résulte de là que ces éléments n'ont jamais été en suspension dans l'eau, mais seulement mélangés à la manière de boues, dans des conditions qui ont rendu impossible le classement par ordre de grosseur et de densité.

« Ces dépôts présentent une analogie de composition frappante avec les sables granitiques, qui, dans le département de l'Eure, entre Vernon et Pacy, constituent de véritables filons soit dans la craie, soit dans le terrain tertiaire. Nous avons montré en 1872, avec M. Potier, que ces sables devaient être considérés comme le produit d'éruptions boueuses, acides, dont la venue était postérieure au calcaire de Beauce et probablement du même âge que les sables de la Sologne. Nous croyons dès lors qu'il est possible d'attribuer la formation des sables et argiles de la Sologne à des épanchements boueux de même nature que ceux des environs de Vernon; et la nature acide de ces boues explique le fait si remarquable de l'absence complète de l'élément calcaire dans toute l'étendue de ce dépôt(*). »

La présence du sulfate de baryte dans les argiles de la Sologne apporte un argument de plus en faveur de leur origine éruptive.

(*) Douvillé, *Sur les relations des sables de l'Orléanais....* (Association française pour l'avancement des sciences, Congrès de Paris, 1878).

Argiles et sables du Bourbonnais. — On trouve sur les plateaux jurassiques un dépôt d'argile et de sables qui est particulièrement développé dans le sud du département; il possède une grande extension entre la vallée de l'Allier et celle de la Loire; à la hauteur de Moulins, il constitue la *Sologne bourbonnaise*.

Sur la feuille de Bourges, M. Douvillé a considéré comme se rapportant aux sables et argiles de la Sologne les dépôts qui s'observent entre l'Arnon et le Cher. Sur la feuille d'Issoudun, nous avons marqué comme pliocènes ces mêmes dépôts, mais cette manière de voir nous paraît très douteuse et l'âge de ces dépôts reste pour nous encore indéfini.

En tout cas, leur assimilation aux graviers de Chagny et des Périers est loin d'être prouvée. Les dépôts pliocènes de la vallée de la Saône (Chagny) offrent en effet tous les caractères d'origine fluviale et diffèrent complètement à ce point de vue du terrain qui nous occupe. Pour le rattacher aux graviers des Périers, il faudrait étudier la continuité de ce dépôt dans la vallée de l'Allier: étude qui reste à faire. On a bien avancé, à l'appui de l'opinion précédente, la présence de galets basaltiques dans les graviers qui accompagnent le dépôt, mais sans préciser si ces galets ont été observés à la surface ou dans les lits qui se trouvent à la base, ce qui peut modifier singulièrement les conclusions à tirer de cette observation.

Les circonstances de gisement et la nature minéralogique rapprochent beaucoup plus ce dépôt des argiles et sables de la Sologne; comme ces derniers, il forme une nappe continue, et, comme eux, il est subordonné à des argiles réfractaires et à des sables kaoliniques.

En tout cas, il ne nous paraît pas pouvoir être assimilé aux dépôts de placage sur les pentes. Ces derniers appartiennent à une époque plus récente; ils correspondent à la période de creusement des vallées et sont for-

més de graviers empruntés aux diverses roches du bassin; c'est ainsi que l'on trouve dans les alluvions anciennes de l'Allier des galets de basalte, tandis que, jusqu'à ce jour, nous n'en avons pas observé dans les graviers de la base du terrain qui nous occupe.

En réalité, les sables et argiles en question forment une nappe bien continue, très étendue, possédant une très grande régularité d'allure; elle a une épaisseur d'environ 30 mètres et comprend, à la base, un dépôt de graviers et de sables grossiers, formés presque exclusivement de quartz blanc laiteux, avec silex roulés bruns à patine noire; à la partie supérieure, un dépôt d'argile pure avec sables fins subordonnés.

Les deux dépôts, bien distincts, constituent deux nappes d'une horizontalité à peu près parfaite; les sondages entrepris sur la rive gauche de l'Allier pour l'étude de la rigole navigable de Sancoins à Moulins ont démontré cette horizontalité; elle ressort encore des indications fournies par le fonçage des puits pour la région située entre l'Allier et la Loire.

D'après les renseignements qui nous sont communiqués par M. de Launay, ingénieur des mines à Moulins, on peut considérer ce terrain comme composé, aux environs d'Yzeure (près Moulins), de la manière suivante, de haut en bas :

Glaize jaune et grise, exploitée pour briques et poteries, pouvant avoir jusqu'à 15 ou 20 mètres d'épaisseur. A la base, lit micacé et ferrugineux avec empreintes de feuilles. Au-dessous, lit d'argile noire tourbeuse renfermant une accumulation de débris ligneux, puis une épaisseur considérable (15 à 20 mètres) de sable et cailloux roulés (quartz blanc, granulite, silex jaune à patine noire, etc.).

La glaize jaune et grise donne lieu, à Yzeure, à des exploitations très importantes pour la fabrication des

briques et des poteries; elle est également exploitée près de la Guerche (Cher) dans les mêmes conditions de gisement.

Cette argile blanchit et devient gris clair par son exposition à l'air; cuite seule, elle donne un produit blanchâtre.

M. de Launay a recueilli dans le lit micacé situé à sa base, un certain nombre d'empreintes végétales qui ont été soumises à M. le marquis de Saporta; leur détermination permettra peut-être de fixer l'âge de ce terrain (*).

Nous lui rapportons encore le manteau argilo-sableux qui occupe le sommet des plateaux du département du Cher; il présente sur certains points des dépôts ligniteux analogues à ceux d'Yzeure; le fonçage d'un puits près de Bigny, sur la rive gauche du Cher, a donné la coupe suivante :

mètres

4	sables terreux jaunes.
0,80	terre blanche feldspathique.
0	sables grossiers jaunes terreux.
0,80	sables secs.
2	glaise noire tourbeuse.
2	lignite avec troncs d'arbre.
0,60	glaise grise noirâtre.
	Calcaire lacustre.

Ce dépôt sableux se retrouve dans des conditions analogues aux environs de Châteauroux, notamment au sud de la ville, entre les routes d'Argenton et de la Châtre; il pénètre dans des poches du calcaire jurassique sous-jacent et se présente alors sous forme de glaises blanchâtres micacées dans lesquelles nous avons ob-

(*) M. de Saporta a reconnu dans les empreintes d'Yzeure l'*Alnus glutinosa* et le *Salix cinerea*, espèces encore vivantes aujourd'hui : il en conclut que leur gisement doit être du quaternaire ancien ou du pliocène récent. — Voir la note, p. 414.

servé quelques nids de glaise noirâtre tourbeuse avec débris ligneux.

C'est évidemment à cette même formation qu'il faut rapporter les argiles grisâtres micacées exploitées au sud de Saulzais-le-Potier (Cher) auprès de la Bouchatte.

Cette formation, ordinairement réduite sur les plateaux jurassiques à quelques mètres d'épaisseur et très probablement assez souvent remaniée, acquiert cependant sur certains points une puissance notable et comparable à celle qu'elle possède dans la Sologne bourbonnaise.

C'est ainsi qu'elle se présente aux environs de Lignières, où elle est formée à la base par des graviers et galets de quartz blanc laiteux recouverts par une épaisseur de 20 mètres environ d'argile compacte verdâtre. Celle-ci contient seulement 0,60 p. 100 de chaux et environ 56 p. 100 de sable fin intimement mélangé.

Enfin, nous croyons devoir rattacher à cette même formation les sables et argiles à silex, avec sables granitiques subordonnés, couronnant les petites buttes de Gron qui s'élèvent d'une manière si inattendue au milieu de la Champagne berrichonne; ils renferment des silex crétacés avec fossiles de la craie blanche, et des débris de minerais sidérolithiques. Leur position stratigraphique ne permet pas de les rapporter à l'argile à silex de la base de l'éocène; bien que présentant une certaine analogie avec les dépôts sidérolithiques, nous ne croyons pas devoir les y rattacher, principalement en raison des éléments remaniés qu'ils renferment, et de leur composition minéralogique qui s'éloigne sensiblement de celle du terrain sidérolithique. Leur isolement au milieu de la plaine calcaire montre que ce sont des témoins, respectés par l'érosion, d'une formation couvrant autrefois tout le plateau jurassique et à laquelle appartiennent les divers dépôts que nous venons de signaler.

STRUCTURE ET ALLURE DES GISEMENTS DE MINÉRAI DE FER EN GRAINS.

Caractères généraux.

Les gisements des minerais de fer en grains ne sont pas réguliers comme ceux des minerais de fer oolithiques des formations secondaires; ils sont, au contraire, remarquables par leur discontinuité et leur extrême irrégularité; ce sont des amas isolés, sans corrélation apparente, dont les dimensions et les formes varient à l'infini. Néanmoins on peut les rapporter à plusieurs types distincts, dont nous allons indiquer d'une manière sommaire les principaux caractères.

Les minerais en grains se présentent fréquemment en amas superficiels, logés dans des cavités du calcaire jurassique et seulement recouverts par un manteau plus ou moins épais de terrains meubles. Les cavités qu'ils occupent affectent le plus souvent la forme d'un entonnoir ou celle d'un bassin en fond de bateau.

En dehors de ces gisements superficiels, désignés généralement sous le nom de *poches*, on trouve, entre le calcaire jurassique et le calcaire lacustre, des amas de minerai de formes très diverses: tantôt ce sont de vastes lentilles ou même de véritables couches assez régulières, tantôt les amas sont allongés dans un seul sens et ressemblent à des boyaux sinueux auxquels les mineurs donnent le nom de *filons*.

Enfin, le minerai se présente souvent en amas irréguliers disséminés dans les nappes d'argiles sidérolithiques.

Roches encaissantes.

Presque tous les gisements du minerai de fer en grains se trouvent sur le plateau jurassique compris entre la

grande falaise formée, au nord du département, par les assises inférieures du terrain crétacé et celle qui, au sud, est constituée par les couches argileuses du lias supérieur; la plupart même de ces gisements reposent sur les calcaires supérieurs de l'oolithe, dits calcaires lithographiques.

Ces calcaires sont généralement marneux: ils présentent une cassure nette, mate, à grain fin; exposés à l'air, ils se délitent en minces feuillets.

Dans le voisinage des gisements de minéral, les caractères de ces calcaires éprouvent quelques modifications: leur couleur, qui est généralement d'un blanc assez pur ou légèrement jaunâtre, devient jaune ocreux; le grain est plus serré, la cassure est largement conchoïde, à bords tranchants; en un mot, ils se présentent alors avec les caractères du véritable calcaire lithographique.

A mesure que l'on se rapproche du gisement, ces modifications deviennent de plus en plus prononcées: le calcaire est alors souvent pénétré d'un grand nombre de veinules de carbonate cristallisé; au voisinage immédiat du gisement, l'altération est encore plus profonde: on ne voit jamais, en effet, le minéral en contact avec le calcaire lithographique, il en est séparé par une épaisseur plus ou moins considérable d'un calcaire grossier, blanc ou ocreux, grenu ou fibreux, à texture cristalline; la zone du calcaire ainsi altéré n'est parfois que de quelques centimètres, mais souvent elle dépasse plusieurs mètres, et atteint parfois 20 et 30 mètres.

Ces phénomènes d'altération se reconnaissent bien nettement sur un grand nombre de points: l'étude des tranchées du chemin de fer de Bourges à Montluçon est particulièrement intéressante parce qu'elle permet d'étudier, dans les moindres détails, les rapports du gisement avec la roche encaissante; on peut y suivre le dévelop-

pement des phénomènes d'altération et assister, en quelque sorte, à leur propagation à travers la masse du calcaire jurassique.

En partant de la station de Lunery, dans la direction de Bourges, on trouve, immédiatement après le pont sur le Cher, une tranchée profonde de six à huit mètres, ouverte dans un calcaire très dur, compact, cristallin, saccharoïde, à cassure esquilleuse, surmonté par une poche d'argile à minéral de fer. L'argile, qui constitue cet amas et dans laquelle les grains de minéral sont disséminés, est plastique; sa couleur est rouge et jaune ocreuse, veinée de blanc. Au voisinage du calcaire, cette argile devient plus sèche et se durcit; elle se charge de carbonate de chaux qui s'isole par places en veinules et géodes cristallines, et passe peu à peu à des marnes cristallines qui, en se solidifiant, forment la roche à laquelle les mineurs donnent le nom de *castillard*.

Le calcaire cristallin, qui supporte cette poche, contient, disséminés dans sa masse, des noyaux de calcaire lithographique excessivement durs, très cassants et se brisant, sous le choc du marteau, en éclats à cassure conchoïde et à bords tranchants, comme les rognons de silex de la craie.

Ce calcaire cristallin a donc l'apparence d'un poudingue plus ou moins bréchiforme; néanmoins, en examinant avec attention les morceaux, on voit qu'ils n'ont jamais une forme bien franchement ovoïde, et on reconnaît que leur surface n'est pas lisse et polie comme celle des galets roulés; elle est, au contraire, inégale, rude au toucher et hérissée d'une multitude de petites aspérités.

La proportion de ces noyaux va en augmentant à mesure que l'on s'éloigne de la poche et l'on voit bientôt le poudingue faire place à des bancs bien stratifiés de calcaire lithographique.

Entre le calcaire lithographique et le calcaire cristallin, il n'existe pas une démarcation tranchée, mais une transition graduelle qui montre que le poudingue résulte d'une altération et d'une modification des couches jurassiques. Celles-ci sont traversées par deux séries de fissures qui, avec les joints de la stratification, divisent les bancs en petites masses prismatiques semblables à des moellons appareillés.

Dans le voisinage du gisement, ces fissures s'élargissent et se remplissent de calcaire cristallin; les angles et les arêtes des masses prismatiques s'arrondissent et, à mesure que l'on s'approche de la poche, les fissures deviennent de plus en plus larges, les dimensions des noyaux lithographiques diminuent de plus en plus et, peu à peu, ces derniers s'isolent au milieu du calcaire cristallin ou disparaissent complètement.

La coupe (*fig. 1*, Pl. V), montre donc que le poudingue à éléments jurassiques et à pâte cristalline, dérive du calcaire jurassique par des actions chimiques qui se sont produites dans le voisinage des gisements de minéral et se sont propagées dans la masse, à l'aide de fissures et des joints de la stratification.

Près du patouillet de Chanteloup, les tranchées du chemin de fer offrent un autre exemple non moins net des transformations subies par le calcaire jurassique; on trouve, en ce point, au milieu du calcaire lithographique, une poche remplie de marnes grumeleuses de couleur jaune clair ou verdâtre présentant par places des taches ocreuses (*fig. 2*, Pl. V).

Au milieu de ces marnes sont isolés des noyaux de calcaire jurassique; si on les lave avec soin pour les séparer des matières qui les empâtent, on reconnaît que leur surface est inégale, rugueuse, âpre au toucher et tout à fait analogue à celle qui résulterait de l'attaque par des liquides acides; parfois ces rognons ont une

surface mamelonnée ou sillonnée de profondes sulcatures.

Sur les bords de la poche, les calcaires, qui forment les parois, sont comme rongés et corrodés; à la partie inférieure, la poche se prolonge par des fissures élargies du calcaire jurassique remplies des mêmes marnes que celles qui forment le remplissage supérieur.

Cette altération du calcaire jurassique au voisinage des gisements sidérolithiques est un fait général; jamais l'argile à minéral de fer ne repose directement sur le calcaire lithographique, elle en est toujours séparée par une zone plus ou moins épaisse de calcaire altéré; cette zone n'a parfois que quelques centimètres, mais elle atteint fréquemment plusieurs mètres et elle présente alors l'apparence d'une roche d'origine détritique; un examen attentif permet toujours de constater qu'il existe une transition graduelle entre les bancs du calcaire jurassique nettement stratifié et les brèches ou poudingues à éléments jurassiques qui se trouvent au voisinage du gisement.

Nous allons donner encore quelques exemples de ces transformations, exemples qui confirmeront les considérations précédentes et montreront tous les états intermédiaires par lesquels a passé le calcaire jurassique, de manière que nous pourrions, en quelque sorte, assister au mode de formation des brèches jurassiques, formées de noyaux de calcaire, rongés et corrodés, et isolés au milieu d'un ciment cristallin qui paraît être le produit de l'attaque par les eaux acides ayant agi sur la roche calcaire.

Ces brèches ne se rencontrent pas seulement au voisinage immédiat des gisements; dans les régions métallifères, elles constituent fréquemment, au milieu des calcaires jurassiques, des cheminées verticales, des filons, des poches, produits par les émanations qui ont

accompagné le minéral; elles résultent d'une action moins énergique ou moins prolongée des agents sidérolithiques et l'on doit, pour ainsi dire, les considérer comme étant la préparation ou l'ébauche d'un gisement de minéral. Souvent on voit, dans le voisinage du gisement, une simple fente verticale ou inclinée remplie soit de marnes cristallines, soit d'une argile pure, à retrait conchoïde; les parois sont corrodées, et, si le calcaire qui les constitue est dur et compact, la fente se trouve limitée par deux faces planes assez nettes, mais le plus souvent l'altération s'étend latéralement entre les fissures de la stratification; ces fentes constituent une brèche rudimentaire et pour ainsi dire en voie de formation: c'est, si l'on peut s'exprimer ainsi, l'embryon ou le premier terme du développement d'un gisement sidérolithique.

Lorsque plusieurs fentes voisines ont servi à la circulation des eaux sidérolithiques et qu'elles se sont agrandies aux dépens du calcaire jurassique, leur ensemble donne naissance à une sorte de filon; c'est à une action de ce genre que l'on doit rapporter un filon brèche très curieux, que l'on observe sur le bord de la route de Charost à Poisieux.

La coupe du patouillet de Chanteloup nous a montré une brèche en poche au milieu du calcaire jurassique, et la coupe du pont de Lunery nous a fait voir le dernier terme du développement de ces phénomènes d'altération, une poche d'argile à minéral, séparée du calcaire jurassique nettement stratifié, par une zone de calcaire altéré.

La tranchée du chemin de fer (*fig. 3, Pl. V*), vis-à-vis le village de la Chapelle-Saint-Ursin, montre également une série de fissures et de poches résultant de l'altération du calcaire jurassique. Cette tranchée est ouverte dans les calcaires et marnes à ptérocères; les calcaires

sont fissiles et s'exfolient à l'air; au voisinage des poches, ils passent à des calcaires compacts, lithographiques, qui résistent mieux aux actions atmosphériques et forment des bancs de 0^m,20 à 0^m,30, tandis que les calcaires plus éloignés sont délités en minces feuillets.

Les fissures et les poches sont remplies de marnes à texture cristalline, avec géodes de carbonate cristallisé; au milieu de ces marnes sont isolés des rognons de calcaire lithographique à surface mamelonnée.

Les matières qui remplissent les fissures élargies et corrodées du calcaire jurassique, sont de nature variable; elles consistent en un calcaire compact, cristallin, saccharoïde, ou en un calcaire grossier, grenu à texture cristalline, ou en marnes grumeleuses ou farineuses, ou même en argiles grises, brunes, rougeâtres; enfin on rencontre quelquefois, disséminés au milieu de ce remplissage, quelques grains de minéral. Le caractère général de ces matières est une texture cristalline plus ou moins prononcée qui accuse bien la nature des circonstances dans lesquelles ont eu lieu les modifications subies par le calcaire.

Ainsi, par exemple, l'examen microscopique des marnes farineuses dont nous venons de parler précédemment, montre qu'elles sont formées de petits rhomboèdres de calcite.

En dehors de ces changements de structure et de texture, on constate encore, dans la roche encaissante, des modifications produites par l'introduction de matières étrangères.

Tantôt le calcaire, sous l'influence des émanations ferrugineuses, a été rubéfié ou a pris une teinte ocreuse; parfois la modification a été plus complète encore, l'oxyde de fer s'est substitué en partie ou même complètement au calcaire.

Le calcaire jurassique ainsi métamorphisé présente

souvent, comme nous venons de le dire, une analogie très grande avec le calcaire lacustre ; leur distinction est parfois fort difficile ; aussi ont-ils toujours été confondus ensemble.

C'est l'erreur dans laquelle sont tombés les auteurs du texte explicatif de la carte géologique du Cher, lorsque, trompés par le passage graduel qui existe entre le calcaire jurassique et le calcaire métamorphique, et la ressemblance de ce dernier avec le calcaire lacustre, ils ont été amenés à considérer le calcaire lacustre et le calcaire métamorphique comme provenant de la destruction violente des assises jurassiques, et du dépôt successif des éléments entraînés : « Le calcaire d'eau douce, disent-ils (*Texte explicatif*, page 135), repose directement sur le calcaire jurassique de l'étage moyen. On y retrouve alors des morceaux empâtés provenant évidemment du calcaire jurassique. Ils sont facilement reconnaissables à leur structure compacte, leurs arêtes sont ordinairement restées assez vives, on voit donc que le calcaire d'eau douce a dû être formé par l'action des eaux qui, arrivant d'une manière violente et détruisant en partie les couches supérieures du terrain jurassique, ont séjourné ensuite au même point et ont permis aux éléments qu'ils avaient entraînés, de se déposer pour reconstituer un nouveau sol. On conçoit que les éléments les plus lourds ont dû se déposer en premier lieu, et c'est ainsi que les minerais de fer se trouvent toujours vers la base de ce terrain ; c'est, d'ailleurs, un fait remarquable que ce terrain ne contienne jamais aucuns débris provenant des terrains primitifs non plus que des terrains stratifiés. »

Les observations qui accompagnent les considérations précédentes, bien loin de justifier l'hypothèse d'une origine détritique du terrain sidérolithique, viennent, au contraire, corroborer les conclusions auxquelles nous

sommes arrivés. Ainsi Boulanger et Bertera signalent (pages 130 et 131) la structure massive de la partie inférieure du calcaire lacustre qui passe souvent à une sorte de tuf marneux, qui ne se sépare pas toujours d'une manière bien nette de la partie argileuse et qui ne renferme jamais de fossiles ; ils font ressortir, au contraire, la régularité de la partie supérieure qui se présente en bancs puissants et continus avec nombreux fossiles d'eau douce. Ces faits confirment notre manière de voir et montrent qu'il faut, le plus souvent, rattacher au calcaire jurassique métamorphisé le tuf marneux sans fossiles qui, sur certains points, se trouve à la base du calcaire lacustre nettement stratifié ; c'est là, d'ailleurs, une conclusion à laquelle nous serons de nouveau amenés par l'étude de la structure des gisements.

En résumé, l'étude des gisements de minéral, considérés dans leurs rapports avec les roches encaissantes, montre que celles-ci ont subi des modifications profondes : un véritable métamorphisme accusé par le développement de la structure cristalline et l'apport de matériaux étrangers.

L'examen du mode de développement de ce métamorphisme permet de se faire une idée de son origine ; il est dû à l'arrivée d'eaux thermales et acides qui ont baigné et imbibé les calcaires et déterminé les transformations que nous avons décrites.

Ce métamorphisme ne s'observe pas seulement au contact des gisements de minéral, mais encore sur tous les points où le terrain sidérolithique repose sur le calcaire jurassique. C'est ainsi que, près de Luet, on trouve, non loin du point portant sur la carte la cote 149, une marnière d'où l'on extrait une marne farineuse, douce au toucher et tout à fait analogue aux marnes lacustres ; il serait impossible de la distinguer de ces dernières si la présence de nombreuses gryphées virgules ne venait

prouver que cette marne résulte du métamorphisme subi par le calcaire kimméridien au contact des argiles sidérolithiques qui le recouvrent. Ces phénomènes d'altération s'observent également d'une manière bien nette dans toute la Brenne au contact du calcaire jurassique et des grès sidérolithiques. C'est à eux que sont dus les gisements de marne exploités à Verneuil, près Vendœuvres, et qui fournissent un amendement précieux pour le sol de cette région.

Structure et allure des gisements.

Les considérations qui précèdent permettent déjà de se faire une idée de la structure et de l'allure des gisements de minerai de fer en grains et démontrent d'une manière bien évidente leur nature filonienne; nous avons été conduits, en effet, à considérer les cavités qu'ils occupent comme résultant de l'agrandissement des fissures des calcaires secondaires par la circulation d'eaux thermales et minérales, et c'est de cette manière que l'on envisage généralement la formation de la plupart des filons métallifères.

Dans l'étude qui va suivre, nous diviserons les gisements sidérolithiques en trois classes :

1° *Gîtes superficiels* logés dans des cavités superficielles des calcaires jurassiques et seulement recouverts par une faible épaisseur de terrains de transport ou de limons meubles;

2° *Gîtes souterrains calcaires* ne venant pas affleurer au jour et complètement encaissés dans des roches calcaires;

3° *Gîtes souterrains argileux* consistant en amas irréguliers disséminés dans les dépôts d'argiles sidérolithiques.

Gisements superficiels. — Les gisements superficiels, dits gisements en *poches*, consistent simplement en amas logés dans des cavités superficielles du calcaire jurassique, affleurant par suite au jour, ou seulement recouverts d'un limon sableux mêlé de graviers.

Les cavités, occupées par le minerai, offrent les formes les plus diverses; elles affectent le plus souvent celle d'un entonnoir ou d'un tronc de cône renversé, celle d'une chaudière ou d'un bassin plus ou moins régulier en fond de bateau; toutes ces cavités présentent, d'ailleurs, ce caractère général d'être évasées par la partie supérieure et de se rétrécir par le bas, de telle sorte que leur section par un plan vertical est toujours en forme de coin, à angle plus ou moins aigu.

Parfois le minerai occupe des cavités à parois presque verticales, de véritables crevasses du calcaire jurassique ou des puits cylindriques plus ou moins profonds; il arrive en outre qu'il s'étend horizontalement, intercalé entre les assises du terrain encaissant parallèlement à la stratification.

Les tranchées du chemin de fer de Bourges à Montluçon fournissent de bonnes coupes pour l'étude de ce mode de gisement; nous allons compléter, par de nouveaux détails, les renseignements que nous avons déjà donnés.

Le gisement proprement dit est formé par une argile plastique ocreuse, veinée de blanc, dans laquelle sont empâtés les grains de minerai et qui constitue ce que les mineurs appellent le *terrage*; en se rapprochant des bords de la poche, cette argile s'imprègne de calcaire, se durcit peu à peu et passe à des marnes cristallines dans lesquelles sont englobés des grains de minerai, mais en proportion beaucoup moins grande que dans le *terrage* proprement dit.

Ces grains de minerai paraissent avoir servi de centre

de cristallisation au carbonate de chaux dont les cristaux se sont déposés en zones concentriques, les pointes tournées vers le centre. Le calcaire, qui imprègne toute cette région, s'isole par places en géodes ou en un réseau de veinules cristallines; c'est à cette roche cristalline, dans laquelle sont disséminés quelques grains de minerai, que les mineurs donnent, suivant le plus ou moins de consistance, le nom de *roc mineux* ou celui de *castillard*. Ces marnes argileuses passent peu à peu à des marnes calcaires grumeleuses contenant elles-mêmes un grand nombre de concrétions et de veinules cristallines; en même temps, la proportion des grains de minerai diminue de plus en plus; ils finissent même par disparaître complètement, et la présence du fer ne se décèle plus que par des taches ocreuses.

Dans ces marnes on rencontre fréquemment de petits noyaux de calcaire lithographique dont la forme mamelonnée est le résultat des corrosions qui leur ont donné naissance.

Puis viennent les calcaires saccharoïdes ou à texture cristalline qui passent graduellement au calcaire lithographique, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment.

La structure de la poche peut donc être indiquée théoriquement par la *fig. 6*, Pl. V.

On voit que ce gisement, auquel nous avons déjà reconnu une origine analogue à celle des filons métallifères, présente, comme eux, une structure rubanée symétrique de part et d'autre de la ligne médiane; il existe néanmoins entre eux une différence essentielle, c'est que la structure symétrique des filons concrétionnés résulte d'une incrustation successive des fissures par les matières minérales, tandis que, pour les gisements de minerai en grains, la structure rubannée résulte des réactions mutuelles du remplissage et de la roche en-

caissante, réactions qui ont donné lieu, en quelque sorte, à une pénétration réciproque des matières mises en contact.

Néanmoins, tous les gisements ne se rapportent pas exactement au type théorique que nous venons de décrire; ainsi, il peut arriver que l'une ou plusieurs des zones dont nous venons de parler, soit considérablement réduite ou même disparaisse complètement; par exemple, il arrive fréquemment que l'on rencontre, sur les parois de la poche, des salbandes constituées par des argiles pures, compactes, plastiques, généralement de couleur claire et ne renfermant aucun grain de minerai; les mineurs donnent à cette argile stérile le nom de *conroi* (voir *fig. 7*, Pl. V).

La paroi des cavités occupées par le minerai et constituées par la roche calcaire dure et compacte n'est pas, comme nous le représentons sur la coupe théorique, une surface lisse et continue; elle est profondément crevassée et déchiquetée; tantôt les bancs calcaires forment saillie, tantôt, au contraire, ils présentent des cavités dans lesquelles le minerai pénètre.

Ces parois dégradées et corrodées attestent donc encore les corrosions qui ont accompagné le dépôt du minerai.

Les cavités, dont nous venons de parler, ont une section qui diminue en profondeur, mais elles ne constituent pas des poches fermées se terminant brusquement par le bas; elles se prolongent, au contraire, par des fentes étroites dont la largeur ne dépasse pas quelques centimètres, et qui représentent les canaux d'arrivée des matières ayant constitué le gisement. L'existence de ces fentes ne peut pas toujours s'observer directement dans les exploitations; néanmoins on peut souvent les constater, au moyen d'une petite sonde à main qui permet de reconnaître que la cavité, occupée par le minerai, se continue, au-dessous de la partie exploitée, par

une crevasse plus étroite également remplie d'argile et de minéral. C'est ce que montrent, d'ailleurs, bien nettement les tranchées du chemin de fer, où l'on voit les poches se prolonger inférieurement par une fente étroite dont les parois calcaires sont corrodées et dégradées, et séparées par le castillard de l'argile à minéral qui constitue le centre. Ces fentes doivent donc être considérées comme les cheminées qui ont servi à l'ascension des matières sidérolithiques.

Les dimensions des poches ou entonnoirs sont très variables : elles n'ont le plus souvent que quelques mètres de diamètre, mais on en rencontre assez fréquemment dont la profondeur dépasse quinze et vingt mètres et dont l'exploitation fournit plusieurs milliers de mètres cubes de terrage. Les poches les plus puissantes ont été rencontrées dans les exploitations de Bois-Vert, sises commune de Saint-Just, et dans les bois qui s'étendent au nord-ouest de Châteauneuf.

Cependant on doit remarquer que, lorsque les dimensions des poches sont considérables, il est bien rare que le minéral s'y trouve régulièrement réparti et que le terrage présente partout la même richesse; le minéral est généralement concentré dans la partie inférieure; au-dessus de cette partie riche se trouve une argile jaune veinée de blanc dans laquelle les grains sont disséminés en moins grande quantité et où ils se trouvent seulement concentrés par places dans des nids d'argile ocreuse d'une couleur plus foncée que celle de l'argile qui constitue la masse principale; ces nids sont réunis entre eux par de petits filons de même nature. On rencontre, en outre, au milieu de ces argiles, des noyaux de calcaire saccharoïde nommés *têtes* par les ouvriers; ils doivent probablement être considérés comme provenant de débris détachés des parois de la poche ou comme une concentration locale du calcaire dissous.

Il arrive encore assez fréquemment, dans le cas de poches puissantes, que l'argile plastique, qui constitue dans la partie inférieure la gangue du minéral, passe peu à peu à une argile marneuse ou même à des marnes calcaires blanches, peu consistantes, parfois pulvérulentes, au milieu desquelles le minéral se concentre dans des nids irréguliers d'argile ocreuse réunis entre eux par des veines jaunâtres d'argile, contenant également quelques grains de minéral et formant un réseau qui, par sa couleur, se détache bien nettement de la marne calcaire et donne à l'ensemble un aspect marbré.

En dehors de ces poches, en forme d'entonnoirs ou de bassins, on voit souvent le minéral remplir des cavités à parois verticales taillées à pic dans les couches horizontales du calcaire jurassique.

Ainsi, près de Lapan, nous avons observé, dans le calcaire lithographique, une crevasse allongée dans le sens du méridien, dont les parois verticales, très irrégulières et corrodées, étaient formées par un calcaire blanc crayeux, à texture cristalline, passant latéralement au calcaire lithographique. Vers le bas, le minéral s'étendait horizontalement, intercalé entre les couches calcaires (*fig. 8 et 9, Pl. V*).

Dans cette même localité, nous avons observé une autre cavité à parois verticales formant un puits cylindrique de trois à quatre mètres de profondeur et d'environ soixante centimètres de diamètre. La coupe verticale de ce gisement est identique à celle donnée pour le gisement précédent; les coupes horizontales diffèrent seules.

L'alignement suivant la direction nord-sud que présente la crevasse de Lapan se trouve également dans la disposition des diverses poches d'un champ d'exploitation; on voit celles-ci se coordonner suivant une série de lignes parallèles à la direction que nous venons d'indi-

quer, de telle sorte qu'elles semblent se rattacher à des lignes de fracture orientées à peu près nord-sud.

En résumé, des gisements dits en poches présentent les caractères suivants :

1° Ils sont logés dans des cavités superficielles des calcaires jurassiques ;

2° Ces cavités pénètrent en profondeur, avec des parois plus ou moins inclinées, à travers les couches horizontales des calcaires jurassiques ;

3° Les parois de ces cavités sont crevassées et dégradées, et attestent l'action d'agents corrosifs qui ont irrégulièrement rongé les roches encaissantes ;

4° Ces cavités, à partir d'une certaine profondeur, se rétrécissent plus ou moins brusquement et se prolongent inférieurement par des fentes étroites qui représentent les canaux ayant servi à l'arrivée des matières formant le remplissage ;

5° Ces cavités résultent de l'agrandissement par corrosion des fentes et fractures des calcaires jurassiques ;

6° Le minerai et les roches encaissantes présentent, de part et d'autre de la ligne médiane du gîte, une succession de zones qui donnent à celui-ci la structure rubanée des filons concrétionnés ; cette structure doit être attribuée, non à un dépôt successif, mais à un phénomène chimique de contact résultant de la réaction du remplissage sur les calcaires encaissants ;

7° Au voisinage des gisements et dans toute la région métallifère, les calcaires ont été profondément altérés et modifiés par des eaux thermales acides qui ont circulé dans leurs fissures et ont donné naissance à des brèches et à des roches cristallines ;

8° Dans un même champ d'exploitation, les poches se coordonnent le long des lignes de fractures généralement orientées suivant la direction nord-sud, ou du moins suivant des directions très voisines.

Gisements souterrains calcaires. — Nous avons désigné sous ce nom les gisements n'affleurant pas au jour et complètement encaissés dans des roches calcaires.

Nous examinerons, en premier lieu, les gisements lenticulaires ou en couches, constitués par des amas de minerai reposant sur le calcaire jurassique et recouverts par le calcaire lacustre.

Le bassin de Dun-le-Roi fournit un excellent type pour l'étude de ce genre de gisement, en raison des facilités qu'il présente pour l'observation, dans le champ d'exploitation qui s'étend sur les affleurements de la couche entre la route de Levet et celle de Vorly.

Dans cette région, exploitée à ciel ouvert il y a une trentaine d'années, les terrages ont été complètement enlevés, la surface de contact du calcaire jurassique et du minerai, mise à découvert par les travaux et lavée par les pluies, permet d'apercevoir, dans ses plus petits détails, la structure du gisement et d'y retrouver les types que nous venons d'étudier.

On remarque tout d'abord que le minerai ne repose pas sur une surface plane et régulière comme celles qui séparent, en général, les diverses assises des terrains stratifiés ; elle est, au contraire, ondulée et ravinée comme si elle avait subi des érosions antérieures au dépôt du minerai.

En dehors de ces ondulations et ravinements, on observe que la surface du calcaire jurassique est loin d'être continue ; elle présente, au contraire, un grand nombre de cavités de formes variables dans lesquelles le minerai s'enfonçait.

Ces cavités offrent, mais sur une plus petite échelle, les diverses formes des gisements en poches ; ce sont de petits entonnoirs ou des bassins plus ou moins réguliers, tantôt communiquant les uns avec les autres par de petits canaux, ou même juxtaposés et se pénétrant mu-

tuellement; leurs parois sont profondément crevassées, dégradées et déchiquetées.

A la première inspection, ces cavités paraissent éparses et dispersées au hasard, sans aucun ordre apparent; mais en parcourant le champ d'exploitation et l'examinant avec plus d'attention, on est frappé par la rencontre de plusieurs sillons parfaitement rectilignes, d'une longueur de cent mètres environ. Ces sillons, complètement semblables à de petits fossés, sont parallèles entre eux et à un grand nombre de sulcatures qui existent à la surface du calcaire jurassique et dont les arêtes sont arrondies comme si elles avaient servi à la circulation d'eaux acides; la direction commune est nord 12° ouest, c'est-à-dire précisément celle de la faille de Sancerre.

Si maintenant on cherche à se rendre compte de la manière dont sont disposées les cavités que présente le calcaire jurassique, on remarque que les plus nombreuses et les plus importantes se coordonnent et s'alignent bien nettement suivant des directions parallèles à celles des sillons dont nous venons de parler.

L'exploitation souterraine du bassin de Dun-le-Roi ne permet pas les observations détaillées que nous avons pu faire sur l'exploitation à ciel ouvert, grâce à l'enlèvement complet des terrages superposés au calcaire jurassique: néanmoins les travaux souterrains montrent bien que si le toit de la couche forme une surface assez régulière, le mur, au contraire, est excessivement ondulé et présente des cavités dans lesquelles le minerai s'enfonce; en outre, l'exploitation est souvent arrêtée par des piliers calcaires qui interrompent la couche, et sont restés comme des témoins des dégradations et corrosions subies par le terrain jurassique (*fig. 4*, Pl. V).

On voit aussi, sur quelques points, des massifs de calcaire lithographique s'élever du fond du bassin, percer à travers la masse du calcaire lacustre, et venir affleurer

au jour (*fig. 5*, Pl. V). Cette apparition du calcaire jurassique n'est pas d'ailleurs le résultat d'une faille, car on voit le calcaire lacustre l'entourer complètement; on doit par suite considérer ces massifs comme ayant formé des rochers émergés au milieu du lac où se sont déposés successivement l'argile à minerai de fer et le calcaire lacustre.

Il n'est donc pas douteux que, si nous pouvions pénétrer dans tous les détails de la structure de la couche de Dun-le-Roi, nous y retrouverions sur toute son étendue les accidents observés sur les affleurements.

C'est d'ailleurs un fait général et depuis longtemps constaté, que le minerai repose toujours sur une surface irrégulière, ondulée et bosselée. Ce fait a été depuis longtemps signalé par M. Beau (*), pour les amas lenticulaires du val de l'Aubois, dans la note qu'il a présentée sur les minières de ce bassin, lors de la réunion de la Société géologique de France à Nevers.

Nous sommes ainsi conduits à considérer les couches ou lentilles de minerai comme résultant de la juxtaposition et de l'épanouissement de gisements en poches dont les parties supérieures soudées forment un amas continu sur une certaine étendue, tandis que les parties inférieures ont laissé leur empreinte sur le calcaire jurassique; en un mot, la formation des couches et des lentilles est due aux mêmes agents que ceux qui ont donné naissance aux dépôts superficiels isolés, agents dont l'action n'a pas été localisée comme dans ce dernier cas, mais a eu plus d'intensité et de généralité dans une région donnée.

Nous allons maintenant aborder l'étude des gisements dits en *filons*: cette étude va être singulièrement facilitée par les considérations que nous venons de présenter et les résultats auxquels nous sommes arrivés, les diverses

(*) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, XV, p. 677.

particularités de ce mode de gisement restant, au contraire, inexplicables avec les hypothèses admises jusqu'à ce jour.

Les gisements en filons se rencontrent principalement dans les bassins de l'Aubois, de la Chapelle, de Saint-Florent et de Chanteloup.

Ils consistent en amas sensiblement horizontaux, allongés dans une seule direction, formant des boyaux plus ou moins sinueux et très irréguliers.

Leur section transversale offre le plus souvent la forme d'un triangle droit ou renversé, ou celle d'une ogive.

Les parois du filon ne sont pas régulières : elles sont, au contraire, ondulées et bosselées, et présentent tous les caractères des parois des cavités que nous avons décrites précédemment.

Ces boyaux offrent une série de renflements et de rétrécissements qui leur donnent une structure en chapelet bien caractérisée. Le toit et le mur s'élèvent et s'abaissent irrégulièrement, et présentent des pentes variables : on voit quelquefois le mur s'enfoncer de quelques mètres, soit par une pente douce, soit brusquement, en formant un gradin très net.

Il convient d'ailleurs de remarquer que généralement l'élargissement du filon a lieu à la fois en largeur et en hauteur, de sorte qu'il consiste en une succession de chambres larges et hautes, communiquant ensemble par des couloirs longs et étroits.

Nous joignons à cette description théorique les plans et coupes (Pl. VI, *fig.* 1, 2, 3, 4, 5 et 6) de deux filons relevés en détail dans les exploitations des minières des Bordes et de Prunet ; nous les devons à l'obligeance de M. Lecaheux, chef d'exploitation des minières de la compagnie de Fourchambault-Commentry, et de M. Jardé, directeur des usines du Tronçais. L'examen de ces figures montre bien l'allure irrégulière des filons, et met en évidence l'origine

des cavités qu'ils occupent : les parois bosselées qui les limitent résultent évidemment d'une corrosion de la roche calcaire encaissante.

Parfois l'on observe deux amas de minéral disposés l'un au-dessus de l'autre, et séparés par un barrage calcaire horizontal, comme l'indique une coupe observée dans les travaux du puits de la Corne.

Parfois aussi on voit le minéral s'élever verticalement sur une grande hauteur, et former une véritable colonne cylindrique encaissée dans le calcaire. Enfin, il existe une particularité assez remarquable, qui n'a pas encore été signalée, mais que, sur l'indication des ouvriers, nous avons pu constater sur un grand nombre de points : le filon se prolonge, à sa partie supérieure, par une fente verticale, large de quelques décimètres seulement, remplie d'argile à minéral, et se poursuivant jusqu'à 3 et 5 mètres au-dessus du filon. C'est là un fait qu'il est facile de vérifier : ainsi, lorsque l'on parcourt les travaux, on remarque, sur la ligne de faite du filon, une traînée de minéral qui correspond à la base de cette fente, désignée par les mineurs sous le nom de *cheminée*. On peut également observer cette même fente dans un grand nombre des puits percés par les mineurs pour atteindre les filons ; nous l'avons constatée sur des puits en fonçage, où la fraîcheur des parois facilitait les observations.

Le filon se prolonge par une fente étroite, non seulement à sa partie supérieure, mais encore à sa partie inférieure. L'existence de ces fentes remplies de minéral a été souvent constatée sur plusieurs mètres de profondeur, au moyen de sondes à main ; d'ailleurs, il n'est pas douteux que le mur du filon ne soit profondément crevasé, comme le mur de la couche de Dun-le-Roi.

On peut vérifier l'existence des fissures qui prolongent inférieurement les filons dans les anciens travaux du bois de l'Éguillé, au voisinage du passage à niveau du chemin

allant de Morthomiers à la route de Bourges à Saint-Florent. Ces travaux se trouvent au sud-ouest de ce chemin, entre la voie romaine d'Argenton à Bourges, et le chemin de fer de Saint-Florent à la Chapelle. La région exploitée se trouve dans une petite vallée d'érosion, qui a entamé et fait disparaître le terrain lacustre et les filons sous-jacents, et mis à nu le calcaire jurassique, de telle sorte qu'on a en réalité une coupe du terrain au-dessous du niveau général des filons, c'est-à-dire une coupe par un plan passant, par exemple, par la ligne AB dans la *fig. 9*, Pl. VI.

Les gisements exploités représentent donc le prolongement inférieur des filons, la partie de ces filons située au-dessous du renflement sur lequel porte ordinairement l'exploitation.

Nous avons relevé le plan de ces travaux avec exactitude et à une très grande échelle, en notant toutes les variations d'épaisseur et de direction. Nous donnons une reproduction réduite de ce plan, dans laquelle on voit que les gisements exploités constituent des fentes rectilignes, à parois presque verticales, orientées à peu près nord-sud, et dont la largeur n'atteint en moyenne que quelques décimètres (*fig. 10*, Pl. VI).

Les interruptions que l'on remarque sur le parcours d'une même fente résultent de ce que celle-ci n'a pu être exploitée sur tout son parcours, en raison de la végétation forestière.

Si les fentes qui prolongent inférieurement le minerai présentent ici une régularité aussi frappante, ce fait est dû à la nature spéciale de la roche calcaire au milieu de laquelle elles existent. Elles traversent en effet un calcaire massif, compact, cristallin, qui est le prolongement latéral du calcaire crayeux de Bourges. On comprend donc qu'au milieu de cette roche massive elles aient une régularité d'allures qu'elles ne possèdent pas dans les

calcaires des autres étages, en petits bancs, et fissurés dans tous les sens.

Ce plan présente une analogie frappante avec un plan de filons d'une mine métallique, et fait bien ressortir la nature filonienne des gisements de minerai en grains.

Une autre observation résulte de l'examen de ce plan : c'est que, même à ce niveau inférieur, les fentes qui prolongent inférieurement les gisements exploités peuvent présenter des renflements anormaux ; de telle sorte que l'on peut regarder l'ensemble du gisement comme un filon, avec un épanouissement notable vers son affleurement (tête du filon) et une allure en chapelet dans la partie inférieure.

Ainsi est démontrée d'une manière incontestable l'existence des fentes qui prolongent inférieurement les gisements exploités.

Il résulte de là que la coupe complète d'un filon est donnée par la *fig. 9*, Pl. VI.

Quant aux roches encaissantes, on a jusqu'à ce jour considéré celle du mur comme appartenant au calcaire jurassique, et celle du toit au calcaire lacustre.

En d'autres termes, on a considéré les filons comme résultant du remplissage, par le minerai, d'une crevasse superficielle du calcaire jurassique, recouverte postérieurement par le calcaire lacustre. Par suite, les filons se rapporteraient aux types indiqués par les *fig. 7* et *8*, Pl. VI.

Cette manière d'envisager les filons, à laquelle on a été conduit par l'analogie existant entre la roche du toit et le calcaire lacustre, est incompatible avec la forme même des gîtes, qui s'élèvent souvent en colonnes verticales : l'existence de la cheminée, continuant le gisement vers le haut, l'état des parois bosselées et comme corrodées démontrent également l'impossibilité de cette hypothèse.

Tous ces faits prouvent, au contraire, que le minerai est logé dans des cavités de roches plus anciennes : cette conclusion se trouve confirmée par la ressemblance complète qui existe entre les roches des parois, du toit et du mur du filon.

Le minerai ne repose pas, en effet, sur le calcaire jurassique nettement stratifié, mais sur un tuf marneux ou un calcaire grossier, renfermant des noyaux de calcaire lithographique, et présentant de nombreuses taches ocreuses.

C'est cette même roche qui forme les parois et le toit du filon, ainsi que permettent de le constater les travaux souterrains du bassin de la Chapelle. Dans les galeries au rocher, les mineurs rencontrent fréquemment, au milieu du calcaire blanc grossier qu'ils traversent, des noyaux de calcaire lithographique, auxquels ils donnent le nom de *têtes*. Nous avons souvent eu l'occasion d'observer des éboulements considérables de chambres d'exploitation abandonnées, qui s'étaient produits sur une hauteur de plusieurs mètres, et nous avons constaté que les blocs présentaient une composition minéralogique identique à celle de la roche traversée par les galeries : comme cette dernière, ils étaient constitués par un poudingue à éléments jurassiques. Les galeries d'exploitation des minières de la Chapelle-Saint-Ursin montrent encore cette identité : ces galeries se trouvent tantôt au toit, tantôt au mur du gisement, et la roche traversée est toujours la même. C'est seulement à une certaine profondeur au-dessous des gisements exploités que se rencontre le calcaire jurassique nettement stratifié. D'ailleurs, cette identité des roches du toit et du mur a été depuis longtemps reconnue. Dans le mémoire déjà cité sur le bassin de l'Au-bois, M. Beau s'exprime ainsi (*) : « Les barrages (formés

(*) *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, XV, p. 677.

dans le gisement par le roc calcaire) sont de même nature que le toit et le mur du gisement, à tel point qu'il est impossible de distinguer, dans leur structure, le point de jonction des deux terrains.

« Il nous reste à expliquer comment la ligne de jonction des deux terrains a pu devenir insensible ; mais, avant de chercher à le faire, nous devons relater un fait important : la présence fréquente de calcaire blanc semblable au terrain lacustre supérieur sous le minerai, et entre celui-ci et le calcaire marneux (jurassique).

« Il semblerait que la formation du minerai a été précédée et suivie d'un dépôt de calcaire lacustre blanc de même nature. De là proviendrait cette jonction si intime et cette soudure si parfaite, qu'on ne peut distinguer dans un barrage le point où le terrain supérieur s'est soudé au terrain inférieur. »

Ainsi, toutes les observations démontrent l'identité de la roche du toit et de celle du mur ; et ce fait, aussi bien que ceux que nous avons déjà énoncés : existence de la cheminée, inclinaison des parois, état de corrosion de ces parois, conduisent encore à cette conclusion nécessaire, que le minerai est logé dans des cavités d'une roche plus ancienne : la nature minéralogique de cette roche montre bien clairement qu'elle doit être rapportée au calcaire jurassique métamorphisé.

De là résulte que les filons de la Chapelle peuvent être représentés par la coupe (*fig. 9*, Pl. VI), et que l'on doit les considérer comme résultant de l'élargissement des fissures du calcaire jurassique, élargissement d'ailleurs mis en évidence par l'état de corrosion des parois.

En outre, nous retrouvons pour ce mode de gisement tous les détails de structure que nous avons indiqués pour les gisements en poches : tantôt il offre une structure rubanée, par suite du passage graduel du terrage

au castillard et de celui-ci au calcaire : tantôt, au contraire, le terrage se trouve isolé par une salbande d'argile stérile appliquée sur les parois de la roche encaissante.

Les gisements en filons de la Chapelle appartiennent donc aux types des filons métalliques : la partie exploitée n'est qu'un amas résultant d'un épanouissement local du filon.

Dans l'exploitation du bois de Fond-Moreau (commune de Plou), nous avons observé (année 1876) un mode de gisement un peu différent de ceux que nous venons d'indiquer.

Il consiste en un amas lenticulaire occupant, en plan, une surface d'à peu près un hectare. Cet amas n'est pas continu ; le minerai se trouve interrompu de distance en distance par de gros piliers calcaires présentant de profonds sillons, évasés à leurs deux extrémités, et se raccordant avec le toit et le mur. Le gisement forme donc une série de chambres réunies par des couloirs plus ou moins étroits, ou mieux, le remplissage d'une vaste salle dont le plafond est supporté par de grosses colonnes cannelées.

Les parois de ces chambres sont inégales, irrégulières, et offrent les traces de corrosion que nous avons déjà signalées sur les parois de toutes les cavités occupées par le minerai. L'examen d'un puits d'extraction, que nous avons pu observer peu de temps après son fonçage, nous a montré que le minerai se trouvait encaissé dans un calcaire grenu, cristallin, saccharoïde, à cassure esquilleuse, contenant des noyaux de calcaire lithographique, et recouvert par le calcaire lacustre, facile à distinguer par ses tubulures et ses cavités vermiculaires.

Le gisement de Fond-Moreau consiste donc en un amas lenticulaire intercalé entre les bancs du calcaire jurassique, et résultant d'une action corrosive qui s'est propa-

gée parallèlement à la stratification : les piliers calcaires qui réunissent le toit et le mur de cet amas sont restés comme témoins des corrosions qui ont détruit les couches jurassiques, tandis que le développement de la texture cristalline au voisinage de ces couches indique l'action des phénomènes chimiques et thermaux qui les ont accompagnées.

Ce gisement se rapproche du type des gisements en filons de la Chapelle, et diffère seulement en ce que les filons plus rapprochés sont plus développés aux dépens de la roche calcaire : il existe, entre ce gisement et celui des filons, la même relation qu'entre les gisements en poches éparses et les gisements en couches résultant de la juxtaposition de gisements en poches. Ce mode de gisement se rencontre aussi dans les exploitations de la Chapelle ; il constitue ce que les ouvriers désignent sous le nom de *plot de mine* : ce sont des amas lenticulaires, souvent d'une étendue de quelques ares, interrompus par des piliers calcaires plus ou moins développés, réunissant le toit et le mur.

Gisements souterrains argileux. — Les gisements que nous avons considérés jusqu'ici consistent uniquement en amas logés dans des cavités de roches calcaires : le remplissage de ces cavités est constitué essentiellement par des grains de minerai disséminés dans une gangue argileuse ; l'argile stérile ne s'y rencontre qu'accidentellement et toujours en proportion très minime.

Dans les gisements que nous avons désignés sous le nom de gisements argileux souterrains, les amas de minerai sont au contraire subordonnés aux dépôts d'argiles sidérolithiques stériles ; celles-ci forment des nappes puissantes, au milieu desquelles le minerai se trouve concentré par places en nids et amas irréguliers.

Ces nids et amas se trouvent surtout à la partie infé-

rieure du dépôt, au voisinage des roches calcaires qui supportent l'argile sidérolithique; c'est seulement dans cette position qu'ils se présentent dans des conditions favorables pour l'exploitation. Les nids, rencontrés à un niveau supérieur, sont généralement peu riches et peu puissants : ils sont reliés entre eux et avec les amas inférieurs par une série de veinules de minerai qui s'entrecroisent en tous sens, et forment un réseau inextricable au milieu de l'argile sidérolithique.

Les dépôts inférieurs constituent tantôt de petites poches, tantôt des amas lenticulaires, tantôt des traînées allongées dans un seul sens, alignées comme les gisements de la Chapelle, et également désignées par les mineurs sous le nom de *filons* : quelquefois le minerai s'élève verticalement à travers le dépôt argileux, et met en relation les amas inférieurs avec des nids situés à un niveau supérieur.

Les argiles sidérolithiques inférieures sont généralement d'une couleur claire, grise ou blanc verdâtre. L'argile, qui sert de gangue au minerai, est d'un jaune ocreux ou même rouge sanguin, et tranche nettement par sa couleur sur l'argile stérile : celle-ci est très souvent pure et presque réfractaire.

Les argiles stériles, qui occupent la partie supérieure du dépôt, sont toujours moins pures et rarement réfractaires. On y trouve, disséminés dans la masse, des rognons d'un calcaire saccharoïde assez analogue, par son aspect, au calcaire métamorphisé, et qui probablement proviennent de débris de ce dernier, empâtés au milieu des argiles : on y rencontre également des concrétions calcaires et des géodes, résultant probablement de la cristallisation du calcaire dissous.

COMPOSITION CHIMIQUE DU TERRAIN SIDÉROLITHIQUE ET DES MINÉRAIS DE FER.

Le minerai du Berry se présente d'ordinaire en grains libres disséminés dans une gangue argileuse ; parfois ceux-ci sont agglomérés par un ciment ferrugineux, en rognons plus ou moins volumineux, nommés par les mineurs *callots*.

Cette gangue est de couleur ocreuse, veinée de blanc ; une analyse faite au laboratoire de l'École des mines sur un échantillon recueilli dans les minières de la Corne (bassin de la Chapelle-Saint-Ursin), a donné les résultats suivants :

Silice	68,60
Alumine	13,60
Peroxyde de fer	3,60
Chaux	0,30
Magnésie	0,60
Alcali	traces
Perte par calcination	12,60

Le *minerai en terrage* donne, au lavage, une proportion de minerai net qui varie de 40 à 60 p. 100.

Les grains de minerai sont, en moyenne, de la forme et de la grosseur d'un pois ; de là vient leur nom de *minerai pisiforme* ou *pisolithique* (*Bohnerz* des Allemands).

Leur surface est d'ordinaire brillante ; leur cassure indique qu'ils sont formés de couches concentriques présentant au centre un granule de sable ou d'argile.

Leur composition varie entre des limites assez rapprochées, comme l'indiquent les analyses suivantes, faites au laboratoire de l'École des Mines :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Silice	10,60	23,60	19,30	30,00	11,60	11,40	22,50	20,00	32,00	34,50	25,00
Alumine	12,10				22,08	22,52					
Peroxyde de fer	58,70	57,30	64,60	54,60	50,87	50,86	60,00	65,00	56,00	49,50	57,00
Oxyde rouge de manganèse	non dosé	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Chaux	1,20	"	traces	traces	traces	traces	2,00	traces	traces	"	3,80
Magnésie	non dosée	"	traces	"	traces	traces	"	traces	traces	"	"
Acide sulfurique	id.	traces	0,10	traces	0,40	0,32	0,25	0,10	0,05	traces	0,06
Acide phosphorique	id.	0,30	0,20	0,30	0,05	0,08	0,40	0,20	0,20	0,40	traces
Perte par calcination	15,10	18,60	15,60	15,00	15,00	14,60	14,40	14,30	11,60	15,50	13,30
Total	97,70	99,80	99,80	99,90	100,00	99,78	99,55	99,60	99,85	99,90	99,36

1. Minéral de la Chapelle-Saint-Ursin.
2, 3, 4, 5, 6. Minerais de Saint-Florent.
7, 8. Minerais de Chanteloup (commune de Lunery).

9. Minéral de Poisieux.
10. Minéral de l'Espinasse.
11. Minéral de Dun-le-Roi.

Il est à remarquer, d'une manière générale, que plus les grains de minéral sont gros, moins ils sont réguliers et riches. La teneur la plus élevée est d'ordinaire donnée par les grains réellement pisolithiques, de forme régulièrement sphérique.

Le poids du mètre cube de minéral varie de 1.800 à 1.950 kilogrammes.

Nous avons donné précédemment l'analyse de l'*argilolithe* de Mehun (*); lorsque la proportion de silice augmente, elle passe à l'opale. L'analyse d'un échantillon de cette dernière substance indique la composition suivante :

Silice	89,00
Alumine	2,60
Peroxyde de fer	traces
Chaux	1,50
Magnésie	1,50
Perte par calcination	5,00
Total	99,60
Silice soluble	0,48

(*) Voir page 331.

L'argilolithe chargée d'oxyde de fer fournit un minéral noduleux qui a été exploité en divers points du département. Trois échantillons, pris dans les minerais de Rhein-du-Bois, près Mehun, ont donné :

Silice	32,00	34,50	30,70
Alumine	13,60	17,80	10,90
Oxyde de fer	41,30	34,50	48,40
Chaux	0,80	0,70	1,40
Perte par calcination	11,50	11,60	8,20
Total	99,20	99,10	99,60

Dans les gisements de minéral de fer en grains, on trouve des pisolithes de couleur noire, très friables, tachant les doigts; ce minéral est désigné, par les mineurs, sous le nom de *mine brûlée*. Un échantillon, que nous avons recueilli dans les exploitations du Veully (bassin de la Chapelle-Saint-Ursin), analysé au laboratoire de l'École des mines, a donné les résultats suivants :

Silice et argile	68,00
Peroxyde de fer	9,80
Peroxyde de manganèse	9,12
Oxyde de cobalt	0,40
Perte par calcination	13,60
Sulfate de baryte	néant

En dehors des substances dominantes dont la proportion est donnée par les analyses précédentes, le minéral de fer en grains renferme encore d'autres matières en proportion infinitésimale, matières que l'analyse ordinaire ne peut déceler, mais qui sont séparées et mises en évidence par les réactions qui s'opèrent au sein des hauts fourneaux. Ceux-ci laissent souvent couler à travers les fissures de leur maçonnerie, un métal bleuâtre que l'on peut quelquefois recueillir dans les embrasurés des tuyères ou que l'on retrouve seulement au moment des démolitions. Ce métal est du zinc, renfermant seulement des

traces de plomb. Il se dépose encore, au gueulard, des cadmies de couleur gris jaunâtre ou verdâtre; ce sont des oxydes de zinc. Une de ces cadmies, provenant du haut fourneau de Bigny, analysée au laboratoire de l'École des mines, se composait presque uniquement de cette substance.

Les argiles sidérolithiques contiennent, en rognons de dimensions variables, de l'halloysite et diverses autres substances, de composition analogue aux silicates d'alumine que l'on trouve d'ordinaire subordonnés aux filons métalliques. Nous n'en avons rencontré aucun échantillon dans le Berry, mais ils sont assez fréquents dans le Poitou, la Charente et la Dordogne.

L'halloysite est un silicate d'alumine hydraté, dont la composition chimique est : silice 49,40, alumine 39,31; eau 24,14; elle est soluble dans l'acide sulfurique.

Cette substance, onctueuse et douce au toucher, d'un éclat cireux, de couleur blanche, rose ou jaunâtre, se trouve en nids dans l'argile sidérolithique aux environs de Montmorillon, où elle constitue une variété que l'on a nommée *montmorillonite*; composition chimique : silice 50,15, alumine 22,20, oxyde de fer, chaux, magnésie, alcalis. 3. La *delanouite* de Millac, près Nontron, a les mêmes caractères.

La *nontronite*, qui se trouve à Saint-Pardoux, près Nontron, est une substance également amorphe, tendre et onctueuse au toucher, d'un jaune verdâtre, soluble dans les acides, en laissant une gelée; elle se compose de :

Silice	41,31
Peroxyde de fer	35,69
Alumine	3,31
Chaux	0,19
Eau	18,63

L'argile sidérolithique est souvent d'un blanc grisâtre et ressemble assez à du kaolin. Un échantillon recueilli à

Luet, près Marmagne (canton de Mehun), a présenté la composition suivante :

Silice	56,33
Alumine	30,00
Chaux	0,10
Magnésie	0,10
Peroxyde de fer	0,20
Alcalis	0,30
Perte par calcination	12,66
Total	99,69

L'argile blanche sidérolithique est exploitée comme matière réfractaire, pour la fabrication des cazettes, sur un assez grand nombre de points, notamment dans l'Indre et la Haute-Vienne.

Elle est également utilisée, pour la fabrication des poteries, dans le Berry et le Poitou.

Nous avons vu que les calcaires jurassiques subissent de nombreuses modifications au voisinage des dépôts sidérolithiques; le plus souvent elles consistent en un simple développement de la texture cristalline, mais souvent aussi en un changement de composition : le calcaire se charge d'alumine et d'oxyde de fer, de sorte que l'on obtient tous les passages entre le calcaire pur et l'argile sidérolithique.

Un échantillon particulièrement intéressant est celui que nous avons recueilli à Lapan, à la base d'une poche de minéral : c'est une marne friable, avec veinules de couleur brun noirâtre. L'analyse faite au laboratoire de l'École des mines a donné la composition suivante :

Silice	6,00
Alumine	3,30
Peroxyde de fer	15,00
Chaux	38,00
Magnésie	0,30
Perte par calcination	37,00

Une partie du fer dosé dans cet échantillon était à l'état carbonaté.

RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES MINÈRES DU DÉPARTEMENT DU CHER.

Nous passerons rapidement en revue les diverses minières du département du Cher, en allant de l'est à l'ouest et du nord au sud.

Groupe de l'est.

Il existe, entre la faille de Sancerre et la vallée de la Loire, un groupe important de minières qui alimentaient autrefois les usines de Torteron, Feulardes, le Chautay, la Guerche, Précy, un certain nombre de hauts fourneaux de la Nièvre et les usines de l'Allier.

Vers le nord, les gisements se prolongent jusqu'au delà de Sancerques; ils constituent des poches de quelques mètres de profondeur et n'ont jamais donné lieu à une extraction bien active.

C'est surtout dans la région comprise entre la Guerche et Menetou-Couture, à l'ouest de la rivière de l'Aubois, entre celle-ci et la faille de Sancerre, qu'ils prennent un grand développement et constituent le bassin dit de l'*Aubois*. Ce bassin présente une forme sensiblement elliptique, dont le grand axe, dirigé à peu près nord-sud, a environ 12 kilomètres et le petit environ 5.

Les gisements de minerai consistent, soit en poches superficielles, soit en filons et vastes amas lenticulaires recouverts par le calcaire lacustre; ils ont été exploités sur un grand nombre de points, à ciel ouvert, par petits puits et galeries, et par travaux souterrains réguliers jusqu'à une profondeur de 30 mètres. Dans ces dernières

années, un puits avait été foncé jusqu'à 60 mètres, mais les travaux ont été arrêtés avant qu'il n'y ait eu aucune exploitation.

Les gisements s'étendent sur les communes de Menetou-Couture, le Chautay, Torteron (autrefois Patinges) et la Guerche.

Les principales minières étaient: à l'est, celles de Bois-Minon, la Raquinerie, Bois-Loumas, Bernay, Mauregard; à l'ouest, celles du Chautay, Beaurenard, Audres, Martoux et la Pouletterie.

L'extraction annuelle de ces minières s'est élevée jusqu'à près de 60.000 tonnes de minerai lavé.

Dans les minières de Bernay, des cristaux de gypse se trouvent dans l'argile, empâtant les grains de minerai.

Groupe de l'ouest.

Vallée de l'Yèvre. — Les minerais de fer tertiaires n'ont été exploités, sur la rive droite (orientale) de la vallée de l'Yèvre, que sur un très petit nombre de points.

Nous citerons les minières du Crot-à-Foulon et Gerissey (commune de Saint-Doulchard), et celles du Rhein-du-Bois (commune d'Allouis), exploitées à peu de profondeur, et donnant un minerai noduleux, sensiblement moins alumineux que le minerai ordinaire en grains; d'où le nom de *mine chaude* ou *mine siliceuse*.

Le minerai en grains a été exploité sous le calcaire lacustre, à peu de distance de Mehun, au nord-est à Asnières.

Entre l'Yèvre et l'Auron, le minerai en grains constitue des gisements superficiels disséminés à la surface du plateau jurassique. Ils ont été exploités sur un très grand nombre de points: minières de Bois-Martin et de Soye (commune de Soye), du Bois-Rousseau (commune de Crosse), de Feulardes et de l'Orme-Denis (commune d'An-

noix), de Biou (commune de Jussy), d'Etréchy (commune d'Osmery) et de Bussy; toutes ces minières n'ont d'ailleurs donné lieu qu'à des exploitations de peu de durée.

Vallée de l'Auron. — Les gisements de cette vallée constituent deux centres importants : le bassin de la Chapelle-Saint-Ursin (au nord) et celui de Dun-le-Roi (au sud), autour desquels se groupent un certain nombre de petits gisements superficiels disséminés sur le plateau jurassique.

Le bassin de la Chapelle-Saint-Ursin commence à l'est, près du village de ce nom, se poursuit à l'ouest jusque vers la vallée du Cher, au nord jusqu'à Mehun, et au sud jusqu'à la route de Bourges à Saint-Florent.

L'exploitation s'est portée d'abord sur les gisements superficiels de la bordure de ce bassin : minières de Luet (commune de Marmagne), des Plantes-de-Bois-Vert (communes de Bourges et de la Chapelle-Saint-Ursin).

Plus tard, les filons ont été exploités sur une profondeur de 8 à 10 mètres, sur le bord oriental du bassin, par petits puits et galeries; plus récemment, ont été ouvertes les grandes exploitations régulières, à une profondeur moyenne de 30 mètres, des Bordes, Ignou, la Corne et Prunet.

La production annuelle de ce bassin a, certaines années, dépassé 40.000 tonnes de minerai lavé.

Entre le bassin de la Chapelle et celui de Dun-le-Roi, on ne trouve plus que des amas discontinus exploités sur un assez grand nombre de points; les gisements les plus importants ont été ceux de Bois-Vert (commune de Saint-Just), où les poches de minerai atteignaient des proportions considérables.

Les autres minières sont celles de Villardeau et du Champ-des-Genièvres (commune de Senneçay), et celles du Plaix (commune de Levet).

Les minières de Dun-le-Roi ont constitué, à une certaine époque, un des centres importants d'extraction minière; elles se rattachent à un vaste dépôt lacustre, qui s'étend entre l'Auron et le Cher; les gisements de minerai semblent surtout abondants et riches sur la bordure orientale, au voisinage de la vallée de l'Auron; ils diminuent d'importance au fur à mesure qu'on s'en éloigne; déjà, à Poilvilain, la Bouillère et les Bois-Forts (commune de Saint-Germain), ils semblent avoir perdu beaucoup de leur richesse, et plus à l'ouest, ils n'ont jamais donné lieu qu'à des exploitations de courte durée.

Les travaux les plus fructueux se sont donc concentrés sur la bordure du bassin, où l'on a d'abord pris les affleurements à ciel ouvert; de petits puits et galeries, puis de grandes exploitations régulières ont permis d'extraire le minerai jusqu'à une profondeur de 15 à 20 mètres.

Presque tous ces travaux ont été concentrés dans l'angle formé par les routes de Dun-le-Roi à Châteauneuf et de Dun-le-Roi à Vorly; au sud de la première, il n'y a eu que des extractions sans importance.

Plus au sud encore, le minerai de fer a été exploité à ciel ouvert, à une époque déjà assez reculée, dans les bois de Couris, près Meillant.

Vallée du Cher. — Le minerai de fer en grains a été exploité sur un très grand nombre de points au voisinage de la vallée du Cher, mais il n'y a existé, en réalité, qu'un seul centre d'exploitation important : le bassin de Saint-Florent, auquel il convient de rattacher celui de Chanteloup, qui n'en est séparé que par la vallée du Cher.

L'étendue superficielle de ce bassin n'est pas considérable; il a été cependant le siège d'une exploitation active, dirigée par le Creusot.

Les minerais de Chanteloup offrent une particularité assez remarquable : on y trouve deux niveaux de filons;

tandis qu'au niveau inférieur l'argile qui contient les grains de minéral offre, comme d'ordinaire, une teinte ocreuse, au niveau supérieur elle présente une couleur rouge très vive. Les mineurs y distinguaient donc deux sortes de mines : la *mine jaune* et la *mine rouge*; cette dernière étant regardée comme plus réfractaire et de qualité inférieure.

Au nord de ce bassin un certain nombre de minières ont été exploitées; ce sont celles de la Motte (commune de Preuilly), du Colombier (commune de Saint-Thorette), de Fondmoreau (commune de Plou), de la Madeleine et de la Lande (commune de Villeneuve). Elles sont beaucoup plus nombreuses dans la région sud : nous trouvons d'abord, celles d'Echalusse, de Maleray, des Usages-de-Primelles, de Toux (commune de Primelles); celles de Lapan et d'Ilouet (commune de Lapan); celles d'Effes, des Ruesses-Armères et de Corquoy (commune de Corquoy); celles de Venesmes; celles du Gardieu et des bois de Bigny (commune de Bigny-Vallenay).

Nous arrivons ainsi aux minières de l'Espinasse (commune de Chambon), qui forment un bassin se prolongeant vers l'ouest, sous une partie de l'ancien étang de Villiers, et vers l'est, jusque dans la forêt d'Habert.

En 1855 on avait installé, à l'Espinasse, un grand puits de 20 mètres de profondeur, armé de machines d'extraction et d'épuisement, pendant qu'on exploitait à ciel ouvert, ou par petits puits et galeries, la bordure orientale, près des Loges-de-l'Espinasse.

Quelques extractions de peu d'importance ont encore eu lieu dans la forêt d'Habert et dans les minières des Cosses (commune de Morlac).

Vallée de l'Arnon. — Les gisements de minéral commencent à devenir moins abondants et moins riches dans cette vallée.

Au nord, le minéral a été exploité sur plusieurs points

autour de Massay : minières de la Châtaigneraie, de l'Orme, de Luard; il se poursuit jusqu'auprès de Chéry, où il a été également exploité.

Plus au sud, nous trouvons les minières de Poisieux, renommées par la qualité spéciale de leur minéral.

Puis celles des environs de Mareuil : minières de Villiers, Crézay, Mesmain et l'Ecoron.

Nous arrivons alors à un bassin assez étendu, formé de grès et d'argiles sableuses : ce sont les minières des Brandes; elles ne fournissaient qu'un minéral de qualité inférieure, et ont été exploitées dans les bois de Crécy, les Tailles-des-Brunetais (commune de Villecelin), à Pont-Chauvet (commune de la Celle-Condé), aux Brandes et à Bois-Fermier (commune de Saint-Baudel).

Plus au sud, le minéral disparaît, ou du moins on n'en retrouve que des dépôts insignifiants; tels sont, par exemple, ceux qui ont été signalés à Saint-Janvrin, à l'extrémité méridionale du département, et qui, d'après les renseignements que nous avons, appartiendraient encore à la formation tertiaire (*).

En résumé : dans l'est du département, les gisements de minéral n'occupent qu'une surface très restreinte, dans le val de l'Aubois, suivant une direction à peu près nord-sud; dans l'ouest du département, les gisements sont plus abondants et couvrent une surface bien plus considérable; mais ils ne présentent une richesse véritable qu'entre les vallées de l'Auron et du Cher; ils forment là une traînée nord-sud très caractérisée.

Il est à remarquer, enfin, que les gisements les plus riches sont en rapport avec les assises des calcaires lithographiques, et qu'en dehors de la région occupée par les affleurements de ceux-ci, ils n'ont plus la même abon-

(*) Ce point reste fort douteux pour nous, en raison de la situation de ce gisement au milieu des roches primitives.

dance et la même puissance ; il y a, évidemment là, une *relation étroite entre la richesse des gisements et l'état fissuré des calcaires auxquels ils sont subordonnés.*

ORIGINE DES DÉPÔTS SIDÉROLITHIQUES.

Le minéral de fer sidérolithique a été désigné pendant longtemps sous le nom de minéral d'*alluvion*, parce qu'on le considérait, en raison de sa forme sphéroïdale, comme un produit de charriage, se présentant seulement en gîtes superficiels.

Al. Brongniart (*), le premier, émit l'idée que le minéral de fer pisiforme peut être regardé « comme un précipité d'oxyde de fer formé par des eaux minérales ferrugineuses qui sortaient par les fissures ouvertes dans les calcaires compacts, jurassiques ou autres, avec l'abondance, l'impétuosité, la saturation et avec toute la puissance d'action qui était l'attribut des phénomènes géologiques de cette époque.

« Cet hydroxyde de fer pouvait être roulé en sphéroïdes par la double action du précipité et de l'émission de l'eau. Il pouvait se répandre en partie à la surface du sol avec l'eau qui s'épanchait des nombreuses sources, dont on voit partout les traces ; il pouvait rester aussi en partie dans les cavernes et fissures...

« Cette théorie n'est que l'application de ce que nous montre la nature dans quelques circonstances.

« On sait ce qui se passe à la sortie des sources d'eau thermale de Carlsbad ; il s'y forme des pisolithes calcaires en abondance.

« Si la source, qui dépose aussi un peu d'hydrate de

(*) *Notice sur les brèches osseuses et les minerais de fer pisiformes de même position géognostique (Annales des sciences naturelles, 1828, XIV).*

fer, était plus ferrugineuse, on aurait des pisolithes d'hydrate de fer. »

Ainsi, en 1828, Al. Brongniart regarde les gisements de minéral en grains comme des dépôts de sources minérales dans des fentes et fissures élargies des calcaires.

Cette manière de voir rend bien compte des diverses circonstances du gisement de ces minerais.

La structure, par couches concentriques, des grains de minéral indique un dépôt chimique.

La plupart de ces gisements contiennent uniquement des grains disséminés dans une argile pure sans aucun mélange de matériaux manifestement charriés.

L'association exclusive des gisements de ce minéral et des roches calcaires établit non moins nettement que le dépôt minéral a été favorisé par la présence de l'élément calcaire.

Les gisements sont surtout abondants et puissants dans la zone des calcaires lithographiques, en raison des nombreuses fissures que ceux-ci présentent.

Les irrégularités et les gibbosités des surfaces de la roche calcaire encaissante montrent que les cavités occupées par le minéral résultent d'actions corrosives intenses.

Les modifications subies par la roche encaissante au voisinage des gisements attestent les réactions chimiques qui ont accompagné la venue du minéral.

Tout cet ensemble de faits confirme l'exactitude de l'opinion émise par Brongniart, opinion qui fut promptement acceptée par la majorité des géologues ; aujourd'hui il n'est plus contesté par personne, que le minéral pisiforme ne soit un produit d'origine purement chimique : la discussion reste seulement ouverte sur l'origine première de la matière minérale.

On ne tarda pas à étendre la théorie précédente aux argiles et sables qui accompagnent le minéral. D'Oma-

lius d'Halloy paraît, le premier, avoir attribué certains dépôts d'argiles et de sables à des émissions internes.

Cette idée était hardie; elle put paraître audacieuse surtout à un moment où étaient en vogue les théories de l'école des causes actuelles, école qui ne veut admettre dans l'histoire du globe terrestre que la répétition des mêmes causes, agissant toujours d'une manière identique, sans variation dans leur intensité.

L'hypothèse soutenue par d'Omalius d'Halloy fut vivement discutée, mais elle trouva néanmoins un grand nombre d'adhérents.

Il y a quelques années seulement, M. Douvillé (*) a montré que les sables granitiques des environs de Vernon ne devaient pas être rattachés à la série sédimentaire, mais qu'ils étaient d'origine éruptive, des *dépôts d'épanchements boueux*.

Plus récemment, cette question a été remise en discussion par un géologue belge, M. Van den Broeck, qui a étudié d'une manière spéciale les phénomènes d'altération superficielle produits par l'infiltration des eaux météoriques, et a publié sur cette question un intéressant ouvrage (**). Il a voulu faire l'application de ses conclusions à l'étude de l'origine des terrains dont nous nous occupons. M. Van den Broeck regarde l'argile à silex comme le résidu de l'action dissolvante exercée sur la craie par les eaux météoriques chargées d'acide carbonique. Les dépôts sidérolithiques sont également pour lui le résultat de l'infiltration d'eaux superficielles dans les roches calcaires; elles ont, par dissolution et oxydation, éliminé l'élément calcaire et laissé un résidu argilo-ferrugineux dans lequel l'oxyde de fer s'est concrétionné par un transport moléculaire.

(*) *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, VI.

(**) *Mémoire sur les phénomènes d'altération des dépôts superficiels*, Bruxelles, 1881.

« Les argiles ferrugineuses ou plastiques, ... le fer hydraté, le minéral de fer en grains, sont très généralement les résidus d'altération, de dissolution, de concrétionnement et de métamorphisme hydro-chimique de dépôts soumis à des phénomènes accentués d'altération sur place. »

M. Van den Broeck explique d'ailleurs les phénomènes d'alignements que présentent les gisements de minéral de fer en grains par l'existence de cassures préexistantes qui ont facilité et localisé l'action des eaux d'infiltration.

Il est certain que cette théorie peut paraître séduisante, surtout pour les *actualistes* de l'école dont nous parlions tout à l'heure; elle rend compte de certaines circonstances des gisements, d'une manière aussi satisfaisante que la théorie des sources minérales, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque l'une et l'autre mettent en jeu des actions dissolvantes et chimiques qui peuvent évidemment aboutir au même résultat.

Par contre, la théorie des altérations superficielles rend difficilement compte de certaines autres particularités des gisements ou paraît même incompatible avec elles, tandis qu'elles trouvent une explication facile dans l'hypothèse d'une origine interne.

Nous ne parlons pas, bien entendu, des argiles à silex ni des minerais de fer du Boulonnais, dont nous ne connaissons qu'imparfaitement les conditions de gisement; nous n'examinerons la question qu'au point de vue de ce vaste dépôt sidérolithique qui forme une ceinture autour du plateau central, à travers le Berry, le Poitou, l'Angoumois et le Périgord; nous voulons seulement parler aussi de cette argile à silex qui se trouve au-dessus du terrain crétacé de la bordure méridionale et occidentale du bassin de Paris dans la Puisaye, la Sologne, le Blaisois, la Touraine, le Perche, le Maine et l'Anjou.

Si nous envisageons d'abord la question des minerais de fer en grains, le premier point qui se présente est d'examiner la possibilité de ce mode de formation basée sur l'épaisseur des massifs calcaires qui ont dû disparaître pour laisser les dépôts exploités à l'époque actuelle.

M. Van den Broeck a été au-devant de cette objection et il a déjà répondu que « l'on se fait d'ordinaire une idée fausse sur la différence de volume qui peut exister entre une masse donnée de calcaire et son résidu de dissolution; qu'il se produit par l'oxydation des sels ferreux un foisonnement considérable, qui donne un volume bien supérieur à celui que l'on trouverait dans une expérience de laboratoire par l'attaque par un acide. » Cette argumentation est loin d'être péremptoire; il est d'ailleurs facile de serrer la question de plus près et d'échapper à la difficulté signalée par M. Van den Broeck en considérant les poids au lieu des volumes.

Dans le Berry, où les gisements de minerai en grains ont été exploités sur une échelle très considérable, on a constaté que l'hectare de terrain donne, en général, dans les gisements en couches ou en filons, un produit de 10.000 tonnes à 20.000 tonnes de minerai tenant en moyenne 40 p. 100 de fer, ce qui représente 4.000 à 8.000 tonnes de métal à l'hectare.

Ces gisements reposent sur les calcaires lithographiques inférieurs au système crétacé dont les assises sont formées de sables et de gaize : ces dernières roches n'ont donc absolument rien pu fournir pour la production du minerai et doivent être écartées de nos calculs.

Les calcaires lithographiques ont une composition assez constante; la proportion d'oxyde de fer qu'ils contiennent est, en moyenne, de 0,20 p. 100 et dépasse assez rarement 0,50 p. 100.

Il en résulte qu'en supposant même 100 kilogrammes

de fer par mètre cube nous sommes au-dessus de la vérité et, par conséquent, pour expliquer la présence des quantités de métal que nous indiquons tout à l'heure, il faudrait supposer la disparition, par dissolution, d'une épaisseur d'au moins 40 à 80 mètres de calcaire.

Ce chiffre n'a rien d'effrayant, car la puissance totale des calcaires jurassiques est de plusieurs centaines de mètres.

Il n'y a donc, au premier abord, aucune impossibilité à ce que les dépôts de minerai résultent de la dissolution du calcaire jurassique; mais si l'on admet ce mode de formation, il faut remarquer que ceux-ci ne pourront avoir la puissance indiquée précédemment qu'à partir d'un certain niveau au-dessous des assises crétacées, autrement dit qu'à une certaine distance horizontale des affleurements de ces dernières, puisqu'elles n'ont pu intervenir dans le phénomène. En d'autres termes, abstraction faite de tous calculs, la puissance du dépôt sidérolithique devrait être nulle au voisinage des assises crétacées et aller en croissant proportionnellement au fur et à mesure que l'on s'en éloigne.

L'intervention de tout phénomène de transport devant être écartée, ainsi que l'indiquent la nature et les conditions du gisement, et que le constate M. Van den Broeck, le résultat précédent est une conséquence nécessaire de la théorie de la formation sur place des dépôts ferrugineux par altération et dissolution des roches calcaires.

Or, dans le Berry, la distribution des gisements est loin de suivre cette loi; si l'on examine la manière dont ils sont répartis à la surface du plateau jurassique, on ne voit pas que les dépôts les plus riches soient ceux qui sont les plus éloignés des affleurements crétacés; au contraire, on a exploité dans leur voisinage presque immédiat des dépôts qui ne le cèdent pas en richesse à ceux que l'on trouve à une plus grande distance.

C'est là une considération décisive et qui nous paraît devoir faire écarter tout d'abord la théorie de la formation des dépôts sidérolithiques par l'action chimique des infiltrations superficielles; elle démontre la nécessité d'un apport, en dehors des phénomènes de transport qui doivent être écartés, ainsi qu'il est reconnu d'une manière incontestable.

Nous avons déjà suffisamment indiqué comment l'allure des gisements et leurs relations avec les roches encaissantes apportaient de nombreux arguments en faveur de la théorie que nous soutenons.

Nous nous bornerons à insister sur les conséquences que l'on peut tirer de la forme et de la structure des minerais sidérolithiques qui, sauf quelques exceptions dues à des circonstances locales, sont en grains sphériques à couches concentriques très régulières.

L'expérience nous fait connaître dans quelles conditions se forment des corps de structure semblable : sans parler de l'exemple si souvent cité des pisolithes de Carlsbad, nous voyons tous les jours de véritables pisolithes concrétionnées, à couches concentriques, se déposer dans les chaudières à vapeur alimentées par des eaux calcaires.

Il ne serait assurément pas difficile de reproduire dans des conditions analogues des pisolithes ferrugineuses.

C'est grâce à une précipitation du même genre que des grains de minerai, recouverts d'une croûte calcaire concrétionnée, ont été trouvés dans de vieux travaux des minières de la Chapelle-Saint-Ursin, où ils étaient lavés et remaniés par des eaux d'infiltration chargées de calcaire.

Ces observations montrent nettement que les pisolithes se forment par une précipitation chimique, au sein d'eaux agitées, de manière à produire, par un dépôt successif, une répartition uniforme de la matière sur toute la surface du corps en formation.

Quant aux dépôts ferrugineux qui peuvent se former au sein des matières argileuses, par déplacements ou entraînements moléculaires, nous ne pouvons chercher de terme de comparaison qu'avec les concrétions tuberculeuses qui se rencontrent, par exemple, dans les limons superficiels et qu'on désigne sous le nom d'*œtites* ou *septaria*.

Nous voyons donc, démontré par l'expérience, que, dans la formation des dépôts ferrugineux par dissolution et oxydation des roches calcaires, il pourra seulement se produire de la limonite compacte ou géodique, tandis que la structure concrétionnée, à couches concentriques, indique un dépôt au sein d'eaux agitées.

Nous ajouterons que la composition même des minerais atteste encore leur origine interne, puisqu'ils contiennent, en quantité infinitésimale il est vrai, du zinc et du plomb, matières les plus ordinaires des filons métalliques, et qu'ils sont accompagnés fréquemment de pisolithes de manganèse contenant une proportion notable de cobalt, substance qui se rencontre seulement dans les gîtes de nature filonienne.

Si, au lieu de nous borner à considérer uniquement les gisements de minerai en grains nous portons notre attention sur les dépôts argileux auxquels ils sont subordonnés, nous arrivons aux mêmes conclusions.

Ce que nous allons dire s'applique d'ailleurs à l'argile à silex, qui présente avec le terrain sidérolithique la plus grande analogie.

Tous ces dépôts ont pour caractère essentiel de varier de nature d'une manière très irrégulière d'un point à un autre, sans que rien permette d'y voir le résultat d'un phénomène de transport, ni le produit d'un mode quelconque de sédimentation. Ils constituent ce que M. Douvillé a appelé des *dépôts boueux*, dépôts dans lesquels le sable et l'argile sont intimement et irrégu-

lièrement mélangés : le dépôt simultané de ces deux éléments n'a pu s'effectuer par voie de sédimentation, car il se serait produit alors un classement mécanique; il a eu lieu dans une masse à l'état boueux.

Ces dépôts sont constitués par des argiles tantôt pures, tantôt sableuses. Ces argiles sont souvent blanches et semblables à de véritables kaolins : l'analyse n'y révèle qu'une proportion excessivement faible d'oxyde de fer. Cette circonstance est complètement en désaccord avec le mode de formation par dissolution et oxydation des roches calcaires : il ne peut se produire ainsi que des argiles rouges ferrugineuses, comme le fait très bien observer M. Van den Broeck.

Ces argiles contiennent parfois du fer à l'état de silicate qui les colore en vert : fait non moins incompatible avec les phénomènes d'oxydation, conséquence nécessaire de l'infiltration des eaux superficielles.

Enfin elles sont, par places, très chargées de silice : celle-ci les durcit et les amène à l'état d'argilolithe, dans laquelle l'excès de silice se sépare à l'état d'opale; une proportion notable de la silice de ces argilolithes est à l'état soluble.

Comment expliquer toutes ces circonstances avec la théorie de M. Van den Broeck? Tandis que d'un côté nous voyons le calcaire, dont la dissolution supposée a dû donner naissance au dépôt sidérolithique, conserver partout une composition identique, ou du moins varier dans des limites assez rapprochées, nous voyons d'autre part le dépôt sidérolithique éprouver des variations considérables d'un point à un autre, souvent très rapproché, et nous le trouvons conservant le même faciès non seulement sur les calcaires des divers étages jurassiques, mais encore sur les roches primitives.

Enfin, M. Van den Broeck montre que la présence d'une couche d'argile imperméable suffit pour préserver

les couches sous-jacentes des altérations dues à l'infiltration des eaux météoriques. Comment concilier ce fait d'observation avec l'épaisseur considérable de l'argile à silex et des dépôts sidérolithiques qui atteignent souvent 30 mètres et plus d'épaisseur?

La théorie de l'apport interne résout facilement toutes les difficultés que nous venons de signaler.

Cette théorie ne met cependant en jeu aucun agent inconnu, aucune cause occulte, comme on se plaît à le lui reprocher : nous pouvons observer tous les jours des sources minérales qui déposent des calcaires, des oxydes ferreux et même des opales.

Les phénomènes de cet ordre ont encore, même à l'époque actuelle, une intensité notable.

Nous citerons les eaux d'Hammam Meskoutine, près Guelma, en Algérie, qui ont déposé sur une étendue de plusieurs kilomètres carrés des dépôts de travertin très puissants; en venant sourdre à la surface, elles ont édifié des cônes calcaires dont les formes rappellent, en sens inverse, il est vrai, celles de nos gisements de minéral. A Vichy, nous trouvons un dépôt important de travertin formé par la source des Célestins.

D'autre part, nous voyons les sources minérales apporter avec elles au jour des débris des roches qu'elles traversent, et souvent en quantité notable : ce fait a été vérifié à Plombières, à Bourbon-l'Archambault, etc.

L'apport de sables granitiques, provenant de la décomposition de roches granitiques ou porphyriques, n'a donc rien qui puisse nous surprendre.

D'ailleurs, il nous est arrivé de trouver dans les gisements de minéral des fragments de pegmatite en voie de décomposition, offrant un passage graduel à la gangue argileuse qui empâte les grains : cette observation met en évidence l'origine de cette argile.

Il suffit de constater l'existence de sources calcaires,

ferrugineuses ou siliceuses, pour que l'on ne puisse contester la légitimité de notre explication en se fondant sur la théorie des causes actuelles; car, si nous ne voulons pas admettre une augmentation d'intensité de ces agents nous pourrions toujours supposer une durée suffisante pour produire un dépôt aussi puissant que l'on pourra imaginer; la grandeur de l'un des facteurs compensera la petitesse de l'autre, et il n'est pas d'usage aujourd'hui de marchander le temps dans les explications géologiques.

Nous considérons donc les dépôts sidérolithiques comme résultant d'épanchements boueux accompagnés de jaillissement de sources minérales chargées de fer, de silice, de gypse, etc.

La présence, indiquée précédemment, d'une marne imprégnée de carbonate de fer à la base d'une poche de minéral et l'observation semblable déjà faite par Gruner pour les minerais de manganèse des Pyrénées constituent une confirmation éclatante de la théorie précédente. Ces faits démontrent que l'agent minéralisateur a été ici l'acide carbonique et non le soufre, comme on l'a prétendu, en voulant faire dériver le gypse de cette formation, d'une réaction de ce soufre sur les roches calcaires.

Les épanchements boueux et les venues d'eaux minérales qui ont constitué le terrain sidérolithique sont en rapport avec les mouvements du sol qui ont eu lieu pendant l'ère tertiaire : ils sont le retentissement, sur la bordure du plateau central, des phénomènes volcaniques qui avaient lieu, sur une si grande échelle, dans l'Auvergne.

Les éruptions qui ont donné naissance aux dépôts sidérolithiques du centre de la France ont été provoquées par les mouvements du sol, caractérisés par les failles du système Sancerrois, mouvements contemporains du

soulèvement principal des Pyrénées. Les dislocations et les fissures qui en sont résultées ont facilité l'émission des matières sidérolithiques : nous retrouvons leur direction dans les alignements des gîtes de minéral.

Nous ne voulons pas d'ailleurs affirmer que les phénomènes éruptifs aient seuls joué un rôle dans la formation sidérolithique; les phénomènes de sédimentation et de transport ont pu intervenir directement ou indirectement, mais seulement d'une manière très restreinte, ainsi que nous l'avons observé précédemment.

Il faut ajouter encore que les fentes et dépressions remplies par les dépôts sidérolithiques ont bien pu ne pas l'être toutes de bas en haut : les matières sidérolithiques, après s'être épanchées à la surface, ont pu également en opérer le remplissage de haut en bas.

La théorie de l'origine éruptive nous paraît donc donner l'explication la plus simple de ces dépôts singuliers, dont les caractères sont si distincts de ceux de la série sédimentaire : c'est elle qui se prête le mieux aux diverses circonstances et particularités qu'ils offrent.

Le phénomène sidérolithique, qui a peut-être commencé à la fin de l'époque crétacée (Bauxite de la Provence), paraît surtout caractéristique de l'ère tertiaire et est en rapport avec les nombreux mouvements du sol qui ont eu lieu alors; il se montre dès le commencement de l'éocène (argile à silex), prend un grand développement pendant l'oligocène (argiles à minéral de fer, sables granitiques, phosphorites), se continue pendant le miocène (sables de la Sologne), et se poursuit jusqu'à la période pliocène, si on doit rapporter à celle-ci les sables granitiques subordonnés à ce que nous avons appelé les sables et argiles du Bourbonnais.

Les conclusions auxquelles nous arrivons sont confirmées d'une manière frappante par les résultats de l'examen microscopique des roches sidérolithiques : nous

avons remis à notre camarade M. de Launay, ingénieur des mines, plusieurs échantillons d'argilolithes provenant de divers points du département du Cher et de l'Indre.

L'étude microscopique qu'il a bien voulu faire de plaques minces de ces roches lui a donné les résultats suivants :

« Les échantillons qui me sont communiqués sont formés d'une pâte argileuse et jaunâtre avec des cristaux de quartz de toutes dimensions, brisés et en désordre; par endroits, cette pâte devient calcédonieuse et présente alors au microscope de beaux sphérolithes à croix noire.

« Les débris de minéraux de roches anciennes y sont très abondants, en particulier la tourmaline tantôt brune fortement polychroïque, tantôt blanche en lame mince avec son reflet bleuâtre caractéristique : on y rencontre également un peu de rutile.

« Cette roche paraît avoir été formée par une arrivée de boue argileuse et siliceuse à travers des roches préexistantes, probablement granulitiques, auxquelles elle a enlevé ces parcelles. »

M. de Launay nous a remis en outre le dessin d'une plaque mince de ces roches (*fig. 11*, Pl. VI) d'autant plus intéressant que la localité dont l'échantillon provient, Mehun-sur-Yèvre, près Bourges, est très éloignée des roches primitives, et qu'il renferme une quantité notable de tourmaline.

NOTE ADDITIONNELLE

Nous devons faire quelques réserves sur les conclusions à tirer des déterminations de M. le marquis de Saporta (page 361), relativement à l'âge des *sables et argiles du Bourbonnais*. Le gisement où ont été recueillies les empreintes est situé sur le bord de la vallée de l'Allier, et il serait possible qu'en ce point on fût en pré-

sence d'un terrain remanié à l'époque quaternaire. Par contre, nous avons signalé l'existence de débris ligneux dans les dépôts sableux que nous assimilons aux sables et argiles du Bourbonnais. La question en litige ne nous paraît donc point encore tranchée.

LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES.

Planche V.

Fig. 1. — Coupe prise dans une tranchée du chemin de fer de Bourges à Montluçon.

Elle montre le métamorphisme subi par le calcaire jurassique au voisinage des gisements de minéral; il résulte de l'agrandissement des joints et des fissures de ce calcaire.

Fig. 2. — Coupe prise dans une tranchée du chemin de fer de Bourges à Montluçon.

On y voit une poche remplie de marnes cristallines au milieu desquelles sont restés isolés des noyaux de calcaire jurassique.

Fig. 3. — Coupe prise dans une tranchée du chemin de fer de Bourges à Montluçon et montrant une série de poches, de formes variées, remplies de marnes cristallines.

Fig. 4. — Coupe détaillée montrant l'allure de la couche de minéral de Dun-le-Roi, reposant sur la surface corrodée et crevassée du calcaire jurassique; des piliers de celui-ci viennent parfois interrompre la continuité de la couche de minéral.

Fig. 5. — Coupe d'ensemble du bassin de Dun-le-Roi, montrant les ondulations générales du mur du minéral; le calcaire jurassique, dont la surface est très mouvementée, affleure par places au milieu du calcaire lacustre.

Fig. 6. — Coupe théorique d'une poche de minéral. Elle montre les zones successives d'altération du calcaire jurassique produites au contact du minéral : castillard, marnes cristallines, calcaire cristallin et calcaire jurassique durci.

Fig. 7. — Cette coupe montre une poche dans laquelle le minéral est séparé du calcaire jurassique par une salbande d'argile stérile appelée conroi.

Fig. 8. — Coupe d'une poche de minéral à parois verticales, relevée près de Lapan (Cher).

Fig. 9. — Plan de cette poche, qui affecte la forme d'une crevasse rectiligne de longueur relativement faible.

Planche VI.

Fig. 1. — Plan d'un filon des minières de Prunet.

Fig. 2. — Coupes transversales de ce filon.

Fig. 3. — Coupe longitudinale de ce filon.

Fig. 4. — Coupe longitudinale d'un filon des minières des Bordes.

Fig. 5. — Coupes transversales de ce filon.

Fig. 6. — Plan de ce filon.

Ces diverses figures mettent en relief l'allure de ces singuliers gisements, qui consistent en boyaux sinueux présentant une série de renflements et d'étranglements.

Fig. 7 et Fig. 8. — Ces figures représentent, d'après la supposition généralement adoptée, un filon considéré comme le remplissage d'une crevasse superficielle du calcaire jurassique, recouvert postérieurement par le calcaire lacustre.

Fig. 9. — Coupe théorique d'un filon, d'après les idées que nous avons développées au cours de cette étude. Le filon des mineurs est un renflement anormal d'une fissure élargie du calcaire jurassique; celui-ci est profondément modifié dans la zone des filons et transformé en une brèche à éléments jurassiques cimentés par une roche calcaire cristalline. En haut, le filon se prolonge par une fente étroite, *cheminée* des mineurs; en bas, par une autre fente.

Fig. 10. — Plan des filons du bois de l'Eguillé. D'après leur position dans une vallée, ces filons correspondent à une coupe du terrain faite au-dessous du niveau général des filons exploités, c'est-à-dire à peu près à la hauteur de la ligne AB de la figure 9.

Ces filons sont remarquables par la netteté de leur direction rectiligne et de leur parallélisme; ce fait doit être attribué à la structure massive de la roche qui les encaisse.

Fig. 11. — Dessin, par M. de Launay, Ingénieur des mines, d'une plaque mince prise dans une roche sidérolithique recueillie à Mehun-sur-Yèvre, près Bourges, c'est-à-dire à une distance de 80 kilomètres environ des roches primitives du plateau central.

Cette plaque montre, au milieu d'une pâte argilo-siliceuse, calcédonieuse par places, des cristaux de quartz brisés et en désordre, de nombreux débris de tourmaline, et un peu de rutile qui n'a pas été représenté.

L'étude microscopique de roches sidérolithiques provenant de divers autres points des départements du Cher et de l'Indre a donné à M. de Launay des résultats analogues.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
AVANT-PROPOS	311
GISEMENTS DE MINÉRAI DE FER	316
Micascistes	316
Filons de Champ-Robert	317
Système permo-carbonifère	318
Système triasique	318
Système liasique	318
Étage rhétien	318
Étage sinémurien	319
Étage liasien	320
Étage toarcien	320
Système oolithique	321
Système crétacé	321
Système tertiaire	323
Argiles à silex	324
Argiles à minéral de fer	329
Relations de l'argile à silex et de l'argile à minéral de fer	341
Faille de Sancerre	345
Calcaire lacustre	351
Argiles et sables de la Sologne	357
Argiles et sables du Bourbonnais	359
STRUCTURE ET ALLURE DES GISEMENTS DE MINÉRAI DE FER EN GRAINS	363
Caractères généraux	363
Roches encaissantes	363
Structure et allure des gisements	372
Gisements superficiels	372
Gisements souterrains calcaires	379
Gisements souterrains argileux	389
COMPOSITION CHIMIQUE DU TERRAIN SIDÉROLITHIQUE ET DES MINÉRAIS DE FER	391

	Pages
RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES MINÈRES DU DÉPARTEMENT DU CHER . .	396
Groupe de l'Est	396
Groupe de l'Ouest	397
<i>Vallée de l'Yèvre</i>	397
<i>Vallée de l'Auron</i>	398
<i>Vallée du Cher</i>	399
<i>Vallée de l'Arnon</i>	400
ORIGINE DES DÉPÔTS SIDÉROLITHIQUES	402
NOTE ADDITIONNELLE	404
LÉGENDE EXPLICATIVE DES PLANCHES	405

GRANDE-BRETAGNE

LOI DE 1886 SUR LES MINES DE HOUILLE

NOTICE ET TRADUCTION

Par M. L. AGUILLON, ingénieur en chef des mines

La loi du 10 août 1872 (*) sur les mines de houille et autres substances assimilées, telles que le minerai de fer en couche, le schiste argileux et l'argile réfractaire, a eu pour objet de fixer les règles auxquelles est assujettie, en Angleterre, l'exploitation desdites mines en ce qui concerne les conditions d'emploi des ouvriers, la conduite des travaux en vue d'éviter les accidents, et la surveillance de l'administration. Une loi du 25 juin 1886 vient d'introduire trois modifications aux dispositions de la loi de 1872, qui, ainsi amendée, continuera à régir la matière. On trouvera ci-dessous la traduction de cette nouvelle loi dont nous ferons, au préalable, connaître l'économie générale.

Les trois modifications de la loi de 1886 ont trait : 1° au contrôleur de pesage ; 2° à l'enquête des coroners

(*) La traduction de cette loi, précédée d'une notice, dues l'une et l'autre à M. l'ingénieur Amiot, a été donnée dans les *Annales*, part. administ., 1873, p. 41.

à la suite d'accidents ayant entraîné mort d'hommes; 3° à un genre d'enquête administrative spéciale en cas d'accidents de mines.

Contrôleur de pesage. — La section 18 de la loi de 1872 avait donné aux ouvriers d'une mine, qui devaient être payés au poids, la faculté d'élire une personne, employée dans ladite mine ou dans une autre mine appartenant au même propriétaire, comme *contrôleur de pesage* (*check weigher*). Ce contrôleur de pesage est chargé de vérifier les pesées, aux frais des ouvriers; il concourt, avec l'agent de l'exploitant, à fixer les déductions à faire supporter aux ouvriers; ces déductions, en cas de désaccord entre les deux agents, sont arrêtées par un tiers arbitre qui doit être choisi d'un commun accord par le propriétaire et les ouvriers. L'exploitant ne peut faire révoquer le contrôleur que par la voie judiciaire.

Sans rien changer aux attributions et au fonctionnement du contrôleur de pesage, la loi de 1886 dispose qu'il pourra être désormais pris en dehors du personnel de la mine ou des mines appartenant au même propriétaire. Pour assurer la rémunération de cet agent, elle autorise, en outre, le propriétaire à retenir sur les salaires de tout ouvrier la quote-part lui incombant pour faire face aux appointements qui ont dû être convenus entre le contrôleur et les ouvriers.

Il ne sera pas sans intérêt peut-être de faire remarquer que la loi anglaise laisse aux ouvriers le paiement de cet agent qu'ils élisent, de même que le paiement de ceux de leurs camarades que le § 50 de la section 51 autorise à inspecter la mine en leur nom. On voit seulement par la disposition additionnelle votée en 1886 qu'il ne suffit peut-être pas de stipuler, même en Angleterre, que les ouvriers paieront l'agent qu'ils ont élu en vue de remplir un emploi créé à leur profit par le législateur;

pour que cet agent puisse arriver à toucher la rémunération promise par ses commettants, il semble ne pas y avoir de moyen plus pratique que de faire opérer une retenue sur les salaires par les soins de l'exploitant.

Il est à remarquer qu'en remaniant la loi dans ce sens, en 1886, le législateur n'a pas cru devoir faire jouir de la faveur d'une pareille disposition les ouvriers qui inspectent une mine au nom de leurs camarades. C'est peut-être parce que la mesure n'est pas entrée dans les mœurs ou ne paraît pas bien utile.

Nous rappellerons, en effet, que la loi anglaise se borne à donner aux ouvriers la faculté d'élire tant le contrôleur de pesage que les camarades chargés de l'inspection de la mine, sans en faire une obligation et sans s'occuper des conditions dans lesquelles se fera l'élection. En s'abstenant notamment de faire intervenir l'autorité dans ces élections, on enlève à ces agents tout caractère de fonctionnaires, et on leur laisse mieux le caractère, qu'ils ont en réalité, de simples mandataires d'ordre privé.

Enquête des coroners. — D'après la section 50 de la loi de 1872, tout accident de mines suivi de mort d'homme doit donner lieu à la classique enquête du *coroner*. Ce qui distingue les enquêtes d'accidents de mines de celles que ce même magistrat poursuit pour tous autres accidents mortels, c'est que, d'après la loi de 1872, l'inspecteur royal des mines peut y participer et interroger les témoins. La loi de 1886 attribue la même faculté aux parents des victimes, qui peuvent se faire représenter par un agent de leur choix. On espère sans doute par là rendre l'enquête plus contradictoire et plus approfondie.

Enquête administrative spéciale. — Il ne faut pas se dissimuler néanmoins, malgré l'intérêt de ces enquêtes de

coroner, qu'elles n'aboutissent pas toujours à un résultat bien sérieux par la raison que le jury chargé de prononcer est fréquemment composé de gens absolument étrangers à toute question de mines. Aussi, certains verdicts de jurys sont-ils restés légendaires.

La loi de 1872 (section 48) avait prévu un autre ordre d'instruction en stipulant que le ministre pouvait charger un inspecteur de faire un rapport spécial sur un accident et pouvait faire publier ce rapport. La loi de 1886, pour donner plus de portée et d'efficacité à cette prescription, applique aux accidents de mines une procédure analogue à celle qu'une loi du 12 juillet 1882 (*) avait organisée pour les explosions de chaudières à vapeur. Une commission d'enquête spéciale peut être constituée par le ministre. La commission est formée par l'inspecteur assisté, le cas échéant, de personnes, désignées par le ministre, ayant une compétence juridique ou technique spéciale. Cette commission a, pour arriver à la découverte de la vérité, tous les pouvoirs d'une véritable autorité judiciaire. Elle peut procéder à toute inspection, citer toute personne à comparaître, à déposer devant elle sous la foi du serment, à produire tous livres, papiers et documents, le tout sous la sanction de pénalités élevées, pouvant s'élever jusqu'à 250 francs par jour de retard dans la livraison d'un document réclamé. La commission d'enquête se borne (**) à adresser un rapport au ministre qui le fait publier où et quand il lui plaît. Il n'est rien changé, en effet, soit au fond, soit pour la procédure, aux

(*) La traduction de cette loi, précédée d'une notice de M. l'inspecteur général Linder, a été donnée dans les *Annales*, 8^e série, t. VI, 1884, p. 190.

(**) D'après la loi de 1882 sur les explosions de chaudières à vapeur (section 8) la Commission d'enquête pouvait mettre les frais de la procédure à la charge d'une des personnes citées devant elle; pour les accidents de mines, la loi de 1886 stipule que les frais d'enquête restent toujours à la charge de l'État.

suites pénales ou civiles auxquelles un accident de mines peut donner lieu. La nouvelle procédure doit avoir simplement pour objet de mieux dégager la vérité, et, par suite, de mieux établir, le cas échéant, les responsabilités encourues, de façon que les suites pénales ou civiles aient éventuellement une base plus solide devant la juridiction compétente.

Si puissant que soit aujourd'hui, en Angleterre, le parti ouvrier, et bien que la loi de 1886 ait sanctionné quelques-unes des modifications de la loi de 1872 que ce parti poursuit depuis longtemps, le législateur ne paraît pas encore avoir voulu sanctionner certaines autres modifications auxquelles les ouvriers paraissaient plus particulièrement tenir. Ils demandaient notamment que les maîtres-mineurs ne pussent désormais exercer leurs fonctions que munis de certificats officiels de compétence, analogues à ceux que la loi de 1872 exige pour les directeurs (*managers*); ils réclamaient l'adjonction aux inspecteurs royaux, pour la surveillance officielle des exploitations, de sous-inspecteurs pris parmi les ouvriers. Puisque la loi de 1886 a écarté ces propositions, on peut en conclure qu'il se passera quelque temps avant qu'elles aboutissent, si tant est même qu'elles doivent jamais trouver place dans la loi.

COAL MINES ACT DE 1886

(49 et 58 VICT., CH. 40)

(Traduction)

1. — Est abrogée la disposition de la 18^e section [de l'act de 1872 sur la réglementation des mines de houille (*coal mines re-*

gulation act, 1872), — considéré dans le présent *act* comme *act* principal, — qui prescrit que le contrôleur de pesage (*check weigher*) sera pris parmi les personnes occupées soit à la mine où cette fonction lui est confiée, soit à une autre mine appartenant au même propriétaire.

Dans tous les cas où un contrôleur de pesage a été nommé par la majorité des ouvriers travaillant dans une mine et a fonctionné en cette qualité, il peut recouvrer de tout ouvrier travaillant dans ladite mine sa part de salaires pour contrôle de pesage, nonobstant que l'ouvrier ait quitté la mine et que d'autres ouvriers soient entrés depuis la nomination dudit contrôleur, et nonobstant toute prescription de loi où de règle d'équité contraires.

Il est licite au propriétaire ou directeur (*manager*) d'une mine de retenir la contribution consentie par les ouvriers au contrôleur de pesage, nonobstant les prescriptions des lois relatives au *truck-system*, et de la remettre audit contrôleur.

2. — Vu les dispositions de la section 50 de l'*act* principal relatives aux enquêtes des *coroners* sur les corps des personnes dont la mort aura pu être causée par des explosions ou des accidents survenus dans les mines auxquelles s'applique le présent acte, et particulièrement la disposition d'après laquelle un inspecteur aura le droit, dans une pareille enquête, d'interroger les témoins, en se conformant néanmoins aux ordres du *coroner* ;

Attendu que des doutes se sont élevés sur les effets de cette prescription au regard de l'intervention d'autres personnes, il est désormais stipulé que, lorsqu'une enquête sera faite sur le corps d'une personne dont la mort aura pu être causée par une explosion ou un accident, dont avis doit être donné aux termes de l'*act* principal à l'inspecteur du district, il sera licite à tout parent de ladite personne d'assister à l'enquête, en personne ou par agent, et d'interroger les témoins, en se conformant néanmoins aux ordres du *coroner*.

3. — Si le secrétaire d'État juge utile une enquête approfondie (*formal investigation*) sur une explosion ou accident et sur ses causes et circonstances, il pourra la provoquer, en se conformant, en ce cas, aux dispositions suivantes :

1° Le secrétaire d'État peut désigner un inspecteur pour procéder à cette enquête, et une ou plusieurs personnes possédant des connaissances légales et spéciales pour assister l'inspecteur ;

2° L'inspecteur et les personnes ainsi désignées [ci-dessous appelées la *Commission* (*court*)] procéderont publiquement (à moins d'ordres contraires du secrétaire d'État) de la manière et dans les conditions qu'ils estimeront les plus propres à déterminer les causes et les circonstances de l'explosion ou de l'accident, et à les mettre en mesure de fournir le rapport mentionné dans la présente section ;

3° La Commission aura, pour procéder à son enquête, tous les pouvoirs d'un tribunal de juridiction sommaire (*court of summary jurisdiction*) fonctionnant pour connaître des infractions contre le présent acte, et tous les pouvoirs d'un inspecteur opérant en vertu de l'*act* principal, et en outre les pouvoirs suivants :

(a) Elle peut s'introduire, pour l'inspecter, dans toute place ou construction dont l'accès et l'examen lui paraîtraient utiles ;

(b) Elle peut, par citations émanées d'elle, réclamer la comparution de toute personne qu'elle juge utile d'appeler, l'interroger et demander toute réponse ou réplique à toutes questions qu'elle croit bon de poser ;

(c) Elle peut réclamer la production de tous livres, papiers et documents qu'elle considère importante ;

(d) Elle peut déférer le serment et contraindre toute personne étrangère à certifier par écrit la vérité des renseignements fournis dans son interrogatoire ;

(e) Toute personne ainsi citée aura droit à recevoir les frais alloués aux témoins qui comparaissent devant une *court of record* ; en cas de contestation sur le montant de la taxe, le témoin sera renvoyé par la Commission devant le *master* d'une des cours royales supérieures, qui, sur requête émanée de l'inspecteur, autorisera et certifiera le montant exact des frais ;

4° La Commission adressera au secrétaire d'État un rapport faisant connaître les causes de l'explosion ou de l'accident et ses circonstances, et donnant, en outre, toutes les observations que la Commission croirait devoir présenter ;

5° Toutes les dépenses faites à l'occasion de l'enquête (y compris la rémunération des personnes désignées pour assister l'inspecteur) seront considérées comme des dépenses du secrétaire d'État faites pour l'application de l'acte principal ;

6° Toute personne qui, sans excuse raisonnable (la charge de la preuve lui incombant) manque, après avoir reçu, s'il y a lieu, les frais auxquels il a droit, de se rendre à la citation ou à la réquisition de la Commission, ou empêche ou entrave l'accomplissement des devoirs de la Commission, sera, pour chaque in-

fraction de cette nature, passible d'une amende de dix livres (250 francs) au plus, et, dans le cas où on manquerait de se conformer à une réquisition à l'effet de produire un renseignement ou de fournir un document, l'amende sera de dix livres (250 francs) au plus par jour de retard.

Le secrétaire d'État fera publier le rapport de la Commission à l'époque et de la manière qu'il jugera convenables.

4. — Le présent *act* sera cité comme *the coal mines act*, 1886 (l'acte sur les mines de houille de 1886), et sera considéré comme faisant partie intégrante de l'*act* principal; cet *act* principal et le présent *act* seront cités comme *the coal mines acts*, 1872 et 1886.

BULLETIN DES TRAVAUX DE CHIMIE

EXÉCUTÉS EN 1884 ET EN 1885

PAR LES INGÉNIEURS DES MINES

DANS LES LABORATOIRES DÉPARTEMENTAUX.

I. — LABORATOIRE DE CAEN.

Travaux de M. LECORNU, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

Le nombre des analyses s'est élevé à 27 en 1884 et à 17 en 1885; voici quelques-uns des résultats qu'elles ont fournis :

1° *Calcaires*. — A la demande d'un habitant de Caen, qui voulait utiliser l'oolithe miliaire des environs de la ville pour la fabrication de la chaux, trois échantillons pris dans une même carrière ont été l'objet d'une analyse comparative. On a trouvé :

	Haut.	Milieu.	Bas.
Silice	7,05	6,82	6,60
Oxyde de fer et alumine.	1,00	1,05	1,02
Chaux	49,50	48,82	49,85
Magnésie.	"	"	"
Perte au feu.	41,01	43,05	41,73
Total.	98,56	99,74	99,20

Six échantillons du fullers-earth des environs de Caen ont été examinés, au point de vue spécial de leur teneur en fer, à la demande du baron de Liebhaver, ingénieur en chef honoraire des ponts et chaussées, résidant à Londres, comme correspondant de la ville de Paris. M. de Liebhaver pense, à la suite d'expériences faites par son fils, que le ton trop blanc de certaines pierres pourrait être corrigé en portant celles-ci (dans un bain de plomb) à la température de 300 degrés environ. La coloration est en rapport avec la dose de fer contenu, et M. de Liebhaver croit pouvoir affirmer que la pierre de Caen, jadis très recherchée à Londres, pourrait, grâce à cette coloration artificielle, pénétrer de nouveau sur cet immense marché.

L'analyse faite par le procédé Margueritte (moyennant certaines précautions indispensables) a donné :

			Teneur en fer.
Pierre d'Allemagne, 1 ^{er} échantillon			1,22
Id. 2 ^e id.			2,77
Id. 3 ^e id.			1,88
			5,87
Moyenne			1,96
Pierre de Quilly, banc d'albâtre			1,00
Id. id. de Lèbe			1,32
Id. id. de Crazelier			1,00
			3,32
Moyenne			1,10

2° Argiles d'origine triasique.

	1	2	3	4	5	6
Silice	55,38	63,16	52,26	70,30	80,72	74,82
Alumine	15,70	15,68	29,36	14,25	10,63	15,61
Fer	1,72	2,69	2,36	0,97	1,06	0,81
Chaux	6,37	3,13	»	1,48	»	»
Magnésie	2,60	»	»	1,93	2,61	1,80
Perte au feu	17,30	14,66	14,83	10,00	3,33	5,66
Total	99,10	99,32	98,81	98,93	98,35	98,70

3° Terres de labour et herbages. — Une série de terres de labour et d'herbages provenant de la Meanffe a été examinée pour étudier l'influence du chaulage. On y a joint, à titre de comparaison, deux échantillons de landes incultes situées dans le voisinage.

	LABOUR	LABOUR	LABOUR	HERBAGE	HERBAGE	LANDE	LANDE
Silice	67,99	77,04	78,56	72,22	78,89	70,58	69,01
Oxyde de fer	3,75	1,79	3,30	7,59	2,55	2,51	4,67
Alumine	13,83	11,45	6,50	8,32	10,05	12,43	6,79
Chaux	3,11	1,22	1,57	0,92	0,97	0,41	2,16
Magnésie	0,74	0,47	0,32	0,31	0,31	0,13	0,73
Perte au feu	10,66	7,20	8,66	9,66	7,00	14,33	15,67
Total	100,10	99,17	99,11	99,22	99,77	100,39	99,02
Matières organiques	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,07	0,07

4° Sables. — A la demande de M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées du Calvados, on a entrepris l'examen des sables du littoral, principalement au point de vue de leur teneur en calcaire. Voici les résultats de quatre analyses :

	1	2	3	4	MOYENNE
Perte au feu	3,7	2,9	9,9	3,3	4,95
Sels solubles	1,7	3,1	3,6	9,9	4,57
Carbonate de chaux	49,8	54,3	36,2	62,9	50,80
Argile	»	»	»	1,5	0,38
Silice	44,8	39,7	50,3	22,4	39,30

Les anciennes analyses de M. Delesse avaient donné des résultats analogues.

On a analysé en même temps la vase déposée à l'embouchure de la Seulles. Cette vase comprend 39,30 p. 100 de sable, et ce sable est constitué par 48,25 p. 100 de calcaire associé à 51,75 p. 100 de silice.

Une autre série d'analyses de sables, demandée également par M. l'ingénieur en chef du Calvados, était motivée par les éboulements survenus dans les tranchées de la ligne de Dives à Deauville. Ces sables appartiennent à la partie inférieure de la craie (sables verts). La composition de quatre échantillons était la suivante :

	1	2	3	4	MOYENNE
Sable	75,20	81,30	38,93	82,57	80,80
Argile	20,50	18,70	13,30	17,33	17,43
Calcaire	4,30	»	2,77	»	1,77

La forte proportion d'argile, qui permet au sable de rester humide et facilite en même temps le glissement des particules, suffit à expliquer la nature particulièrement coulante de cette formation.

II. — LABORATOIRE DE CLERMONT-FERRAND.

Travaux de M. de BÉCHEVEL, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

§ 1. — COMBUSTIBLES.

1 à 3. *Houille*. — Essai de trois échantillons de houille présentés par M. Raffard et provenant, les deux premiers, de la deuxième couche du puits de Rilhac (Haute-Loire), et le troisième de la couche n° 3 (épaisseur 1^m,40) du même puits.

a et b. Charbon brillant nettement clivable.

c. Beau charbon à grandes facettes, fortement pyriteux.

	a	b	c
Teneur en cendre.	11,50	15,50	14,50
Carbone fixe.	61,50	59,50	58,50
Matières volatiles.	27,00	25,00	27,00

Les deux échantillons fournissent un coke très boursoufflé.

4 à 9. *Houille*. — Echantillons de houille provenant des travaux de recherche du puits de Lubièrre (MM. Hermet et C^e).

a. Trois échantillons pris dans une couche de 3 mètres environ d'épaisseur, recoupée à la profondeur de 248 mètres.

Charbon nerveux et très pyriteux. — Coke médiocre.

b. Trois échantillons provenant d'une couche de 1^m,65 de puissance, recoupée à la profondeur de 255 mètres.

Charbon à texture fibreuse avec bandes alternativement brillantes et ternes. Très friable vers le toit, plus consistant vers le mur.

Coke boursoufflé, brillant, argentin.

	a			b		
	ÉCHANTILLONS PRIS AU			ÉCHANTILLONS PRIS AU		
	mur.	milieu.	toit.	mur.	milieu.	toit.
Cendres	p. 100 34,25	p. 100 32,50	p. 100 33,00	p. 100 27,50	p. 100 34,00	p. 100 27,50
Résidu de la calcination en vase clos	"	79,00	"	73,40	"	74,20
Matières volatiles perdues . .	"	21,00	"	26,60	"	25,80
Matières volatiles rapportées à un combustible supposé privé de cendre	"	31,11	"	34,32	"	35,58

10 et 11. *Houille*. — Essai de deux échantillons de houille, présentés par M. Roussel (de Riom), comme provenant de la commune de Saint-Pryet-du-Tarn (Lozère).

1^{er} échantillon : Houille très légère, facilement friable :

Teneur en cendre.	9,78 p. 100
Résidu fixe de la calcination en vase clos.	59,00 —
Matières volatiles.	41,00 —

100 kilogrammes de houille fournissent par distillation 30 mètres cubes de gaz.

Le résidu de la calcination est assez bien aggloméré.

2^e échantillon : Pulvérulent, d'aspect terreux :

Teneur en cendre.	51,00 p. 100
Résidu fixe de la calcination en vase clos (pulvérulent).	74,50 —
Matières volatiles.	25,50 —

Les matières volatiles se décomposent de la manière suivante :

Goudron.	4,50	} 25,50
Eau et huiles légères	10,00	
Gaz.	11,00	

100 kilogrammes de l'échantillon produisent 16^m,23 de gaz combustible.

Si l'on fait abstraction de la cendre, on voit que les deux échantillons fournissent à peu près la même quantité de gaz : environ 33 mètres cubes par 100 kilogrammes.

12. *Boues charbonneuses*. — Dosage des boues charbonneuses contenues dans les eaux du ruisseau de l'Hôpital, après leur mélange avec certaines eaux provenant des lavoirs à charbon de Champagnac (Cantal).

Dans le tableau ci-après, les chiffres de la première colonne représentent les distances des divers points d'observation au point initial d'altération ; la seconde colonne fait connaître le poids des matières solides tenues en suspension ; la troisième colonne, les résidus cendreux correspondants ; la quatrième, le rapport, pour 100, de la cendre au résidu brut.

DISTANCES	RÉSIDU BRUT par litre.	CENDRES	RAPPORTS
mètres	grammes	grammes	
300	2,00	0,70	0,350
800	1,45	0,45	0,310
1.300	0,84	0,26	0,309
2.100	0,63	0,19	0,301

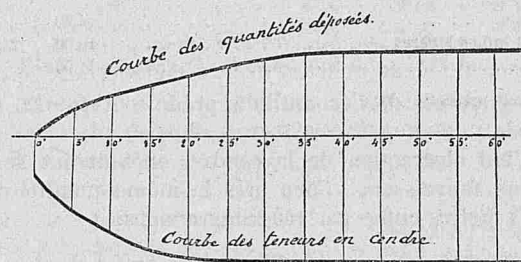
L'eau sortant immédiatement des ateliers de lavage contient, par litre, 100 à 120 grammes de matières solides.

Après son passage dans les bassins de décantation, l'eau retient encore 17^{gr},81 de boue charbonneuse, donnant 5,88 de cendre, d'où le rapport de 33 p. 100.

13. *Schlamms*. — Etude sur la manière dont se déposent les schlamms tenus en suspension dans les eaux de lavage de Champagnac (Cantal), lorsqu'on abandonne ces eaux dans un repos complet.

Les ordonnées de la courbe supérieure (ci-dessous) représentent les quantités déposées après des intervalles de temps marqués par les abscisses.

Les ordonnées de la courbe inférieure marquent les teneurs en cendre p. 100 des différents dépôts.



Échelle des ordonnées supérieures : 1/2 millimètre pour 1 gramme de résidu laissé par 1 litre d'eau.

Échelle des ordonnées inférieures : 1/2 millimètre pour 1 unité de cendre contenue dans 100 parties du résidu brut.

Échelle des abscisses : 1 centimètre pour 10 minutes.

14. *Lignite*. — Echantillon provenant de Grandilles (Jura), présenté par M. Rouzeaud.

Lignite compact, à cassure esquilleuse, brillante.

Teneur en cendre.	10,75 p. 100
Résidu fixe de la calcination en vase clos.	42,66 —
Matières volatiles.	57,34 —

lesquelles se décomposent ainsi :

Goudron, huiles et eau.	38,00	} 57,34
Gaz.	19,34	

Volume de gaz pour 100 kilogrammes : 31 mètres cubes.

Si l'on fait abstraction de la cendre, on trouve que l'échantillon

pur devrait donner 34^m,700 de gaz, et un résidu fixe de carbone pur de 35,75.

Eau de mouillage distillable à 100°. 17 p. 100

§ 2. — MINÉRAIS.

1^o *Cuivre gris*. — Analyse d'un échantillon de cuivre gris, présenté par M. Seignobosc, comme provenant de la concession d'antimoine de Lubilhac (Haute-Loire), lieu dit « La Minière ».

Gangue insoluble.	42,440	} 100,00
Soufre.	10,626	
Antimoine.	9,928	
Arsenic.	13,050	
Fer.	2,700	
Nickel.	2,950	
Argent.	0,055	
Cuivre.	18,251	

2^o *Cuivre carbonaté*. — Analyse d'un échantillon de minéral de cuivre recueilli dans une tournée géologique, aux environs de Lavaudieu (Haute-Loire).

Micaschiste imprégné de carbonate de cuivre.

Composition centésimale.

Perte au feu.	7,35	} 100,00
Matières insolubles.	83,95	
Oxyde de fer.	3,70	
Oxyde de cuivre.	4,30	
Oxyde de plomb.	0,30	
Chaux.	0,40	

§ 3. — DIVERS.

1. *Pierre à chaux*. — Examen d'un échantillon de pierre à chaux, présenté par M. Colombier-Morot, de Cusset, comme provenant de cette localité.

Calcaire amorphe, teinté de bleu par places, légèrement bitumineux, ainsi qu'on s'en aperçoit en attaquant par un acide.

Composition centésimale.

Perte au feu.	39,40	} 100,00
Matières insolubles.	8,80	
Oxyde de fer, alumine.	3,72	
Chaux.	45,98	
Magnésie.	0,75	
Matières non dosées.	1,35	

2. *Matière terreuse.* — Examen d'un échantillon de matière terreuse, présenté par M. Ithier, comme provenant de la commune de Savernes, canton de Bourg-Lastic (Puy-de-Dôme).

Propriétés physiques de l'échantillon : schisteux, friable, doux au toucher, couleur blanc-jaunâtre.

Composition centésimale.

Perte au feu	8,07	} 100,00	{	Il y a environ 2 parties de silice pour 1 d'alumine.
Oxyde de fer ($\text{Fe}^2 \text{O}^3$)	13,62			
Chaux	2,48			
Magnésie	0,70			
Alcalis	0,80			
Silice, alumine et autres ma- tières insolubles	74,33	.. {		

3 à 5. *Phosphates.* — Examen de plusieurs échantillons, présentés par M. Chabrier, demeurant à Clermont-Ferrand, comme provenant de la commune de Saint-Étienne-sur-Usson (Puy-de-Dôme) et renfermant de l'acide phosphorique.

Propriétés physiques :

a. Consistance pierreuse ; assez dur, de couleur blanche, avec des mouchetures foncées.

b. Consistance pierreuse ; couleur ocreuse.

c. Consistance pierreuse ; couleur blanc jaunâtre, cassure grenue.

Composition centésimale.

	a	b	c
Perte au feu	7,00	18,27	5,05
Matières insolubles dans Az O^5 . . .	4,85	51,10	89,00
Alumine et oxyde de fer	12,00 L'alumine est dominante.	27,70	3,20
Acide phosphorique	29,44	0,82	0,50
Chaux	46,50	1,90	2,25
Matières non dosées	0,21	0,21	"
	100,00	100,00	100,00

III. — LABORATOIRE DU MANS.

Travaux de M. LECLÈRE, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

Le nombre des analyses faites au laboratoire, pendant les années 1884 et 1885, a été respectivement de 156 et de 109.

Les échantillons peuvent être groupés de la manière suivante :

	1884	1885
Engrais divers et amendements	131	52
Eaux	7	1
Matières alimentaires	13	6
Pommes à cidre	"	50
Terres, minerais	5	"
Totaux	156	109

Les résultats obtenus n'ayant d'intérêt que pour les personnes qui avaient remis les échantillons, on se bornera à faire connaître les méthodes employées pour l'analyse :

1° *Engrais.* — L'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque a été dosé par l'urane avec les précautions indiquées par Joulie. Les échantillons traités ont été généralement soumis à une digestion avec 40 centimètres cubes d'eau distillée, puis à un lavage sur le filtre pour éliminer les sels solubles de magnésie qui auraient pu retenir une partie de l'acide phosphorique sous forme de combinaison insoluble pendant l'action du citrate d'ammoniaque.

La liqueur aqueuse, étendue à 100 centimètres cubes, est réunie pour la précipitation à un égal volume de citrate. Des soins particuliers sont pris pour la mesure des volumes. Cette opération peut causer de graves erreurs, en raison de la viscosité du citrate, qui reste adhérent aux appareils dans les jaugeages par déversement.

L'azote ammoniacal a été dosé par ébullition avec la magnésie ou la potasse caustique et absorption par une liqueur sulfurique titrée, ce qui a permis d'en connaître la teneur plus promptement que par le procédé Schloësing. Un courant d'air, aspiré à travers l'appareil, supprime les fuites.

L'azote total a été dosé par calcination avec de la chaux sodée,

avec addition du mélange d'acétate et d'hyposulfite préconisé par M. Houzeau.

L'azote des nitrates a été séparé, sous forme de bioxyde d'azote, par l'action d'une dissolution chlorhydrique de protochlorure de fer et dosé directement en volume, suivant la méthode expéditive indiquée par Schloësing (*). La potasse a été dosée sous forme de perchlorate.

2° *Pommes à cidre*. — A la suite d'une exposition de fruits à cidre, organisée au Mans par l'Association pomologique de l'Ouest, au commencement de novembre 1885, M. Launay, professeur départemental d'agriculture et l'un des organisateurs du concours, a adressé au laboratoire cinquante des échantillons de pommes exposés pour connaître leur valeur comparative au point de vue de la fabrication du cidre.

On a suivi, pour ces analyses, la marche indiquée au *Bulletin de l'Association pomologique* (tome I^{er}). Quelques pommes de chaque échantillon, coupées en morceaux et renfermées dans une toile serrée, étaient pilées au mortier de porcelaine, puis soumises à l'action d'une presse jusqu'à ce qu'il fût impossible d'en extraire du jus. Après avoir déterminé la densité de ce jus au moyen de la balance Dalican, on en prenait 50^{cs} qui étaient étendus à 200^{cs} par addition d'eau distillée et on filtrait la liqueur ainsi obtenue. 50^{cs} de ce jus filtré étaient additionnés avec précaution de sous-acétate de plomb jusqu'à précipitation complète des matières colorantes; on complétait le volume à 100^{cs} et on filtrait. 50^{cs} de la liqueur ainsi obtenue étaient intervertis, par chauffage au bain d'eau salée, avec addition d'acide acétique, on étendait à 100^{cs} le liquide refroidi et on faisait réagir à l'ébullition 25^{cs} de la solution sur un excès de liqueur cupro-potassique.

L'oxyde de cuivre recueilli était pesé après peroxydation: en multipliant le poids d'oxyde de cuivre par le facteur 290 on obtient le poids total de sucre par litre de jus extrait, calculé en sucre de raisin.

Le tannin était dosé sur 50^{cs} de la liqueur filtrée primitive (étendue dans le rapport de 1 à 4), au moyen du permanganate de potasse en présence d'une petite quantité d'indigo diluée dans 750^{cs} d'eau, comme dans la méthode de Neubauer, mais en liqueur très acide, suivant un procédé communiqué par M. Muntz.

(*) Les méthodes qui viennent d'être indiquées comme employées pour le dosage de l'acide phosphorique et de l'azote ont été modifiées depuis 1885.

3° *Terres, etc.* — M. Joly, propriétaire au Mans, a envoyé au laboratoire un échantillon d'argile, qu'il avait l'intention d'employer à la fabrication des briques. Cet échantillon contenait 35,45 p. 100 de sable quartzeux; le reste était une argile fine, présentant la composition suivante:

Silice	58,80	} 100,21
Alumine et oxyde de fer	21,60	
Chaux	2,35	
Magnésie	2,01	
Perte par calcination	15,45	

Le résidu de la calcination était fortement fritté, la matière est donc médiocrement réfractaire.

M. Marquet, filateur, à la Chartre-sur-Loir, a envoyé au laboratoire un échantillon des dépôts recueillis dans l'une des chaudières à vapeur de son usine de Crouzilles. Ces dépôts contiennent:

Alumine et oxyde de fer	2,15
Sulfate de chaux hydraté	0,70
Carbonate de chaux	85,27
Carbonate de magnésie	3,80
Résidu insoluble	8,00
	99,92

M. Chappée, fondeur-constructeur au Mans, avait adressé au laboratoire des nodules jaunâtres pour y rechercher l'acide phosphorique et connaître par là leur valeur agricole; ces nodules ne contenaient que des traces de l'élément cherché.

Un échantillon de minerai quartzeux, avec blende et sulfure d'antimoine plombifère, provenant des recherches de Kervoal, près Huelgoat (Finistère), a été l'objet d'essais pour déterminer sa teneur en métaux utiles. Il contenait:

Zinc	9,00 p. 100
Plomb	13,30 —
Argent	160 ^{gr} par tonne

Un échantillon de matières ocreuses, provenant de recherches faites au bois du Bruguet (environs de Huelgoat), a été essayé pour argent; il en tenait seulement 20 grammes par tonne.

IV. — LABORATOIRE DE MARSEILLE.

Travaux de M. OPPERMANN, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

§ 1^{er}. — COMBUSTIBLES.

1^o et 2^o. *Lignite*. — Envoi de M. Curtil, à Marseille. Ces deux échantillons ont été pris, le 8 février 1884, au bas des travaux de recherche de mine de lignite, effectués sur le territoire de la commune de Géménos (Bouches-du-Rhône).

En profondeur, le charbon est plus dur et moins terne, mais son pouvoir calorifique reste toujours faible, et sa teneur en eau à 100 degrés atteint 25 p. 100.

a. Échantillon noir brillant.

b. Échantillon plus terne.

	a	b
Matières volatiles.	0,596	0,642
Carbone fixe.	0,307	0,268
Cendres.	0,097	0,090
	1,000	1,000
Pb avec Pb O.	13,600	13,700
Carbone équivalent.	0,400	0,403
Carbone équivalent aux matières volatiles.	0,093	0,135

3^o *Lignite*. — Envoi de M. Gossiaux, à Gardanne. Provient d'une couche de 60 centimètres, recoupée à 485 mètres du jour par la galerie d'écoulement, en voie d'exécution, de la mine de Billabau (Basses-Alpes).

Lignite noir, compact, un peu friable; les cendres sont grises.

Matières volatiles.	0,595
Carbone fixe.	0,330
Cendres.	0,075
	1,000
Pb avec Pb O.	19,100
Carbone équivalent.	0,561
Carbone équivalent aux matières volatiles.	0,231

4^o *Lignite*. — Envoi de M. Gossiaux, à Gardanne. Provient d'une couche de 1 mètre recoupée à 672 mètres du jour, par la ga-

lerie d'écoulement en voie d'exécution aux mines de Billabau (bassin de Manosque). Lignite terne, friable, présentant de nombreuses empreintes végétales assez nettes. La qualité est médiocre, les cendres sont grises.

Matières volatiles.	0,554
Carbone fixe.	0,307
Cendres.	0,139
	1,000
Pb avec Pb O.	18,720
Carbone équivalent.	0,530
Carbone équivalent aux matières volatiles.	0,243

5^o *Lignite*. — Provient des recherches effectuées par M. de Saint-Armand, à Marseille, sur le territoire de la commune des Pennes, dans une région où les couches du bassin de Fuveau sont fortement relevées par le soulèvement de la chaîne de l'Étoile. Ce lambeau de terrain lignitifère, situé à l'ouest de la concession de Gardanne, est très bouleversé, et constitue le prolongement à l'ouest des gisements assez pauvres reconnus, il y a quelques années, à la Malle. Les travaux continuent.

Matières volatiles.	0,476
Carbone fixe.	0,319
Cendres.	0,205
	1,000
Pb avec Pb O.	16,220
Carbone équivalent.	0,477
Carbone équivalent aux matières volatiles.	0,158
Eau à 100°	0,110

6^o *Lignite*. — Envoi de M. de Saint-Armand, à Marseille. Provient de recherches de mines de lignite effectuées sur le territoire de la commune des Pennes (Bouches-du-Rhône). A été pris à l'avancement de la descenderie Savournin, ouverte à quelques mètres du terrain jurassique soulevé qui forme la chaîne de l'Étoile. On a suivi une petite couche de charbon altéré plongeant d'abord au sud, puis, à 15 mètres de profondeur, il s'est produit un serrement, avec changement brusque d'inclinaison, au delà duquel la couche a pris subitement une épaisseur de 1^m,80, mais elle s'amincit rapidement et se réduit à 0^m,80 à la profondeur de 31 mètres. Cette couche appartient à l'horizon du Plan-d'Aups, qui constitue, comme on sait, la base de la formation de Fuveau. Les travaux continuent, et une demande en

concession est en instance. Le charbon est de qualité médiocre, les cendres sont rougeâtres.

Matières volatiles	0,454
Carbone fixe	0,292
Cendres	0,254
	1,000
Pb avec Pb O	15,000
Carbone équivalent	0,441
Carbone équivalent aux matières volatiles	0,149

7° *Lignite*. — Envoi de M. Rave, maître-mineur, à St-Zacharie (Var). Provient d'une couche de 1^m,50 de puissance, qui paraît avoir une certaine étendue et qui est située aux environs de cette localité, dans la vallée de l'Huveaune. Ce gisement est compris dans une formation gréseuse. L'échantillon soumis à l'essai était resté exposé à l'air pendant trois mois. C'est une sorte de lignite tourbeux, d'un jaune brun, très impur. La quantité de cendres est considérable et le pouvoir calorifique très faible. On n'a fait encore aucune tentative dans le but d'utiliser ce combustible.

Matières volatiles	0,460
Carbone fixe	0,112
Cendres	0,428
	1,000
Pb avec Pb O	8,250
Carbone équivalent	0,242
Carbone équivalent aux matières volatiles	0,130

8. *Houille*. — Envoi de M. Termier, ingénieur des mines à Nice. Provient des recherches effectuées par M. Briquet, sur le territoire de la commune du Broc (Alpes-Maritimes), sur l'affleurement d'une couche de 50 centimètres, comprise dans des marnes gypseuses inférieures au terrain jurassique.

C'est une houille maigre, friable; les cendres sont rouges.

Matières volatiles	0,424
Carbone fixe	0,508
Cendres	0,068
	1,000
Pb avec Pb O	20,700
Carbone équivalent	0,608
Carbone équivalent aux matières volatiles	0,100

9. *Houille*. — Envoi de M. Termier, ingénieur des mines.

Échantillon de houille maigre présentant dans la masse des lamelles de sulfate de chaux, et provenant des travaux de recherche effectués, par MM. Désira et C^{ie}, sur le territoire de la commune de Carros (Alpes-Maritimes), sur la rive droite du Var, dans des marnes gypseuses inférieures au terrain jurassique. On a rencontré deux petites couches dont l'épaisseur varie entre 30 centimètres et 1 mètre. Le toit et le mur sont en général assez mal formés. Les cendres sont rosées. Une demande en concession est en instance.

Matières volatiles	0,442
Carbone fixe	0,366
Cendres	0,192
	1,000
Pb avec Pb O	17,830
Carbone équivalent	0,524
Carbone équivalent aux matières volatiles	0,158

10° *Houille maigre*. — Envoi de M. Benoît, ingénieur en chef des mines. Provient de recherches de mines de houille effectuées par MM. Désira et C^{ie}, dans la commune de Carros (Alpes-Maritimes), sur la rive droite du Var. Les travaux ont fait découvrir deux couches de houille maigre, l'une de 1 mètre, l'autre de 0^m,30, comprises dans des marnes gypseuses. Une demande en concession est en instance. Les résultats portés ci-dessous, comparés à ceux fournis par les échantillons pris plus près des affleurements font voir qu'en profondeur la qualité du charbon ne s'est pas encore améliorée. Le coke est pulvérulent, les cendres grises.

Matières volatiles	0,451
Carbone fixe	0,369
Cendres	0,180
	1,000
Pb avec Pb O	17,690
Carbone équivalent	0,520
Carbone équivalent aux matières volatiles	0,151

11° à 22° *Houilles*. — Envoi de MM. Savon frères, entrepositaires de houilles anglaises, à Marseille. Tous ces échantillons sont des menus provenant de Cardiff, et représentent les chargements de divers navires reçus pendant l'année 1885. Ces charbons sont très appréciés par l'industrie marseillaise, qui les paye de 24 à 26 francs la tonne, octroi non compris, et leur consom-

mation augmente sensiblement d'année en année. Ce sont des houilles maigres anthraciteuses : le coke est ou pulvérulent, ou légèrement fritté; les cendres sont grises. Le tableau ci-dessous donne les résultats de quelques-uns des essais :

	a	b	c	d	e	f
Matières volatiles.....	0,132	0,144	0,139	0,134	0,135	0,143
Carbone fixe.....	0,753	0,772	0,815	0,792	0,778	0,752
Cendres.....	0,115	0,084	0,046	0,074	0,087	0,105
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Pb avec PbO.....	28,100	27,700	28,900	30,150	30,950	28,510
Carbone équivalent.....	0,826	0,814	0,850	0,886	0,910	0,838
Id. aux matières volatiles.....	0,073	0,042	0,035	0,094	0,132	0,086

23° à 26°. *Briquettes*. — a. b. Briquettes de Rochebelle, fabriquées avec des menus lavés.

c. d. Briquettes de Tréllys, obtenues en agglomérant directement des menus sans lavage préalable.

Envoi de la compagnie d'Alais au Rhône, qui désirait être fixée sur la valeur relative de ces combustibles, employés concurremment par elle pour le chauffage de ses locomotives. On voit qu'à prix égal, les briquettes de Tréllys présentent un léger avantage sur celles de Rochebelle.

Le soufre a été dosé par la méthode d'Eschka :

	a	b	c	d
Matières volatiles.....	0,159	0,149	0,222	0,224
Carbone fixe.....	0,714	0,750	0,717	0,714
Cendres.....	0,127	0,101	0,061	0,062
	1,000	1,000	1,000	1,000
Pb avec PbO.....	27,940	28,550	30,460	30,510
Carbone équivalent.....	0,821	0,839	0,895	0,897
Id. aux matières volatiles.....	0,107	0,089	0,178	0,183
Soufre.....	0,016	0,016	0,015	0,015

27° et 28°. *Briquettes*. — Envoi de M. Fernier, ingénieur, à Marseille. Ce sont des agglomérés de lignite obtenus avec du lignite de Fuveau distillé, additionné de 8 p. 100 de brai. On a déterminé seulement le pouvoir calorifique qui est, on le voit, notablement plus élevé que celui du lignite en roche de même provenance. Des essais de distillation ont été tentés en grand, et

on a traité environ 200 tonnes de menus. Le rendement en coke a été de 63 p. 100 et on a obtenu seulement 4 1/2 p. 100 de goudron et 2^k,300 d'ammoniaque à la tonne. Des expériences de laboratoire avaient fourni pour le goudron et l'ammoniaque des chiffres bien supérieurs. Les agglomérés employés au chauffage des chaudières à vapeur n'ont pas donné des résultats satisfaisants. Sous l'action du feu, le brai distille d'abord, puis le résidu brûle ensuite difficilement avec une flamme très courte. Il est possible que ces essais de distillation, momentanément suspendus, soient repris avec des appareils perfectionnés.

	a	b
Pb avec PbO.....	29,870	29,990
Nombre de calories correspondant.....	6,865	6,892

§ 2. — MINÉRAIS.

1° *Galène*. — Envoi de M. Langlois, à Marseille. Provient de la commune de Grave, quartier du Chazelet (Hautes-Alpes), à 1.700 mètres d'altitude. Échantillon de galène à petites facettes pris sur un filon de 1^m,20 de puissance, dirigé Nord 138° Est, encaissé à la surface dans des calcaires compacts. La gangue est très abondante et formée de baryte sulfatée, de fluorine et de quartz. On a fait, il y a déjà plusieurs années, certaines recherches sur ce filon; toutefois, une demande en concession, faite à cette époque, fut rejetée. Les travaux seront probablement repris.

Essai par voie sèche :

Pb p. 100.....	19,00
Ag aux 100 kilogr. de Pb d'œuvre.....	343 ^{gr}

2° *Galène*. — Envoi de M. Bérenger à Nice. Provient de Saint-Sauveur (Alpes-Maritimes). A été prise à l'affleurement d'un filon rencontré au bord de la route, à côté même du village. C'est une galène à petites facettes, à gangue quartzeuse. La richesse en plomb est assez élevée, mais on n'a pas trouvé d'argent. L'essai par voie sèche a donné :

Pb.....	59,6
Ag aux 100 kilogr. de Pb d'œuvre.....	"

3° *Blende*. — Provient des recherches effectuées par M. Roux, de Marseille, au quartier des Bormettes, dans la région ouest des montagnes des Maures, près Hyères (Var).

C'est une blende noire, à texture cristalline, à gangue quartzeuse, avec quelques mouches de galène dans la masse. Les travaux ont porté sur plusieurs filons, qui, tous, ont fourni un minerai mixte de blende et de galène intimement mélangées.

L'or recherché n'a pas été trouvé.

Une demande en concession est en instance. Il a été accordé déjà un permis de disposer des produits des recherches.

Quartz	0,105
Ca O	0,035
Fe	0,050
Pb	0,042
Cu	"
Zn	0,422
S	0,305
Ag	0,00052
	0,95952

4° *Cuivre pyriteux*. — Présenté par M^{me} de Barran de Muratel, à Marseille. Pris à l'affleurement d'un filon rencontré dans une propriété située sur le territoire de la commune de Dourgues (Tarn). L'échantillon présente à la surface de nombreuses traces ocreuses avec des mouches de carbonate vert, et dans la masse on remarque des parties fortement irisées.

Cu	0,270
Fe	0,241
SiO ²	0,095
S, CO ² , etc.	0,394
	1,000

5° *Cuivre pyriteux*. — Envoi de M. Bérenger, à Nice. Provient de St-Sauveur (Alpes-Maritimes), quartier de Volx; on a effectué quelques travaux de recherche peu importants. Échantillon de bonne apparence présentant à la surface des traces d'oxyde de fer et de carbonate vert. La gangue est quartzeuse.

Cu	0,296
Fe	0,180
SiO ²	0,113
S, etc. (non dosés)	0,411
	1,000

6° *Manganèse (Pyrolusite)*. — Envoi de M. Deberque, à Marseille. Provient d'Espagne. L'échantillon se présente en masse compacte avec des parties ternes et des parties douées d'un

éclat métallique assez prononcé. La poussière est noire et facilement attaquable par l'acide chlorhydrique d'une concentration moyenne. Le cuivre, le cobalt et le nickel n'ont pas été rencontrés.

SiO ²	0,012
Ba O SO ³	0,050
Ca O	0,010
Al ² O ³	0,028
Fe ² O ³	0,026
Mn O ²	0,820
Eau, etc.	0,054
	1,000

7° *Minerai de fer*. — Envoi de M. Sauvan, à Nice. Provient d'amas intercalés dans la partie inférieure du terrain jurassique, rencontrés sur le territoire de la commune de Belvédère (Alpes-Maritimes). L'échantillon est un minerai rouge violacé, compact, avec des grains de fer micacé dans la masse, d'une faible dureté, tachant les doigts et le papier. Le manganèse recherché n'a pas été trouvé.

Les seuls travaux exécutés sur le gisement consistent dans l'ouverture de quelques tranchées peu importantes.

Peroxyde de fer	0,899
Silice	0,071
Ca O	traces
Ph	traces sensibles
Pertes, matières non dosées	0,030
	1,000

8° à 10°. *Peroxyde de fer hydraté*. — Envoi de M. Gavot, propriétaire des hauts fourneaux de Rustrel (Vaucluse). Il existe dans ce département, à la partie supérieure des terrains crétacés, une formation particulière qu'on a rapportée au terrain sidérolithique du Jura, et qui, comme ce dernier, renferme du fer en quantité. Le minerai se présente en amas, et consiste en un grès quartzeux imprégné d'oxyde de fer hydraté. Lorsque la teneur en fer augmente, le minerai change d'aspect et ressemble alors à une hématite brune.

Ce gisement a été, à un moment donné, exploité assez activement; il n'en est plus de même aujourd'hui.

L'échantillon b a rendu au haut fourneau de Rustrel, marchant au charbon de bois, 44 p. 100.

Ces minerais sont très fusibles: ils ne renferment ni chaux, ni alumine, ni manganèse.

Le phosphore n'a été dosé que sur *a*.

a. Pris au quartier Bruyères-du-Villars.

b. *Id.* Notre-Dame-des-Anges.

c. *Id.* de Barriès.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Si O ₂	0,113	0,213	0,174
Fe ² O ₃	0,775	0,670	0,710
Ph O ₅	0,009	"	"
H O	0,103	0,117	0,116
	1,000	1,000	1,000
Fer métallique	0,540	0,469	0,497

Le soufre recherché a été rencontré, mais en quantité excessivement faible.

§ 3. — CALCAIRES, CHAUX.

1° à 3°. *Chaux hydrauliques*. — Envoi de M. de Lapeyrouse, à Marseille. Échantillons de chaux hydrauliques, blanches, siliceuses, fabriquées à l'usine de Villeneuve à La Bédoule, avec des calcaires appartenant à la base de l'aptien. Ces chaux contiennent l'une et l'autre des quantités notables d'acide carbonique. La cuisson s'exécute dans des fours coulants en stratifiant le calcaire avec du lignite menu de Fuveau. Il y a lieu de craindre que ce combustible ne développe pas une chaleur suffisante pour assurer la cuisson dans des conditions tout à fait satisfaisantes, et il paraît certain qu'on améliorerait la fabrication en introduisant une certaine proportion d'un combustible plus énergique.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Si O ₂	0,215	0,135	0,175
Al ² O ₃	0,148	0,189	0,063
Ca O	0,568	0,544	0,647
CO ₂ , H O	0,069	0,132	0,115
	1,000	1,000	1,000

4° et 5°. *Calcaires à chaux*. — Envoi de M. Carvin, à Marseille. Ces calcaires proviennent des environs de Toulon, quartier de Valbertrand, où M. Carvin a fait des recherches pour la découverte de pierre à chaux qui doit être traitée à son usine du Pont-du-Las, à Toulon.

a. Calcaire compact, gris, très homogène; contient des traces de magnésie.

b. Gris foncé, avec veinules de carbonate cristallin dans la masse.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Si O ₂	0,085	0,048
Al ² O ₃	0,114	0,078
Fe ² O ₃	traces	traces
Ca O	0,430	0,471
CO ₂ , H O	0,371	0,403
	1,000	1,000

6° et 7°. *Calcaires à chaux*. — Envoi de MM. Bonnardel et fils, à Viviers-sur-Rhône (Ardèche). Ces deux échantillons proviennent de la montagne du Collet-Bas, commune du Carnet (Var). Ce sont des calcaires dolomitiques appartenant à la période infraliasique.

a. Gris, compact, dur, cassure pierreuse.

b. Gris pâle, aspect terreux.

Ce dernier est déjà utilisé pour la fabrication de la chaux: *a* donnera évidemment un produit analogue.

On sait que certains calcaires dolomitiques sont susceptibles de donner des chaux hydrauliques et même des ciments.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Si O ₂	0,029	0,067
Al ² O ₃	0,023	0,054
Ca O	0,300	0,316
Mg O	0,192	0,145
CO ₂ , H O	0,456	0,418
	1,000	1,000

8° et 11°. *Calcaires à chaux*. — Envoi de M. de Lapeyrouse, à Marseille. Ces quatre échantillons ont été pris sur les divers bancs exploités dans une carrière située sur le territoire de la commune de Roquefort, au quartier de La Bédoule, vers la base de l'étage aptien (zone à *Ostrea Aquila*).

Cette carrière alimente depuis longtemps déjà une usine à chaux fort importante. La chaux obtenue est hydraulique, siliceuse, très estimée.

a. Compact, homogène, gris foncé, dur.

b. Gris, plus pâle, assez tendre.

c. Gris, aspect terreux.

d. Gris pâle, compact, très dur.

	a	b	c	d
SiO ₂	0,123	0,145	0,143	0,128
Al ₂ O ₃	0,024	0,028	0,033	0,019
CaO	0,467	0,452	0,451	0,467
CO ₂ , H ₂ O	0,386	0,375	0,373	0,386
	1,000	1,000	1,000	1,000

12° *Calcaire*. — Envoi de M. Rastoin, à Marseille. Provient des environs d'Apt. C'est un calcaire grisâtre, assez tendre, d'aspect marneux. Des essais de fabrication faits avec ce calcaire ont donné un ciment à prise très lente.

SiO ₂	0,132
Al ₂ O ₃	0,118
CaO	0,405
CO ₂ , H ₂ O	0,345
	1,000

13° *Calcaire bitumineux*. — Envoi de M. Gossiaux, à Gardanne. Calcaire bitumineux riche en silice, provenant d'une couche de 60 centimètres rencontrée dans des travaux d'exploration exécutés à la concession de lignite de Billabau (Basses-Alpes).

Les concessionnaires de la mine de lignite vont s'occuper de chercher le moyen d'utiliser cette roche bitumineuse.

Bitume	0,130
SiO ₂	0,510
Al ₂ O ₃	0,074
CaO	0,157
CO ₂ , H ₂ O	0,129
	1,000

§ 4. — DIVERS.

1° *Halloysite*. — Envoi de M. Goldschmit, à Marseille. Provient d'Anatolie (Asie-Mineure). Échantillon d'un blanc parfait, très pur, à cassure esquilleuse, onctueux au toucher, assez dur, très difficilement attaqué par les acides. Mise en contact avec l'eau, cette matière laisse dégager des bulles d'air et il se produit une sorte de crépitation très particulière.

SiO ₂	0,362
Al ₂ O ₃	0,340
CaO	0,008
KO, NaO	traces
H ₂ O	0,265
	0,975

2° *Sable blanc*. — Envoi de M. Olive, à Marseille. Sable blanc, très fin, provenant d'une couche de 1^m,50, rencontrée au quartier du Creissaud, près Aubagne (Bouches-du-Rhône). Cette couche est exploitée souterrainement, et on livre environ 10 tonnes par jour, pour la fabrication du verre ordinaire, aux verreries des environs de Marseille.

Sable quartzeux	0,842
Argile	0,135
CaO	0,010
Peroxyde de fer	0,0007
Perte au feu	0,0123
	1,000

3° *Argile imprégnée de sulfate de fer*. — Envoi de M. Goldschmit, à Marseille. Provient d'Asie-Mineure, de la région du mont Liban. C'est une argile siliceuse imprégnée de sulfate de fer naturel, de couleur jaunâtre. En comparant les quantités de Fe₂O₃ et de SO₃, on voit que ce sel de fer correspond à peu près exactement à la formule Fe₂O₃,3SO₃.

L'existence d'un gisement de ce sel de fer n'avait pas encore, croyons-nous, été signalée en Europe, mais on voit que la teneur est trop faible pour songer à utiliser cette matière pour en retirer le sulfate de fer ou même seulement l'acide sulfurique.

SiO ₂	0,332
Al ₂ O ₃	0,064
CaO	0,028
Fe ₂ O ₃	0,128
SO ₃	0,184
S	0,030
Eau, etc.	0,234
	1,000

V. — LABORATOIRE DE MÉZIÈRES.

Travaux de M. HENRIOT, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

1° *Phosphate de chaux*. — Quatre échantillons de phosphate en farine provenant des gîtes de nodules phosphatés de l'arrondissement de Vouziers, envoyés par M. Baulny, d'Apremont.

On y a d'abord recherché l'acide phosphorique, et on a obtenu les résultats suivants :

	TENEUR de la farine à l'état naturel.	PROPOR- TION corres- pondante de phosphate de chaux.	HUMIDITÉ.	TENEUR de la farine sèche.	PROPOR- TION corres- pondante de phosphate de chaux.
1 ^{er} échantillon . .	22,656	49,390	2,0 p. 100	23,118	50,397
2 ^e — . . .	18,175	39,624	2,3 —	18,604	40,557
3 ^e — . . .	18,048	39,345	2,4 —	18,492	40,312
4 ^e — . . .	12,992	28,323	2,4 —	13,311	29,018

Sur la demande des intéressés, on a fait, après coup, l'analyse commerciale des mêmes échantillons et on a obtenu les richesses suivantes :

55 p. 100 44 p. 100 44,10 p. 100 31,80 p. 100

On voit que l'analyse commerciale donne des erreurs assez notables.

2^e *Phosphate de chaux*. — Un échantillon, envoyé par M. Courtois d'Écordal, a été analysé de même par les deux méthodes.

On y a trouvé :

	p. 100
Par la méthode commerciale	42,50 de phosphate de chaux.
Par la recherche directe de l'acide phosphorique	18,23 d'acide phosphorique.
Ce qui correspond à	39,79 de phosphate de chaux.

On voit, d'après ces diverses analyses, que les phosphates provenant de la gaize de l'Argonne peuvent être considérés comme ayant une teneur en acide phosphorique variant de 15 à 25 p. 100.

3^e *Résidu de fanage*. — Un échantillon de résidu de fanage des mêmes phosphates a été envoyé par un agriculteur de Chesnois-Auboncourt.

On a trouvé qu'il renfermait encore 2,53 p. 100 d'acide phosphorique et 6,93 p. 100 de chaux.

4^e *Cendre*. — Un échantillon de cendre cuite provenant du lias de Flize, envoyé par M. Paris.

On y a dosé les sulfates, le fer, l'alumine et la chaux.

Les résultats obtenus peuvent se résumer comme suit :

Sulfate de fer	0,65 p. 100
Sulfate d'alumine	2,24 —
Alumine	1,47 —
Sulfate de chaux	2,67 —
Sulfate de potasse	0,70 —

5^e *Cendres sulfureuses* du bois d'Enelles, commune de Balaives, employées pour amendement.

Les échantillons, envoyés par M. Prévotiaux-Gontaut, de Lannois, ont présenté la composition suivante :

Partie soluble dans l'eau	Sulfate de chaux	1,34
4,69 p. 100.	— de magnésie	0,15
	— de fer	3,00
	— d'alumine (très peu)	
18,53 p. 100.	Alcalis	traces
	Eau hygrométrique	18,53
Partie insoluble dans l'eau	Eau combinée et matières organiques	12,67
76,62 p. 100.	Argile et silice	56,48
	Pyrites de fer	5,49
	Peroxyde de fer	0,69
	Carbonate de chaux	1,41
	— de magnésie	0,18
	Acide phosphorique	traces
		99,84

6^e *Ocres rouges*, provenant d'une minière de Porcheresse, près Palizeul (Belgique). Les échantillons ont été pris sur des produits destinés à la fabrication des couleurs minérales et remis au laboratoire à l'état pulvérulent, par M. Colin, de Prix-lès-Mézières; ils étaient doux au toucher et d'une belle couleur rouge foncé.

Leur analyse a donné les résultats suivants :

	a	b	c
Eau et acide carbonique	1,40	1,40	2,00
Résidu inattaqué	31,26	52,14	34,88
Peroxyde de fer	64,76	45,89	61,04
Alumine	2,22	0,31	1,66
Chaux	0,30	0,50	0,34
	99,94	100,24	99,92

VI. — LABORATOIRE DE L'ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

Travaux exécutés sous la direction de M. LE VERRIER, ingénieur des mines, par MM. TRAVARD, BOIVIN, BARRY et MALLET, adjoints au laboratoire. (EXTRAIT.)

Il a été fait, en 1884, 110 analyses, et, en 1885, 126 analyses : les résultats des principales d'entre elles sont donnés ci-après.

§ 1. — COMBUSTIBLES.

	<i>a</i>	<i>a'</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>c'</i>	<i>d</i>	<i>d'</i>
Cendres.....	57	90	4,5	12,02	12,30	51,25	38,25
Carbone fixe.....	"	"	63,00	26,76	20,04	9,295	19,75
Matières volatiles.....	"	"	32,05	61,22	67,66	39,58	42,00
Pouvoir calorifique (celui du carbone étant pris pour unité).....	"	"	0,78	0,65	0,57	"	"

a, a' Anthracites de la Savoie.*b* Lignites de Gouhenans.*c, c'* Lignites.*d, d'* Schistes envoyés par M. Duny, de Pont-Saint-Esprit (Gard).Rendement à la distillation de *d*.

Eaux ammoniacales.....	15,58
Goudrons et huiles.....	3,93
Coke.....	55,50
Gaz.....	24,99

Houilles.

	<i>e</i>	<i>e'</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>h'</i>	<i>h''</i>	<i>h'''</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>p</i>	<i>p'</i>
Coke.....	88,75	"	80,0	72,75	85,6	85,1	86,5	86,0	83,7	92,0	73,3	"	93,5	90
Cendres.....	9,9	15,8	18,2	29,70	8,4	13,7	16,5	19,3	5,0	11,7	17,2	12,2	13,65	12
Matières volatiles { Goudrons.....	4,5	"	"	2,50	1,28	1,6	1,9	1,7	2,75	0,6	"	"	"	"
Gaz et eaux ammoniacales.....	6,75	"	"	24,75	13,12	13,36	11,6	12,3	13,55	7,0	"	"	"	"
Gaz aux 100 kilogr. de houille.....	23,40	"	"	20,75	24,5	22,5	17,5	2,21	22,2	20,8	"	"	18,1	13
Eaux ammoniacales aux 100 kilogr. de houille.....	61,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Craie.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,62	"	"

e, e' Houille de Prades, apportée par M. Vialatoux (*e* menu lavé, *e'* menu sortant).*f* Houille du puits du Nord-Ouest, 2^e couche (Montieux), apportée par M. Grand'Eury.*g* Houille de Sainte-Foy-l'Argentière, envoyée par M. Vialatoux.

h, h', h'', h''' Houille { *h* lavée, couche 2^m, 77 d'épaisseur, profondeur 282^m, 50.
 de Malbosc... { *h'* brute, id. 0,85 id. id. 288
 { *h''* id. 1,40 id. id. 292
 { *h'''* id. 2,40 id. id. 275

k Houille de Rochebelle, couche n° 6, envoi de M. Chansselle.*l* Houille de Malbosc, couche de 3 mètres, profondeur 333^m, 80, envoi de M. Chansselle.*m* Houille de Chaponnay, provenant d'une couche traversée par le sondage de Toncieu à 258 mètres, envoi de M. Grand'Eury.*n* Menu grêleux d'Assailly (houillères de Rive-de-Gier).*p, p'* Houille de Prades, envoi de M. Calas (*p* fin lavé, *p'* criblé ordinaire).

§ 2. — MINÉRAIS DE FER ET DE MANGANESE.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>j</i>	<i>k</i>
SiO ₂	52,10	13,3	7,4	50	16	8	7,80	8,5	2,2	5,9
Fe ₂ O ₃	36	64,3	90	42,5	63,8	4,28	2,70	62,45	49,50	64,22
Mn ² O ₄	0,15	1,9	1	0,1	traces	24	54,84	14	30,4	3
Al ² O ₃	10	3,8	"	7	"	"	1,20	0,48	1,8	0,78
Cr.....	"	"	"	0,3	"	"	"	"	"	"
CaO.....	0,97	7,4	1,2	"	6,57	30,7	6,22	1,32	2,75	11,54
MgO.....	traces	1,7	traces	"	0,8	0,4	"	"	"	"
BaO.....	"	"	"	"	"	"	7,85	"	"	"
BaO, SO ₃	"	"	"	"	"	"	0,93	"	"	"
CaFl.....	"	"	"	"	"	"	8,50	"	"	"
Perte au feu.....	0,2	8,65	1,45	"	13,8	33	11,81	5,50	12	14,5
	99,42	101,05	101,05	100,10	100,97	100,38	101,84	92,25	98,65	99,94

a Fer oligiste de Saint-Bonnet (Hautes-Alpes).*b* Fer oxydulé (même provenance).*c* Hématite rouge (même provenance).*d* Scories de Piégros (Drôme) provenant d'un haut fourneau très ancien.*e* Minerai trouvé près de l'emplacement du même fourneau, provenant de gisement inconnu.*f* Minerai de manganèse des Pyrénées.*g* Minerai de Romanèche.*h* Minerai de la Lozère (il contient en outre du zinc et de la magnésie qui n'ont pas été dosés).*j* Minerai de Spighiazessa (Grèce).*k* Minerai de Fragua (Espagne).

	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>n</i>	<i>o</i>	<i>p</i>	<i>q</i>	<i>r</i>	<i>s</i>	<i>t</i>
SiO ₂	8,5	5,9	9,4	2,55	4,97	8,20	22,60	5,6	33,10
Al ² O ₃	0,48	0,78	2,17	3,60	2,40	2,8	13,60		
Fe ₂ O ₃	"	64,22	3,23	75,18	75,88	1,05	1,15	81,65	44,70
Fe.....	42,45	"	"	52,60	"	"	"	"	"
Mn ² O ₄	"	3,00	28,20	"	"	65,15	61,25	0,70	"
Mn.....	10,45	"	"	"	"	"	"	"	"
CaO.....	1,32	11,54	29,56	1,20	"	0,80	0,40	"	traces
MgO.....	traces	"	"	"	"	"	"	"	"
PbO.....	"	"	"	"	2,80	"	"	"	"
ZnO.....	traces	"	"	0,42	1,92	"	"	"	"
Ph.....	0,002	"	"	"	"	"	"	"	"
CO ₂	"	"	23,30	"	"	"	"	"	"
Perte au feu.....	5,50	1,45	"	19,40	10,40	10,20	10,30	9,5	17,3

l Minerai de manganèse de la Lozère, envoi de M. Chansselle.*m* Minerai de fer de Frognas (Firminy).*n* Minerai de manganèse de Carsac (Sarlat, Dordogne), affleurements, remis par M. Baraige.*o* Minerai de fer de la Drôme, envoi de M. Tauzin.*p* Id. id.*q* Minerai de manganèse de Terrenoire.*r* Id.*s* Minerai du sondage de Toncieu (306^m), envoi de M. Grand'Eury.*t* Argile rouge de Toncieu.

§ 3. — FONTES ET ACIERS.

Fontes et aciers. — On a analysé 44 échantillons de fontes ou aciers.

Le tableau suivant donne les résultats des principales analyses :

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>j</i>
Carbone	0,26	0,78	1,00	4,8	3,0	3,14	2,73	»	»
Silicium	traces	0,2	0,29	0,6	2,0	0,72	0,72	»	»
Manganèse	0,1	0,32	1,04	0,63	0,3	0,97	0,83	»	»
Soufre	0,25	0,06	0,08	0,1	0,08	»	»	0,05	0,02
Phosphore	0,02	»	0,04	»	1,60	»	»	0,09	0,005

a Acier pour tôles : ce métal se lamine assez bien, malgré une proportion de soufre exceptionnelle.

b Acier à rails.

c Acier pour plaques mixtes.

d Fonte ayant servi à fabriquer l'acier *b*.

e Fonte de la Moselle, employée pour donner de la fluidité aux fontes de moulage.

f, g Fontes trempées en coquilles.

h, j Fontes au bois fabriquées à l'air froid.

Analyse du laitier obtenu dans la fabrication de la fonte d.

Silice	32,5
Alumine	10,0 (avec traces de fer)
Chaux	47,5
Magnésie	9,5
Soufre	1,50
Manganèse	0,25
	101,25

Analyse des poussières recueillies dans des appareils à air chaud.

Silice	13,58
Alumine	4,95
Sesquioxyde de fer	9,95
Oxyde rouge de manganèse	32,90
Chaux	10,77
Oxyde de zinc	3,55
Acide sulfurique	3,57
Soufre	0,306
Carbone	5,26
Perte au feu	14,40

99,236

§ 4. — DIVERS.

1° *Sulfure d'antimoine de Saint-Bonnet.*

Gangue	9,7
Sulfure d'antimoine	53,0
Sulfure d'arsenic	13,5
Oxyde de fer et alumine	14,9
Matières non dosées	8,9
	100,0

2° *Graphite du Briançonnais.*

Matières combustibles	65,00
Silice	12,00
Sesquioxyde de fer	7,20
Alumine	6,84
Chaux	0,68
Magnésie	4,93
	96,65

Cette matière est fusible au chalumeau.

3° à 19° *Roches diverses.*

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO ₂	62,5	47	47,8	66	68	90	57,45	60,60
Al ₂ O ₃	15					1,5	26,85	26,60
Fe ₂ O ₃	7,2	38,75	34,5	21	19,25	traces	»	»
Mn ₂ O ₃	0,13					»	0,80	1,00
CaO	1	10,25	14	1	1,85	»	0,97	1,15
MgO	5	0,2	0,4	1,4	0,54	»	»	2,00
K ₂ O	»	»	»	»	»	»	»	1,00
NaO	»	»	»	»	»	»	»	»
Perte au feu		Non déterminée				8,07	6,30	6,50
SO ₃	»	»	»	»	»	»	»	»
	90,93	96,20	96,7	89,4	89,64	99,57	92,37	98,85

	9	10	11	12	13	14	15	16	17
SiO ₂	»	»	53,52	56,75	86,60	75,47	0,60	61,50	74,00
Al ₂ O ₃	»	»	26,53	33,45	2,95	8,22	0,85	11,80	13,80
Fe ₂ O ₃	4,4	4,45	2,07	9,50	5,05	5,60	»	9,70	2,30
Mn ₂ O ₃	»	»	»	»	»	»	»	»	»
CaO	»	»	0,71	1,10	»	1,40	53,45	2,90	1,00
MgO	»	»	»	»	»	0,93	»	»	»
K ₂ O	»	»	»	»	»	1,46	»	»	»
NaO	»	»	»	»	»	1,24	»	»	»
Perte au feu	»	»	»	»	3,20	2,30	43,30	6,30	6,80
SO ₃	»	»	»	»	»	0,32	»	»	»
			93,03	100,80	97,80	96,94	98,20	92,20	97,90

1 Schiste chloriteux, étage supérieur du terrain primitif (Mont Pilat).

- 2,3 Diorites, près Bellegarde (Loire).
 4,5 Gores blancs du terrain houiller de Saint-Étienne.
 6 Grès triasique des environs de la Clayette (Saône-et-Loire).
 7 Schiste de Saint-Thorin.
 8 Schiste de Regny.
 9 Grès ferreux de Patroa, envoi de M. Chansselle.
 10 Schiste de Patroa, envoi de M. Chansselle.
 11 Argile réfractaire de Saint-Quentin, près Uzès.
 12 Argile réfractaire de Bagnols, envoi de M. Dérieux.
 13 Argile jaune de Toncieu (276^m, 70).
 14 Sable pour verrerie de l'Ardèche, envoi de M. Vialatoux.
 15 Brèche calcaire de Seine-et-Marne, envoyée par M. Petit.
 16 Roche traversée par le sondage de Toncieu (217 mètres).
 17 Banc rencontré par le puits de la Pompe, entre la 11^e et la 12^e couche du système moyen de Saint-Étienne.

20° à 27° *Roches éruptives de la région de Boën (Forez).*

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
SiO ₂	67,75	75,20	63,55	66,7	63,7	68,7	72,6	70,1
Al ₂ O ₃	18,1	11,65	18,25	21,8	15,6	13,9	18,25	14,9
Fe ² O ₃	4,1	2,65	6,73	5,5	7,4	7,3	2,3	5,6
CaO	1,6	1,8	1,45	3,8	2,2	1,35	1,05	1,3
KO	0,9	2,3	3,0	traces	2,1	4,03	2,68	1,95
NaO	3,7	3,4	3,9		2,2	2,8	2,41	2,15
Perte au feu . . .	1,8	1,7	1,4	1,9	3,0	1,2	1,8	3,4

Ces roches appartiennent toutes, sauf le n° VI, au massif marqué par Gruner en porphyre granitoïde. D'après l'examen minéralogique, le n° I est un véritable granite. Cette roche, plus ou moins altérée, forme la base de tout le district en question. L'analyse se rapporte à un échantillon pauvre en quartz et riche en oligoclase; ce dernier feldspath s'altère facilement, et la roche qui contient du quartz granulitique prend alors à l'œil un aspect porphyrique. Le n° II est une granulite; on la rencontre en filons ou en masses restreintes dans tout le district; elle y a échappé aux altérations qui rendent souvent le granite méconnaissable. Les nos III, IV, V appartiennent à une variété spéciale de microgranulites; le porphyre granitoïde de Boën, décrit par Gruner, en fait partie. Ce sont des microgranulites micacées, qu'on pourrait appeler kersantites. Les cristaux de première consolidation sont surtout de l'orthose, de l'oligoclase, des piles de mica transformé en chlorite; le quartz y est rare. Ces éléments sont moulés par une microgranulite souvent grossière et contenant des lamelles de mica de deuxième consolidation. Ces roches ont recouvert le granite dans une partie de la région, et elles sont elles-mêmes surmontées par des microgranulites franches. Elles semblent constituer une éruption spéciale dont la date serait probable-

ment vers le début du carbonifère inférieur. Par leur composition, elles forment une sorte d'intermédiaire entre les porphyres acides et les porphyres syénitiques. Le n° VI est un orthophyre, formant des coulées dans l'étage anthracifère. Le n° VII est une microgranulite euritique, passant au porphyre à quartz globulaire, qui forme de vastes coulées au-dessus des roches précédentes, et paraît avoir recouvert une grande partie du district.

Le contact de ces différentes roches a donné lieu à beaucoup de variétés difficiles à classer. Le n° VIII représente la plus importante. C'est une sorte de tuf, où l'examen microscopique montre des cristaux brisés du granite, ressoudés par une microgranulite grossière. Cette roche, très abondante dans la région, et qui paraît avoir été pour Gruner le type du porphyre granitoïde, forme une zone continue au-dessus du granite et au-dessous des microgranulites. On peut attribuer sa formation au remaniement des sables granitiques par les éruptions ultérieures. Elle passe par des transitions insensibles à des tufs porphyriques qui forment la base des grandes coulées de microgranulite.

28° *Sulfate de strontiane*, provenant d'un filon situé dans le département de la Drôme.

Sulfate de baryte	2,1
Sulfate de chaux	15,2
Sulfate de strontiane	76,8
Matières inattaquées	1,2
Perte au feu	1,4

96,70

VII. — LABORATOIRE DE TROYES.

Travaux de M. BRACONNIER, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

§ 1. — CALCAIRES, CHAUX, CEMENTS.

1° *Calcaires, chaux hydraulique, ciments et autres produits des usines de Mussy-sur-Seine (Aube).* — A la base des coteaux qui entourent Mussy-sur-Seine, la partie supérieure du terrain oxfordien présente en abondance des calcaires argileux alternant avec des lits de marne très calcaire. Ces calcaires et marnes sont, comme à Clairvaux, l'objet d'une exploitation active pour la fa-

brication de la chaux hydraulique, du ciment et agglomérés divers. Dans la carrière de M. Thiney, on a relevé tous les bancs, au nombre de 91, pour en déterminer la composition exacte.

L'examen des résultats des analyses faites montre qu'on peut décomposer la masse de la carrière en quatre assises principales :

1 ^{re} partie de 2 ^m ,18 d'épaisseur avec un indice moyen d'hydraulicité de 0,25				
2 ^e — 15 ,97	—	—	—	0,38
3 ^e — 5 ,88	—	—	—	0,23
4 ^e — 5 ,91	—	—	—	0,53
Ensemble 29 ^m ,94	—	—	—	0,37

Les 1^{re} et 3^e parties peuvent donc fournir de la chaux moyennement hydraulique; la 2^e de la chaux voisine de la limite de la chaux hydraulique ordinaire et de la chaux éminemment hydraulique; la 4^e, du ciment.

En éliminant les 1^{re} et 3^e parties, il reste une puissance de 21^m,88 dont l'indice moyen, 0,42, correspond aux chaux éminemment hydrauliques.

M. Thiney a demandé également l'analyse des divers produits de sa fabrication et de l'eau puisée dans la vallée à peu de distance de la Seine et servant à l'alimentation de ses chaudières. Les résultats de ces analyses sont indiqués ci-dessous :

	CARREAUX pour dallages	BRIQUES agglomérées	CIMENT façon Portland	CHAUX hydraulique
Perte au feu	32,20	17,20	8,35	37,35
Silice	17,35	55,75	19,85	15,50
Alumine	8,68	7,59	6,08	5,58
Peroxyde de fer	1,37	1,21	1,32	1,67
Chaux	39,25	14,75	49,90	40,10
Magnésie	0,85	0,19	0,57	0,16
Perte	0,30	0,31	0,93	0,36
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Indice d'hydraulicité . . .	»	»	0,72	0,52

Eau d'alimentation.

Carbonate de chaux	0 ^{gr} ,251 par litre.
Sulfate de chaux	0 ,010
Sulfate de magnésie	traces
Chlorure de sodium	0 ,006
Carbonate de fer	0 ,010
Matières organiques	0 ,008
Perte	0 ,005
Résidu fixe	0 ^{gr} ,290

2^e Calcaires provenant de la carrière de M. Villejean, à Mussy-sur-Seine, rive gauche. — Dans cette carrière, on exploite, sur une hauteur de 14 mètres :

1^o Une puissance de 12 mètres de calcaires argileux A, séparés par de petits lits de marne B, correspondant à la 2^e partie de la carrière de M. Thiney.

2^o Une puissance de 2 mètres de calcaires moins argileux C, correspondant à la région supérieure de la 3^e partie de la carrière de M. Thiney.

Les résultats des analyses effectuées sont les suivants :

	A	B	C
Perte au feu	33,55	36,20	41,45
Silice	11,30	14,45	6,25
Alumine	3,46	5,20	1,60
Peroxyde de fer	0,44	0,85	0,85
Chaux	45,00	43,00	49,85
Magnésie	traces	traces	traces
Perte	0,25	0,30	0,30
Total	100,00	100,00	100,00
Indice d'hydraulicité	0,32	0,46	0,15

On voit que dans cette exploitation, on néglige la 4^e partie qui est de beaucoup la plus riche en matières hydrauliques.

3^o Calcaires de la carrière de M. Verdot, près Mussy-sur-Seine. — Il résulte des analyses faites que la carrière se décompose en trois parties A, B, C :

A bas de la 3 ^e partie de M. Thiney, épaisseur 0,95, indice moyen 0,18			
B — 4 ^e — — — — —	3,00	—	0,52
C — 5 ^e — — — — —	6,70	—	0,43

Les produits de la fabrication envoyés par M. Verdot ont donné à l'analyse les résultats suivants :

	Chaux hydraulique.	Ciment.
Perte au feu	16,00	36,50
Silice	15,85	15,65
Alumine	8,54	4,09
Peroxyde de fer	0,91	0,91
Chaux	58,50	42,50
Magnésie	traces	traces
Perte	0,20	0,25
Total	100,00	100,00
Indice d'hydraulicité	0,41	0,46

§ 2. — DIVERS.

1° *Minerai de fer.* — On a recueilli près d'Aubigny, commune de Taingy (Yonne), un échantillon du minerai geysérien qu'on rencontre en fragments de plusieurs centaines de kilogrammes dans les fissures du terrain corallien supérieur. A l'aspect, ce minerai paraît intermédiaire entre le minerai de fer fort de Saint-Pancré et le quartz geysérien de Tellancourt (Meurthe-et-Moselle). Sa composition a été trouvée la suivante :

Perte au feu.	5,10
Silice.	44,05
Alumine.	4,30
Peroxyde de fer.	46,10
Chaux.	0,30
Magnésie.	traces
Matières non dosées et perte.	0,15
Total.	100,00

2° *Ogres des ocrières de l'arrondissement d'Auxerre.* — Le gisement d'ocre paraît s'étendre sur le territoire compris entre Toucy, Parly, les Grossots, Diges et les Guérins. Il va en s'aminissant comme une lentille sur ses bords et paraît constituer le fond d'un ancien étang, reposant sur les sables jaunâtres de la Puisaye et recouvert par les marnes grises de Brienne et Saully, commune de Diges; il offre la coupe suivante :

Argile jaune.	1 ^m ,00 (A)
Ocre jaune commune.	0 ,60 (B)
— belle.	0 ,20 (C)
Grouin et ocre mélangés de plaquettes et géodes de minerai de fer.	0 ,05 (D)

La puissance totale de l'ocre est ordinairement inférieure à 0^m,85.

L'exploitation se fait comme celle des minerais de fer en couches, et permet l'enlèvement à peu près complet de la substance. On a extrait, en 1885, 19.700 tonnes d'ocre brute, dont le prix d'extraction, sur le carreau, est d'environ 6 francs, et qui ont produit dans les usines 11.820 tonnes de produit marchand.

L'analyse des échantillons recueillis a donné les résultats suivants :

	A	B	C	D
Perte au feu.	10,40	7,80	7,35	11,70
Silice.	63,70	64,75	54,70	40,35
Alumine.	19,16	12,67	15,66	2,84
Peroxyde de fer.	6,34	13,63	21,24	74,41
Chaux.	0,35	1,15	0,45	0,50
Magnésie.	traces	traces	traces	traces
Perte.	0,05	0,00	0,60	0,20
Total.	100,00	100,00	100,00	100,00

VIII. — LABORATOIRE DE VICDESSOS.

Travaux de M. NENTEN, ingénieur des mines. (EXTRAIT.)

1° et 2° *Minerai de cuivre.* — Échantillon de pyrite cuivreuse et cuivre gris, envoyé par MM. Couret et Fitte, et provenant des recherches qu'ils exécutent à Saint-Lary.

La pyrite cuivreuse est jaune et sa poussière légèrement verdâtre; elle est mélangée à une assez forte proportion de cuivre gris, mais pas assez intimement pour que le triage n'en soit pas possible à la main. La gangue est un mélange de calcaire spathique blanc et de quartz, ce dernier est plus particulièrement au contact des minéraux, le calcaire formant la masse des épontes.

L'analyse a été faite sur deux échantillons différents :

a. Pyrite cuivreuse, débarrassée aussi complètement que possible de sa gangue et du cuivre gris.

Densité : 4,24.

b. Mélange de pyrite cuivreuse et de cuivre gris, séparé de la gangue par triage à main.

L'analyse a donné la composition suivante :

	a	b
Soufre.	32,61	19,15
Cuivre.	33,60	29,33
Fer.	31,50	12,83
Antimoine.	»	12,30
Quartz.	0,99	21,02
Carbonate de chaux.	»	5,37 (par différence)
	98,70	100,00

3° *Pyrite*. — Filon de pyrite mélangée intimement avec du quartz, dans le gneiss-granite d'Illier-et-Laramade, découvert par M. Laugé, de Vicdessos.

Quartz	43,10
Fer	30,83
Cuivre	1,00
Soufre	23,91
	98,86

4° *Galène* provenant des recherches exécutées à Alzen (quartier de Ferrobach), par le sieur Bourret.

Cette galène, à grains fins, renferme quelques mouches de pyrite légèrement cuivreuse, et un peu de blende. L'analyse suivante, ayant été faite sur un échantillon, ne représente nullement la richesse moyenne du minerai extrait jusqu'ici :

Plomb	56,70 p. 100.
Argent	105 grammes pour 100 kilogr. de plomb d'œuvre.
Or	pas trace.

5° *Galène* provenant du filon récemment découvert à Alzen (quartier de Ferrobach), par le sieur Barrière.

Cette galène est sensiblement la même que la précédente; cependant l'échantillon analysé renfermait un peu plus de blende et quelques taches de matières ocreuses :

Plomb	53,20 p. 100.
Argent	122 grammes pour 100 kilogr. de plomb d'œuvre.
Or	pas trace.

6° *Galène* provenant des recherches des sieurs Roques et consorts dans la vallée d'Orle (près la frontière d'Espagne).

Cette galène est à grains excessivement fins. L'échantillon analysé ne renfermait pas trace visible de blende ou de pyrite.

Plomb	54,05 p. 100.
Argent	137 grammes pour 100 kilogr. de plomb d'œuvre.
Or	pas trace.

7° *Blende*. — Échantillon provenant de l'ancienne exploitation du col d'Hurets, vallée de Sentein, près de la frontière d'Espagne.

Pour 100 kilogrammes :

Gangue	17 ^k ,5
Zinc	43 ,2
Plomb	5 ,9
Argent	0 ,150

8° *Blende*. — Échantillon provenant des recherches entreprises près du port de Vénasque (vallée de Luchon, frontière d'Espagne), par la Société des mines de plomb de Luchon et Melles.

Cette blende renferme, disséminée dans la masse, une assez grande quantité de calcite et quelques mouches de galène.

Pour 100 kilogrammes :

Gangue calcaire	9 ^k ,1
Zinc	40 ,5
Plomb	13 ,7
Argent	0 ,210

9° *Minerai de fer* de Rancié provenant du chantier Gambettou, partie supérieure du gîte de l'Avancée de Becquey :

Oxyde de fer (Fe ² O ³)	83,5	Fer	58,1
Oxyde de manganèse	2,1	Manganèse	1,6
Eau	8,7		
Gangue siliceuse	4,9	Total des métaux	59,7
Total	99,2		

10° *Minerai de fer* carbonaté blanc de la partie supérieure du Petit gîte, à Rancié :

Fer	32,4
Manganèse	1,2
Acide carbonique	36,9
Chaux	11 0
Eau	8,5
Gangue siliceuse	7,3
	97,3

11° *Minerai de manganèse*, provenant de Rouze, et donné par M. Soumain, directeur de l'établissement thermal d'Usson.

Ce minerai, très curieux, est formé de calcite bien cristallisée, colorée fortement en noir par du bioxyde de manganèse disséminé un peu partout.

La composition de ce minerai est la suivante :

Calcite	57,44
Bioxyde de manganèse	35,53
Argile	7,07 dosé par différence.
	100,00

12° *Scories de forges catalanes*, très lourdes, riches en fer et manganèse, envoyées par M. Cazeaux, de Toulouse :

a. Scorie fluide :

Silice	30,02		
Protoxyde de fer.	47,90	Fer métallique.	37,26
Protoxyde de manganèse. . .	13,15	Manganèse métallique . . .	10,05
Chaux.	5,05		
Alumine.	2,00	Total des métaux. . .	47,31
	98,12		

Pas trace d'acide phosphorique; des traces indosables d'acide sulfurique.

b. Scorie pâteuse :

Silice	28,66		
Protoxyde de fer.	46,14	Fer métallique.	35,89
Protoxyde de manganèse. . .	12,19	Manganèse métallique . . .	9,32
Chaux.	7,21		
Alumine	3,03	Total des métaux. . .	45,21
	97,23		

Les acides phosphorique et sulfurique n'ont pas été recherchés; ils n'existent probablement pas.

13° *Eau minérale* provenant d'une source située près du col de Rizoul (chemin de Goulier à Sem, vallée de Vicdessos) et envoyé par M. Teulade, de Cabre (analyse qualitative).

Cette eau renferme en quantité très appréciable des sulfates et des carbonates. Les bases de ces sels sont presque exclusivement la chaux et la magnésie; il y a également quelques légères traces d'oxyde de fer.

Le résidu par évaporation lente est de 0^{sr},920 par litre.

IX. — LABORATOIRE D'ALGER.

Travaux de M. TINGRY, garde-mines. (EXTRAIT.)

§ 1. — COMBUSTIBLES.

1° à 4° *Lignites* provenant des recherches de Marceau, remis par M. Trastour.

a. Lignite terreux, mat, homogène, à cassure lamelleuse.

b. Échantillon plus noir, moins mat et moins terreux que le précédent.

c. Combustible terreux, terne, s'effritant sous le doigt, s'exfoliant à la cassure.

d. Combustible à cassure assez nette et brillant, s'effritant moins aisément que le précédent.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Carbone fixe	18,90	47,50	23,13	38,10
Matières volatiles.	12,65	32,90	14,72	19,85
Cendres.	68,00	15,00	60,25	41,45
Eau	"	4,06	"	"
Pertes.	0,45	0,54	1,90	0,60
	100,00	100,00	100,00	100,00
Pouvoir calorifique.	2.315	2.830	2.730	"

5° *Charbon* provenant de Bou-Saada, remis par M. le Gouverneur général. Assez beau morceau à apparence de jais et presque sans pyrite.

	Charbon.	Coke obtenu.
Carbone fixe	48,25	84,71
Matières volatiles	41,23	5,16
Cendres.	9,80	9,22
Perte.	0,72	0,91
	100,00	100,00
Pouvoir calorifique.	6.066	6.475

§ 2. — MINÉRAIS.

1° à 4° *Minerais de zinc.*

a. Blende lamelleuse compacte, mélangée de mouches de galène et de calamine concrétionnée, avec gangue un peu ocreuse. Échantillon provenant du Djebel-R'iran, remis par l'Ingénieur en chef.

b. Calamine concrétionnée de même provenance, mélangée de parties compactes et alvéolaires, ces dernières colorées par du minium, et avec traces de galène et de blende. Échantillon remis par l'Ingénieur en chef.

c. Blende lamelleuse compacte, mélangée de galène, provenant de l'Oued-Badja. Échantillon remis par l'Ingénieur en chef.

d. Blende compacte, mélangée de galène, avec gangue de baryte sulfatée et des taches d'oxyde de fer, provenant des environs d'Aumale. Échantillon remis par M. le colonel de Grandry.

L'essai de ces échantillons a donné, comme teneurs pour 100 :

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Zinc	28,25	42,40	34,50	45,97
Plomb.	16,70	traces	20,00	10,65
Argent.	traces	traces	1 ^{sr} ,850 à la tonne de plomb	traces

L'échantillon *d* renferme, en outre, 19,28 p. 100 d'oxyde de fer et de baryte sulfatée.

5° *Minerai de fer* de Beni-Saf, remis par la direction des travaux, comme échantillon moyen ;

Peroxyde de fer.	79,00	Fer	56,35
Peroxyde de manganèse.	2,60	Manganèse.	1,85
Alumine	3,90		
Silice et quartz.	3,84		
Chaux	4,35		
Magnésie.	1,76		
Eau.	3,50		
Pertes	1,05		
	100,00		

Il n'a été trouvé aucune trace ni de baryte, ni d'acide sulfurique, ni d'acide phosphorique.

§ 3. — ROCHES.

1°, 2° *Calcaires* provenant des environs d'Haussonvillers et du Sébaou; remis par la compagnie de l'Est-Algérien.

a. Roche du Sébaou. — Calcaire siliceux, gris, moucheté, compact, à gros grains, rayant le verre, à cassure saccharoïde, dense. Il présente à l'œil de petits cristaux de pyrite assez régulièrement enserres dans la pâte, et des cristaux plus volumineux de quartz donnant à l'échantillon une apparence de poudingue.

b. Roche d'Haussonvillers. — Calcaire compact, gris, très homogène, dense, à cassure squammeuse, présentant sous le microscope de nombreux grains de pyrite.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Acide carbonique	0,060	0,307
Chaux.	0,085	0,388
Magnésie.	traces	»
Silice totale	0,638	0,184
Alumine et oxyde de fer	0,186	0,089
Éléments non dosés et pertes	0,031	0,052
	1,000	1,000

3°, 4° *Roches argileuses* des environs de Tlemcem; remis par M. de Redon.

Ces échantillons sont tous deux compacts, happant à la langue, d'apparence argileuse, au toucher gras et onctueux, de couleur blanche, légèrement teintée de jaune pour *a* et de rose pour *b*.

	<i>a</i>	<i>b</i>
Eau.	10,4	10,0
Silice.	48,5	50,0
Alumine.	34,8	35,8
Chaux.	traces	1,8
Magnésie.	traces	traces
Potasse.	fortes traces	fortes traces
Oxyde de fer.	»	traces
Pertes.	6,3	3,4
	100,0	100,0

5° à 8° *Sables* de Marceau, recueillis sur place par ordre de M. le Gouverneur général.

a. Un peu calcaire et jaune ocreux clair.

b. Jaune ocreux foncé.

c. Blanc.

d. Rouge brun.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Alumine	5,85	4,32	7,80	6,13
Silice	84,19	89,92	91,27	79,36
Chaux.	5,60	traces	»	traces
Oxyde de fer.	3,34	5,68	»	13,41
Pertes.	1,02	0,08	0,93	1,10
	100,00	100,00	100,00	100,00

9° *Roche phosphatée* des environs de Djidjelli; remise par M. Guillier.

Cette roche, qui a tout à fait l'aspect d'un travertin à demi compact, est d'un blanc un peu grisâtre, avec cavernes tapissées d'une poudre ocreuse ou simplement terreuse. Elle a été présentée pour y rechercher le phosphate de chaux.

Phosphate de chaux : 50 p. 100

10° *Calcaires* provenant d'une même carrière des environs d'Haussonvillers, remis par la compagnie de l'Est-Algérien. Essai au point de vue de la gélivité de six échantillons, consistant en petits blocs de calcaire compact, et variant du gris au jaune brun, à cassure nette, à grain fin, d'apparence très homogène. On veut employer ces roches en revêtements d'ouvrages d'art, et on a examiné dans ce but : 1° la quantité de sels solubles contenus dans les échantillons; 2° l'action d'une solution de sulfate de soude; 3° l'action du froid.

Les quantités de sels solubles trouvées ont varié sur les échantillons de 0,75 à 1,50 p. 100. Après ébullition avec le sulfate de

soude, cinq échantillons ont été trouvés absolument intacts, et un seul très légèrement écaillé; après un séjour de dix jours dans la grande glacière de la Brasserie-Malterie, à Mustapha, à une température de -10° , tous les échantillons ont été retrouvés intacts.

11° *Calcaire* de l'Oued-Sahel, remis par la compagnie de l'Est-Algérien, à employer dans les constructions de la ligne d'Alger à Constantine.

C'est un calcaire noir, très compact, à cassure nette et franche.

Carbonate de chaux.	88,05
Carbonate de magnésie.	traces
Oxyde de fer.	4,13
Alumine.	4,27
Silice	3,30
Pertes.	0,25
	100,00

§ 4. — EAUX.

45 échantillons d'eau ont été analysés, la plupart complètement, quelques-uns sommairement. Les résultats des dosages sont consignés aux tableaux ci-après; chaque échantillon y est désigné par un numéro correspondant à celui de l'énumération suivante.

1. Eau de Cherchell. Remise par le maire de Cherchell, pour servir aux études de l'alimentation de cette ville en eau potable.
2. Eau du puits du Gourbi à la mine du Djebel-Hadid. Remise par la Compagnie de Châtillon et Commentry.
3. Oued-Eddous n° 1.
4. Source de la gare de Bouira.
5. Village de Bouira, Merkalla.
6. Oued-Djemmaa n° 1.
7. Camp du Maréchal n° 1.
8. Tizi-Ouzou
9. Aïn-Caïd.
10. Aouinet.
11. Eau provenant du forage d'un puits artésien à Mustapha. Remise par M. Saussol.
12. Eau du Frais-Vallon, présumée ferrugineuse. Remise par M. Ferrand.
13. Eau de Bouffarik, présumée ferrugineuse. Remise par M. Hérail.
- 14 à 16. Eau provenant de l'emplacement projeté de la nouvelle gare d'Oran. Remise par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, pour servir à l'étude de l'alimentation en eau de cette gare.
17. Camp du Maréchal n° 2.
18. Sebaou.
19. Oued-Djemmaa

Remises par la Compagnie de l'Est-Algérien, pour servir aux études de l'alimentation en eau de la ligne d'Alger à Constantine.

Remises par M. le Commandant supérieur de Bou-Saada, pour servir aux études de l'alimentation de ce centre en eau potable.

20. Boucles.
21. Bourdin.
22. Bordj-Ali-Bey.
23. Moula-Guerb.
24. Source A de l'Oued-Djer.
25. « ABC »
26. « D »
27. Oued-Eddous n° 2.
28. Mélange de l'eau de l'Oued-Eddous et de celle de l'Oued-Zaïan
29. Aïn-Taya.
30. Grande conduite.
31. Oued-Zerga.
32. Matifou n° 1.
33. Matifou n° 2.
34. Eau de Moudjebeur. Remise par M. l'Inspecteur général de l'agriculture, pour examen en vue des usages domestiques de la bergerie de Moudjebeur.
35. Eau de l'Oued-Dhamous (commune mixte de Gouraya). Remise par l'Administration préfectorale.
36. Source de Tala-Khelal, près l'Oued-Dhamous. Remise par l'Administration préfectorale.
37. Eau jaillissante de la vigne de Castiglione. Remise par le Maire de la commune.
38. Eau de Asmar-Dra-el-Mizan, emplacement de la gare. Remise par la Compagnie de l'Est-Algérien.
39. Eau de Rouïba. Remise par la Compagnie de l'Est-Algérien.
40. Eau de Tizi-Ouzou (Noria). Remise par la Compagnie de l'Est-Algérien.
41. Eau de l'Oued-Medoua. Remise par la Compagnie de l'Est-Algérien.
- 42 à 44. Eaux de Moudjebeur (bergerie nationale). Remises par M. l'Inspecteur général de l'agriculture :
42. Source du Directeur;
43. Eau de la galerie en bois;
44. Eau de la galerie en pierre.
45. Eau d'un sondage de 35 mètres de profondeur exécuté dans l'usine Rivière à Mustapha.

Eaux provenant des environs de Bône. Remises par M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, pour servir aux études de l'alimentation de la ville en eau potable.

Eaux des environs d'El-Affroun. Remises par M. Panchioni, pour servir à l'étude de l'alimentation de ce centre en eau potable.

Remises par la Compagnie de l'Est-Algérien, pour servir à l'étude de l'alimentation des gares en eau potable.

Eaux remises par M. le Gouverneur général. Provenant de l'emplacement du Lazaret et de ses environs, pour servir à l'étude de l'alimentation de cet établissement en eau potable.

Tous les chiffres des tableaux qui suivent sont rapportés à 1 litre d'eau et représentent des grammes ou fractions de gramme.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Éléments trouvés.															
Acide carbonique	0,200	0,400	0,410	0,420	0,443	"	"	"	0,450	0,050	0,091	0,175	"	0,077	0,073
— carbonique libre	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,020	"	"	"
— sulfurique	0,235	0,176	0,028	0,160	traces	traces	traces	traces	0,748	0,884	0,070	0,268	"	0,070	0,069
— sulfhydrique	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	traces	"	"	"
— chlorhydrique	0,125	0,500	0,125	0,400	0,450	0,927	0,232	0,309	0,225	0,213	0,390	0,109	"	0,282	0,278
— silicique	0,016	0,011	0,013	0,005	0,041	"	"	"	0,009	0,019	0,011	0,009	"	traces	traces
Chaux	0,200	0,400	0,036	0,035	0,028	"	"	"	0,240	0,290	0,092	0,286	"	0,142	0,138
Magnésie	0,075	0,232	0,074	0,148	0,110	"	"	"	0,185	0,225	0,048	0,070	"	0,071	0,072
Soude	0,235	0,291	0,105	0,084	0,127	"	"	"	0,446	0,291	0,324	0,068	"	0,135	0,128
Protoxyde de fer	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,022	"	"	"
Oxyde de fer et alumine	0,024	0,040	0,017	0,022	0,040	"	"	"	0,022	0,037	traces	0,091 (1)	0,032	0,008	0,007
Matières organiques	traces	"	"	"	"	2,200	1,200	2,500	"	"	fortes tr.	traces	"	"	"
Degré hydrotimétrique	"	"	29°	31°	30°	"	"	"	"	"	"	"	35°	35°	34°
Poids des sels par litre	1,140	2,000	0,530	0,700	0,650	10,200	7,200	11,000	1,980	1,990	1,000	0,985	0,808	0,725	0,700
Composition probable des sels.															
Carbonate de chaux	0,357	0,714	0,400	0,405	0,050	"	"	"	0,363	0,153	0,165	0,310	"	0,175	0,166
Carbonate de magnésie	0,084	0,164	0,126	0,143	0,231	"	"	"	"	"	0,029	"	"	"	"
Bicarbonat de fer	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,048	"	"	"
Sulfat de chaux	"	"	"	"	"	"	"	"	0,089	0,496	"	0,272	"	0,107	0,109
Sulfate de magnésie	0,106	0,264	0,042	0,240	"	"	"	"	0,555	0,675	0,105	0,162	"	0,011	0,007
Sulfate de soude	0,294	"	"	"	"	"	"	"	0,578	0,252	"	"	"	"	"
Chlorure de sodium	0,201	0,519	0,200	0,160	0,292	"	"	"	0,360	0,312	0,631	0,128	"	0,255	0,242
Chlorure de magnésium	"	0,205	"	"	"	"	"	"	"	"	"	0,038	"	0,160	0,166
Oxyde de fer et alumine	0,024	0,040	0,017	0,022	0,040	"	"	"	0,022	0,037	"	0,091 (1)	0,032	0,008	0,007
Silice	0,016	0,011	0,013	0,005	0,041	"	"	"	0,009	0,019	0,011	0,009	"	traces	traces
Pertes	0,058	0,053	0,032	0,017	-0,004	"	"	"	0,004	0,016	0,059	-0,073	"	0,009	0,003
Total	1,140	2,000	0,530	0,700	0,650	"	"	"	1,980	1,990	1,000	0,985	0,808	0,725	0,700

(1) Partiellement en suspension.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Éléments trouvés.															
Acide carbonique	0,219	0,098	0,106	0,105	0,100	0,134	0,140	0,139	0,582	0,550	0,500	0,088	0,113	0,321	0,396
— sulfurique	0,634	0,092	0,087	0,108	0,080	0,107	0,155	0,144	0,138	0,125	0,105	0,068	0,096	0,168	0,154
— sulfhydrique	"	"	traces	traces	"	"	"	"	"	"	"	"	traces	"	"
— chlorhydrique	0,703	0,132	0,104	0,074	0,110	0,128	0,200	0,152	0,435	0,390	0,400	0,135	0,182	0,542	0,560
— silicique	0,009	0,007	0,009	0,005	traces	traces	0,017	traces	0,013	0,009	0,017	0,008	0,013	0,006	0,028
Chaux	0,493	0,112	0,098	0,106	0,146	0,127	0,223	0,192	0,680	0,753	0,615	0,085	0,087	0,398	0,429
Magnésie	0,309	0,047	0,069	0,048	0,027	0,083	0,045	0,037	0,138	0,028	0,066	0,037	0,082	0,109	0,176
Soude et potasse	0,372	0,125	0,090	0,103	0,093	0,110	0,170	0,168	0,332	0,332	0,340	0,136	0,163	0,131	0,405
Oxyde de fer et alumine	0,013	0,028	0,016	traces	0,031	0,022	0,019	0,027	0,020	0,016	0,027	0,007	0,019	0,015	0,021
Matières organiques	0,028	traces	traces	tr. marq	"	"	traces	traces	"	traces	0,047	"	"	"	traces
Degré hydrotimétrique	"	31°	29°	29°	29°	31° 5	44°	39°	"	"	"	22°	28° 5	"	"
Poids des sels par litre	2,650	0,630	0,595	0,540	0,600	0,720	1,000	0,850	2,240	2,120	2,030	0,530	0,735	1,900	2,075
Composition probable des sels.															
Carbonate de chaux	0,500	0,200	0,175	0,189	0,228	0,227	0,320	0,318	1,210	1,256	1,100	0,450	0,158	0,715	0,766
Carbonate de magnésie	"	0,019	0,055	0,041	"	0,064	"	"	0,095	"	0,027	0,035	0,084	0,013	0,112
Sulfate de chaux	0,520	"	"	"	0,044	"	0,110	0,034	"	0,114	"	"	"	"	"
Sulfate de magnésie	0,491	0,143	0,130	0,085	0,081	0,158	0,136	0,111	0,207	0,083	0,158	0,061	0,128	0,252	0,231
Sulfate de soude	"	0,029	0,063	0,091	"	0,004	"	0,089	"	"	"	0,049	0,019	"	"
Chlorure de sodium	0,705	0,212	0,167	0,148	0,176	0,205	0,321	0,244	0,626	0,625	0,644	0,216	0,292	0,813	0,764
Chlorure de magnésium	0,345	"	"	"	"	"	"	0,058	"	"	"	"	"	0,045	0,108
Oxyde de fer et alumine	0,013	0,028	0,016	traces	0,031	0,022	0,019	0,027	0,020	0,016	0,027	0,007	0,019	0,015	0,021
Silice	0,009	0,007	0,009	0,005	traces	traces	0,017	traces	0,013	0,009	0,017	0,008	0,013	0,006	0,028
Matières organiques	0,028	traces	traces	traces	traces	traces	"	"	"	"	0,047	"	"	"	traces
Pertes	0,039	0,022	0,040	0,011	0,040	0,040	0,077	0,027	0,011	0,009	0,010	0,024	0,022	0,041	0,045
Total	2,650	0,630	0,595	0,540	0,600	0,720	1,000	0,850	2,240	2,120	2,030	0,530	0,735	1,900	2,075

	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Éléments trouvés.															
Acide carbonique.....	0,250	0,420	0,405	0,438	0,085	0,610	0,298	0,269	0,580	0,245	0,265	0,551	0,572	0,675	0,080
— sulfurique.....	0,085	0,012	0,027	0,351	0,090	0,142	0,344	0,107	0,136	0,094	0,112	0,160	0,168	0,180	0,058
— chlorhydrique.....	0,065	0,090	0,066	0,365	0,125	0,425	2,976	0,130	0,454	0,136	0,196	0,405	0,426	0,458	0,175
— silicique.....	0,020	0,009	0,008	traces	traces	0,021	0,056	0,003	0,010	traces	traces	0,010	0,005	0,008	0,008
Chaux.....	0,191	0,080	0,089	0,195	0,140	0,712	1,244	0,342	0,676	0,292	0,320	0,640	0,695	0,790	0,065
Magnésie.....	0,080	0,025	0,031	0,185	0,030	0,126	1,476	0,066	0,137	0,050	0,090	0,092	0,104	0,125	0,030
Soude et potasse.....	0,138	0,108	0,104	0,274	0,090	0,342	1,402	0,143	0,330	0,130	0,154	0,385	0,365	0,441	0,188
Oxyde de fer et alumine.....	0,015	0,017	0,003	0,013	0,015	0,020	0,030	0,017	0,015	traces	traces	traces	0,005	traces	0,024
Matières organiques.....	49°	21°	27°	0,003	0,002	traces	»	traces	traces	0,003	0,002	traces	traces	0,005	traces
Degré hydrotimétrique.....	49°	21°	27°	0,003	0,002	traces	»	traces	traces	0,003	0,002	traces	traces	0,005	traces
Poids des sels par litre.....	0,880	0,450	0,465	1,450	0,550	2,300	5,840	1,120	2,240	0,940	1,100	2,200	2,250	2,580	0,600

Composition probable des sels.

Carbonate de chaux.....	0,341	0,143	0,159	0,314	0,187	1,257	0,550	0,614	1,207	0,522	1,143	1,241	1,411	0,416	
Carbonate de magnésie.....	0,168	0,053	0,065	»	»	0,121	»	0,001	0,092	0,026	0,103	0,047	0,103	0,055	
Carbonate de soude.....	0,028	0,055	»	»	»	»	0,585	»	»	»	»	»	»	»	
Sulfate de chaux.....	»	»	»	0,046	0,086	»	»	0,161	0,204	0,443	0,168	0,246	0,227	0,011	
Sulfate de magnésie.....	»	»	»	0,486	0,039	0,168	»	»	»	0,033	0,417	0,008	0,050	0,090	
Sulfate de soude.....	0,151	0,021	0,048	0,518	0,470	0,645	2,817	0,270	0,623	0,291	0,619	0,623	0,734	0,281	
Chlorure de sodium.....	0,104	0,144	0,154	0,055	0,025	0,029	0,418	0,028	0,060	0,019	»	»	»	»	
Chlorure de magnésium.....	»	»	»	0,013	0,015	0,020	1,365	»	»	»	»	»	»	»	
Chlorure de calcium.....	»	»	»	0,003	0,013	0,020	0,030	0,017	0,015	traces	traces	0,005	traces	0,024	
Oxyde de fer et alumine.....	0,015	0,007	0,003	0,008	traces	0,021	0,036	0,003	0,010	traces	0,010	0,005	0,008	0,008	
Silice.....	0,020	0,004	0,009	0,003	0,003	traces	»	traces	0,003	0,002	traces	traces	0,005	traces	
Matières organiques.....	»	»	»	0,003	0,002	»	0,039	0,029	0,029	0,025	0,031	0,015	0,012	0,015	
Pertes.....	0,053	0,013	0,025	0,007	0,006	0,039	»	»	»	»	»	»	»	»	
Total.....	0,880	0,450	0,465	1,450	0,550	2,300	5,840	1,120	2,240	0,940	1,100	2,200	2,250	2,580	0,600

§ 5. — DIVERS.

1^o à 4^o *Matières fertilisantes* dosées dans quatre échantillons de terres provenant de la Bouzaréah, et remis par M. Duffaut.

Ces terres proviennent de tranchées creusées depuis plusieurs années dans les schistes, tranchées remplies à peu près de débris de la roche encaissante, d'engrais et d'humus. Trouvé p. 400 :

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Humus et matières organiques	17,024	17,735	11,045	9,915
Azote total	2,900	4,215	2,700	2,640
Azote ammoniacal	1,120	0,720	1,070	1,050
Potasse et soude	0,480	0,540	0,502	0,580
Acide phosphorique total	0,585	0,525	0,534	0,541

5° à 7° *Engrais* de provenance locale, remis par M. Mojin, agronome. Le premier *a* est formé de sang coagulé et desséché avec poudre d'os; le second *b* est formé de cendres de bois, de cuir et d'os; le troisième *c* est formé avec de la viande desséchée. On a trouvé p. 100 :

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Humidité	11,00	7,00	16,00
Acide phosphorique total	13,52	10,20	8,85
Azote total	13,40	8,80	9,95
Potasse	»	12,22	10,60

8° à 15° *Vases* de l'Oued-Sly. Analyse de huit échantillons remis par le Service des Ponts et Chaussées.

<i>a</i>	provient de la crue du	3 novembre	1883.
<i>b</i>	—	5 —	1883.
<i>c</i>	—	8 décembre	1883.
<i>d</i>	—	25 janvier	1884.
<i>e</i>	—	30 —	1884.
<i>f</i>	—	19 février	1884.
<i>g</i>	—	27 —	1884.
<i>h</i>	—	1 ^{er} mars	1884.

[illegible]

16° *Fragment d'anneau* trouvé dans un tumulus par M. le colonel Pothier.

Ce fragment provient d'un anneau qui entourait le tibia droit d'un squelette découvert dans le tumulus. Dosé p. 100 :

Fer	94,05
Manganèse	3,61
Plomb	0,30
Cuivre	0,70

On a trouvé, en outre, de fortes traces de silice et des traces de zinc.

X. — LABORATOIRE DE CONSTANTINE.

Travaux de M. SERGÈRE, garde-mines. (EXTRAIT.)

§ 1. — MINÉRAIS.

1° *Minérai de fer*. Essai d'un échantillon provenant de la Medjadja, près de Philippeville, remis par M. Maraccioli. C'est du fer oligiste avec gangue argileuse.

Fer 43,36 p. 100

2° *Minérai de manganèse*. Essai d'échantillons provenant des environs de Biskra et remis par M. Jus.

Mn³O⁴ 55,95 p. 100
Soit manganèse 40,28 p. 100

3° *Pyrites* provenant de Collo, remises par M. Legris. Les échantillons sont de la pyrite blanche, avec mouches de galène et de blende.

On y a reconnu des traces faibles de cuivre et des traces notables d'arsenic, de sorte que ce minérai ne paraît pas utilisable.

4° *Galène* provenant de Bou-Taleb, remise par M. Germon. C'est une galène à petites facettes exempte de blende, comme l'a prouvé l'essai qualitatif. Trouvé :

Plomb 59,82 p. 100
Argent à la tonne de minérai 0^k,361
Soit à la tonne de plomb d'œuvre 0,603

5°, 6° *Galène* provenant de l'Oued-Bibi, région de Collo; deux échantillons remis par M. Marmin.

Ce sont deux blocs de minérai : l'un portant l'étiquette Saint-Jean est une galène à grain très fin, en masse compacte et continue, contenant un peu de blende et à gangue argileuse; l'autre étiquetée Sainte-Barbe est une galène semblable, mais parsemée de veines de gangue argilo-calcaire. On a trouvé :

	Saint-Jean	Sainte-Barbe
Eau hygrométrique	1,72	2,48
Silice et silicates insolubles dans les acides	13,76	26,24
Oxyde de fer et alumine	6,32	9,98
Chaux	"	4,82
Plomb	62,28	43,23
Cuivre	0,20	"
Zinc	2,92	1,58
Soufre	11,71	7,51
Pertes et acide carbonique	1,09	4,16
	100,00	100,00

7° à 12° *Minerais d'antimoine*.

a, b, c. Échantillons du Djebel-Taya : a, stibine; b, mélange de cinabre et de stibine; c, masse blanche lamelleuse très dure.

d. Échantillon provenant du Dj. Semça, remis par M. Germon. Masse semblant de l'antimoine oxydé presque pur, gangue indiscernable à l'œil.

e. Échantillon provenant du Dj. Hamimat, remis par M. Germon. Masse grise présentant l'aspect d'une argile durcie, parsemée de géodes d'antimoine oxydé.

f. Échantillon provenant du Dj. Semça, remis par M. Germon. C'est une terre jaunâtre provenant d'une poche de filon placée entre deux parties minéralisées.

	a	b	c	d	e	f
Antimoine, p. 100	58,28	7,46	3,49	65,98	59,62	12,82
Arsenic id.	0,99	2,34	traces	traces	traces	"
Mercure id.	"	4,56	"	"	notables	"

13° *Minérai d'antimoine*, remis par M. Germon, et provenant de Hamimat-Semça; analyse faite en vue de se rendre compte de la composition d'un lot de minérai qu'on se propose d'essayer au four à réverbère.

Ce minérai est à gangue argilo-siliceuse, et est constitué par de l'antimoine oxydé pseudomorphe avec petits cristaux disposés en aiguilles rayonnées.

Oxyde d'antimoine (Sb_2O_3)	73,14	Sb : 60,70 p. 100
Peroxyde de fer	9,32	
Alumine	1,14	
Arsenic	0,21	
Chaux	traces	
Résidu insoluble dans les acides	13,28	
	99,09	

14° à 27° *Minerais de zinc*. — Essai de quatorze échantillons provenant de Beni-Abdallah, en Tunisie, et remis par M. Faure, Ingénieur des mines du Djebel-Anini.

On s'est assuré de la non existence du manganèse, et on a dosé le zinc par solution titrée, tant sur les échantillons crus que sur les mêmes échantillons cuits.

On a obtenu les résultats suivants :

NUMÉROS d'ordre	NATURE DES ÉCHANTILLONS	TENEUR EN ZINC P. 100	
		Minerai cru	Minerai cuit
1	Calamine gris jaune, variété cellulaire, avec cristaux par endroits	36,80	51,29
2	Argile (essayée pour savoir s'il y avait des traces de zinc)	3,22	4,60
3	Calamine empâtée dans du fer hydroxydé; quelques croûtes cristallines	22,23	32,26
4	Calamine poreuse, sans cristaux	18,50	26,02
5	Calamine dense, en lits parallèles bien orientés	46,32	64,08
6	Calamine ordinaire, sans cristaux	28,00	37,80
7	Calamine dense, en lits parallèles, moins réguliers que ceux du n° 5	37,00	51,23
8	Calamine gris jaune, sans particularité	21,40	29,98
9	Cristaux de calamine avec gangue argilo-calcaire	33,00	41,09
10	Calamine à gangue calcaire et un peu argileuse	25,50	32,80
11	Fer hydroxydé avec calamine non apparente	15,90	19,50
12	Calamine en petits mamelons cristallins, avec gangue silico-calcaire	25,80	33,30
13	Calamine cariée avec cristaux en géodes	26,40	34,09
14	Calamine avec gangue d'argile et de fer hydroxydé	21,33	31,00

28° *Minerai de cuivre* de la Voile-Noire, remis par M. l'ingénieur Jacob. Échantillon composé de pyrite de cuivre, moucheté de taches de cuivre carbonaté vert et bleu, avec gangue argileuse peu discernable à l'œil nu.

Cuivre..... 27,53 p. 100

29° *Minerai de cuivre* des Achaïchs, près d'El-Milah, remis par M. Chabassière.

Échantillon massif d'un beau jaune d'or, avec traces de cuivre carbonaté vert à l'extérieur.

Peroxyde de fer et alumine..... 14,22 p. 100
Cuivre..... 48,92 p. 100

L'essai pour métaux fins a été négatif.

§ 2. — ROCHES.

1° à 3° *Calcaires*.

1°, 2° Calcaires présumés hydrauliques, provenant d'El-Kantour et remis par M. Terru.

Ces deux calcaires sont noirs et donnent l'odeur argileuse; le n° 1 est parsemé de géodes de carbonate de chaux; le n° 2 ne présente point cette particularité.

Les analyses ont été faites sur les produits de la cuisson des n°s 1 et 2.

On a constaté pour les deux échantillons l'absence de sable quartzux, et celle du manganèse et de l'acide sulfurique.

3° Calcaire provenant de Djema-Tercha, et remis par M. Heintz. On voulait voir s'il serait de nature à donner des chaux hydrauliques. Calcaire gris pâle montrant à la surface de nombreuses veinules de chaux carbonatée.

	1	2	3
Silice	18,34	19,28	7,28
Alumine	2,93	5,01	2,34
Peroxyde de fer	0,20	3,01	1,98
Chaux	75,36	68,51	46,27
Magnésie	1,98	2,49	0,81
Acide carbonique	»	»	41,55
Humidité	1,01	1,23	»
	99,82	99,53	100,23

§ 3. — EAUX.

1° Eau de source provenant de Fedj-Mzala, remise par M. Daujon, ingénieur des Ponts et Chaussées. Ni saveur ni odeur spéciales; tient en suspension des débris de laine reconnaissables au microscope.

Le résidu par litre à 180° a été de 0^{sr},892.

Cette eau a réduit trois fois plus de permanganate de potasse qu'une eau potable ordinaire; cet effet est dû certainement aux débris de laine en suspension.

2° Eau provenant de Beni-Guicha, près de Fedj-Mzala, remise par M. Daujon. D'une parfaite limpidité.

Résidu fixe à 180° par litre : 0^{sr},598. Ce résidu est couleur de rouille.

Cette eau a réduit 6 milligrammes de permanganate de potasse. L'analyse de ces deux eaux a donné :

	1	2
	gr.	gr.
Chaux	0,230	0,193
Magnésie	0,056	0,006
Potasse	0,025	0,013
Soude	0,055	0,016
Alumine	0,003	traces notables
Peroxyde de fer	0,003	0,038
Silice	»	0,009
Chlore	0,053	0,028
Acide sulfurique	0,070	0,025
Acide carbonique	0,380	0,266

Ces résultats peuvent s'interpréter comme il suit :

	1	2
	gr.	gr.
Chlorure de sodium	0,087	0,030
Chlorure de potassium	»	0,021
Carbonate de chaux	»	0,053
Carbonate de soude	0,019	»
Carbonate de potasse	0,022	»
Carbonate de magnésie	0,076	»
Bicarbonate de chaux	0,465	0,376
Bicarbonate de magnésie	0,064	0,019
Sulfate de chaux	0,119	0,042
Silice	»	0,009
Peroxyde de fer et alumine	0,003	0,038
Matières organiques et pertes	0,037	0,010
	0,892	0,598

3° Eau provenant d'une galerie de mine ouverte sur le versant du Filfila, remise par M. Chatelain.

Cette eau est couleur vert sale, et a une saveur d'encre.

Le résidu fixe à 180° est, pour 1 litre, de 1^{sr},328.

Dosé par litre :

	gr.
Peroxyde de fer	0,103
Alumine	0,114
Chaux	0,333
Magnésie	0,026
Potasse	0,031
Soude	0,042
Acide sulfurique	0,345
Chlore	0,024

Cette composition provient évidemment des produits d'altération des rognons pyriteux contenus dans la mine.

XI. — LABORATOIRE D'ORAN.

Travaux de M. PONCELET, garde-mines. (EXTRAIT.)

§ 1. — MINÉRAIS.

1° à 7° *Minerais de plomb argentifères.*

a. Galène à grains fins, à gangue constituée par un grès siliceux à ciment calcaire, provenant des environs d'Aïn-Témouchent; remis par M. l'ingénieur Baills.

b. Galène à gangue calcaire et barytique provenant de Djebala, commune mixte de Marnia, remis par M. Boulade.

c. Galène à facettes moyennes, assez pure, provenant des recherches Pitcairn au Djebel-Masser; remis par M. Baills.

d. Échantillons provenant du Djebel-Masser et remis par M. Gerbaud.

d. Galène assez pure avec un peu de plomb carbonaté.

e. Plomb carbonaté compact avec un peu de galène.

f. Galène éparpillée dans une gangue dolomitique provenant de Coudiat-Ressas; remis par M. Baills.

Le dosage a été fait sur du minerai tiré à la main.

g. Galène provenant de la région de Daya, et remise par M. Oliva.

	a	b	c	d	e	f	g
Teneur en plomb, p. 100	56,87	59,50	77,30	79,42	63,65	61,48	77,30
Argent, par tonne } de plomb d'œuvre	293 ^{gr}	628 ^{gr}	421 ^{gr}	314 ^{gr}	432 ^{gr}	336 ^{gr}	646 ^{gr}
} de minerai	»	»	»	250	275	»	500

8° à 17° *Minerais de zinc.*

a à g. Échantillons provenant de la concession de Mazis, remis par M. l'ingénieur Baills.

a. Constitué par des terres calcaires.

b. Calamine compacte calcinée.

c. Calamine blanche à texture feuilletée non calcinée.

d à f. Échantillons pulvérulents.

g. Calamine.

h. Calamine blanche feuilletée, provenant du Djebel-Masser, remise par M. Gerbaud.

i. Calamine provenant du Djebel-Masser, recherches Pitcairn, remise par M. Baills.

j. Calamine provenant d'Aïn-Delia, remise par M. Ramon Galan.

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Teneurs en zinc, p. 100 . . .	45,9	72,0	25,0	56,0	67,0	54,0	49,0	39,6	44,9	27,38

18° à 21° *Minerais de zinc, plomb et argent*, provenant des recherches Pitcairn au Djebel-Masser, et remis par M. Baills.

a. Minerai en petits fragments d'aspect jaune terreux; on y remarque quelque peu de carbonate de plomb nacré.

b. Minerai en petits fragments, d'aspect terreux comme le précédent, mais renfermant plus de carbonate de plomb.

c. Minerai semblable au précédent, mais en fragments plus gros.

d. Carbonate de plomb nacré avec petites parties de galène.

	a	b	c	d
Zinc, p. 100	32,00	11,70	14,09	„
Plomb d'œuvre, p. 100	6,00	40,00	36,50	68,33
Argent, par tonne de plomb d'œuvre	traces	377 gr.	443 gr.	628 gr.

22° *Minerai de cuivre*, provenant des environs de Saïda et remis par M. l'ingénieur Baills. C'est un sulfure de cuivre mélangé de carbonate vert, et contenant quelques mouches de carbonate de fer, à gangue siliceuse.

Cuivre	71,50 p. 100.
Argent	Néant.

23° *Minerai de fer* provenant des environs de Kléber, remis par MM. Abad et Ramon. C'est un fer oligiste micacé avec un peu d'hématite.

On y a dosé : Fer 49,43 p. 100.

24° *Hématite manganésifère* provenant de Bab-Mteurba et remise par M. Baills.

On a trouvé p. 100 :

Matière insoluble (silice et argile)	4,50
Chaux et magnésie	traces
Humidité	4,20
Fer métallique	49,53
Manganèse	6,00

§ 2. — DIVERS.

1° *Soufre natif* provenant des environs de Mazouna, remis par M. Siano.

Soufre cristallisé disséminé dans une nappe gypseuse à très petits cristaux.

Dosé dans la roche brute non triée :

Soufre	32,50 p. 100.
------------------	---------------

2° *Sel* provenant de la saline d'Arzew, remis par M. l'ingénieur Baills.

	TABLES salantes	SEL LAVÉ	SEL tout-venant
Chlorure de sodium	88,960	91,960	85,960
Chlorure de magnésium	0,910	0,367	1,187
Sulfate de chaux	0,610	0,900	1,360
Eau et perte	9,520	6,773	11,493
	100,000	100,000	100,000

ÉTUDE ET ENQUÊTE (*)

SUR LES

CONDITIONS D'INSTALLATION ET DE FONCTIONNEMENT

DES CHAUDIÈRES DE PREMIÈRE CATÉGORIE

CHAUFFÉES

PAR LES FLAMMES PERDUES DES FOYERS MÉTALLURGIQUES

I. — CHAUDIÈRES VERTICALES.

A la suite du terrible accident d'Eurville, M. le Ministre des travaux publics a décidé, sur l'avis de la Commission centrale, qu'une enquête serait ouverte, par les soins des ingénieurs des mines, sur les conditions d'installation et de fonctionnement des chaudières de première catégorie chauffées par les flammes perdues des foyers métallurgiques.

HISTORIQUE.

Cette enquête était, d'ailleurs, la suite d'une situation qui, depuis 1874, préoccupe l'Administration et la Com-

(*) L'étude des pièces relatives à cette enquête a été l'objet de l'examen d'une Sous-Commission, composée de MM. P. Luuyt, inspecteur général des mines, *président*; Farcot, constructeur de machines à vapeur; Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines; Hirsch, ingénieur en chef des ponts et chaussées, et Michel Lévy, ingénieur en chef des mines, rapporteur près la Commission centrale des machines à vapeur.

Le rapport a été présenté à la Commission centrale, dans sa séance du 8 décembre 1885, par M. Michel Lévy, au nom de la Sous Commission.

mission centrale : trois grands désastres, causés par l'explosion de chaudières verticales chauffées par les flammes perdues de fours à puddler ou à réchauffer, se sont en effet succédé, en 1874 à Commentry, en 1883 à Marnaval, en 1884 à Eurville.

Rapport de M. Hanet-Cléry.

Dès 1878, une première enquête a lieu et M. l'ingénieur en chef des mines Hanet-Cléry, rapporteur près la Commission centrale, en consigne les résultats dans un rapport très complet (*) dont toutes les constatations et conclusions techniques sont restées applicables à la situation actuelle. Nous allons les énumérer sommairement; car l'enquête actuelle n'a révélé aucun agencement nouveau.

Chauffage. — Les types de chaudières verticales se rapportent à trois principales catégories :

1° Chauffage extérieur. — Les *rampants* normaux, tangentiels ou légèrement inclinés dans un plan vertical sur l'axe de la chaudière, amènent les gaz des fours métallurgiques dans un carneau circulaire concentrique à l'appareil, de 30 à 40 centimètres de largeur, parfois légèrement rétréci à sa partie supérieure.

Ce carneau est unique ou cloisonné. Dans le premier cas, les cheminées partent de la plate-forme supérieure. Dans le second, elles peuvent être indépendantes de la tour de maçonnerie qui enveloppe l'appareil; car les gaz chauds, après avoir monté, redescendent entre deux cloisons.

Tantôt la tour de maçonnerie s'arrête au-dessous du niveau moyen de l'eau et le dôme de vapeur émerge au-

(*) *Annales des mines*, 1878, XIV, 68.

Tome X, 1886.

dessus de la plate-forme. Tantôt ce dernier est également baigné par les gaz chauds; mais alors ils sont à l'état dormant, c'est-à-dire que les orifices inférieurs des cheminées ou ceux des carneaux de descente débouchent au-dessous du niveau de l'eau; de plus le dôme de vapeur est alors protégé par une enveloppe de briques réfractaires touchant les tôles.

2° Chauffage intérieur et extérieur. — Les gaz circulent d'abord à l'extérieur, puis redescendent par un tube central.

Dans ces deux premières catégories, les tôles du coup de feu sont parfois protégées par une murette en briques réfractaires qui est tantôt appliquée sur le métal, tantôt distante de quelques centimètres. Cette murette s'élève au-dessus de la génératrice supérieure du rampant; suivant les cas, elle entoure la chaudière, on n'en embrasse qu'une demi-conférence; elle présente parfois, suivant l'axe du rampant, un éperon destiné à diviser les flammes et à rendre leurs courants tangentiels.

3° Chauffage exclusivement intérieur. — La chaudière annulaire comporte un gros tube intérieur, souvent garni de tubes du système Field; les flammes y pénètrent toujours tangentiellement.

Forme des chaudières. — La forme des chaudières est en rapport avec le mode de chauffage.

1° Elles sont le plus souvent composées *d'un corps cylindrique unique*, présentant un diamètre de 1 mètre à 1^m,40. Le chauffage est alors extérieur et généralement à rampant normal, à carneau non cloisonné.

2° Elles sont parfois composées de *deux corps cylindriques couplés*, ou associés à *un ou plusieurs bouilleurs*. Le chauffage, toujours extérieur, comporte alors généralement un rampant tangentiel et des carneaux cloisonnés.

Ces deux premiers types s'appliquent à des chaudières de grande capacité, de 10 à 30 mètres cubes.

3° *Les chaudières annulaires* à chauffage intérieur et extérieur, exclusivement usitées dans le département du Nord, ont également une grande capacité et un diamètre atteignant jusqu'à 3 mètres. Elles fonctionnent à des pressions relativement peu élevées et leur tube intérieur sert à la descente des gaz déjà refroidis.

4° Enfin, *les chaudières tubulaires et multitubulaires* sont encore en petit nombre. Leur capacité est très variable; elles comportent en général un timbre élevé, une arrivée tangentielle des flammes et parfois un évasement des carneaux.

Appareils de sûreté. — Les appareils indicateurs du niveau de l'eau se composent principalement de flotteurs et de robinets de jauge. Ils sont extrêmement défectueux sur les chaudières verticales, soit en raison des brusques oscillations du niveau de l'eau dont la surface n'est pas en rapport avec la grande capacité des appareils, soit à cause de la difficulté de reporter les indications sous les yeux des chauffeurs.

Alimentation. — L'alimentation amène le plus souvent l'eau froide à la partie inférieure des chaudières verticales, et de plus elle est généralement intermittente. Il en résulte que les tôles du coup de feu, extérieurement exposées à de très hautes températures et parfois à des dards de flammes très chaudes, sont irrégulièrement et énergiquement refroidies à l'intérieur.

Il se produit ainsi des dilatations et des contractions alternatives, extrêmement nuisibles à la bonne conservation des rivures. Des fuites se déclarent souvent à la base des chaudières verticales; elles provoquent alors la vidange partielle et rapide de l'appareil, ainsi que des corrosions dangereuses du métal.

Recommandations spéciales aux chaudières verticales.

— En terminant son rapport, M. Hanet-Cléry résume, ainsi qu'il suit, les recommandations qu'il convient d'adresser aux industriels :

1° Les tôles du coup de feu doivent être protégées par une murette réfractaire éloignée de 80 à 100 millimètres du métal. Le contact direct pourrait provoquer des corrosions d'autant plus dangereuses qu'elles seraient masquées.

Autant que possible, le rampant doit amener les flammes tangentiellement au corps cylindrique; sinon il convient que la murette présente un éperon qui divise les flammes et évite les remous.

2° L'alimentation doit déboucher aussi haut que possible au-dessus du coup de feu et se produire d'une façon continue et régulière, pour éviter les contractions et dilatations brusques du métal.

3° Les tôles du coup de feu ne doivent jamais être cintrées en travers; elles seront de bonne qualité et leurs coutures seront consolidées au moyen de clouures à doubles rangées de rivets.

Recommandations générales. — La plupart des chaudières des usines métallurgiques sont disposées en batteries et communiquent entre elles par des prises de vapeur se greffant sur une conduite unique. De plus, elles sont en général situées dans des ateliers fréquentés par de nombreux ouvriers. Il en résulte que l'explosion d'une chaudière peut produire des accidents d'une gravité extrême. L'arrachement d'une partie de la conduite de vapeur déverse alors dans l'atelier la vapeur accumulée dans tous les générateurs voisins.

Cette cause de danger n'est pas spéciale aux chaudières verticales; M. Hanet-Cléry l'a signalée dans une dernière série de recommandations.

4° Il convient d'établir, autant que possible, les générateurs en dehors des ateliers, et en tout cas de les isoler les uns des autres par des clapets de retenue automatiques, greffés sur le tuyau de vapeur qui réunit chaque générateur à la conduite unique.

Ces clapets laissent, en fonctionnement normal, un libre passage à la vapeur. Ils se ferment automatiquement quand, pour une cause quelconque, la pression dans la conduite générale s'abaisse d'une façon anormale.

Explosion de Marnaval.

Rapport de M. Trautmann. — En 1883, un rapport (*) de M. l'ingénieur en chef Trautmann rend compte des causes de la catastrophe de Marnaval; la Commission centrale émet l'avis que tous les désordres, qui se sont présentés à Marnaval, étaient prévus dans le mémoire de M. Hanet-Cléry, et qu'il y a lieu d'insister sur les prudentes recommandations qui le terminent par une circulaire ministérielle les rappelant aux ingénieurs du service ordinaire, chargés à leur tour d'appeler sur ce point la sollicitude des chefs d'industrie (**).

Circulaire ministérielle du 13 février 1884.

Cette circulaire est envoyée, à la date du 13 février 1884 et dès le 10 novembre de la même année, la catastrophe d'Eurville, survenant à quelques kilomètres de Marnaval, et dans des conditions tout à fait analogues, vient démontrer l'inobservation des enseignements qui

(*) *Annales des mines*, IV, 249.

(**) Le rapport de M. Trautmann a été lui-même envoyé aux industriels, par les soins des préfets.

étaient cependant appuyés par des recommandations officielles réitérées et par un exemple désastreux tout voisin.

La Commission centrale considère comme un devoir impérieux d'étudier avec un soin tout spécial l'accident d'Eurville, afin d'éviter à l'avenir, autant que possible, le retour de semblables catastrophes ; une Sous-Commission est chargée d'en préparer l'examen approfondi et présente son rapport(*) dans la séance du 20 janvier 1885.

Accident d'Eurville. — Rapport de la Sous-Commission.

Il constate une fois de plus que l'accident d'Eurville n'apporte aucun enseignement technique nouveau ; il ne fait que spécifier dans des circonstances particulièrement éclatantes et douloureuses, la nécessité urgente d'entourer les chaudières des usines métallurgiques de précautions spéciales, et notamment de celles qui ont été officiellement recommandées par l'Administration. Au point de vue technique, la question peut être considérée comme vidée par le rapport de M. Hanet-Cléry.

Au point de vue administratif, y a-t-il lieu de provoquer des mesures réglementaires nouvelles ? La Sous-Commission et, à sa suite, la Commission centrale ont jugé qu'il convenait de laisser cours à la justice, saisie de l'affaire, et d'ouvrir une dernière enquête sur l'état des chaudières chauffées par les fours métallurgiques.

RÉSULTATS DE L'ENQUÊTE DE 1885.

Les pièces relatives à cette enquête ont été transmises à la Commission centrale, à la date du 26 octobre

(*) *Annales des mines*, VII, 469.

dernier. Elles consistent en 1.580 fiches, dont le dépouillement donne les résultats suivants relatifs aux chaudières verticales (Voir tableau I, pages 504-505).

Nombre. — Il existe actuellement en France (ateliers des chemins de fer compris) 78 établissements métallurgiques, utilisant 805 chaudières verticales chauffées par les flammes perdues d'environ 840 fours. En 1876, M. Hanet-Cléry estimait à 720 le nombre des mêmes appareils.

Forme. — Les chaudières verticales simples sont au nombre de 537 (67 p. 100). On en compte 103 à deux corps ou à bouilleurs (13 p. 100), et 106 à tube intérieur, tubulaires ou multitubulaires (20 p. 100).

Timbre. — Le timbre réglementaire oscille autour d'une moyenne de 5 kilogrammes ; 406 d'entre elles, soit 51 p. 100, sont timbrées à 5 kilogrammes et au-dessous ; 399, soit 49 p. 100, portent un timbre supérieur à 5 kilogrammes.

Situation. — 689 chaudières, soit 86 p. 100, sont situées dans les ateliers.

Rampants tangentiels. — On n'en compte que 16 p. 100 (123) dont les rampants amènent les flammes tangentiellement ; 682 sont munies de rampants normaux ou peu inclinés, dans un plan vertical, sur l'axe de l'appareil.

Murette réfractaire. — La murette réfractaire de protection existe dans 470 cas, soit 58 p. 100. Mais elle n'est séparée des tôles par un intervalle libre, c'est-à-dire tout à fait efficace, que dans 249 appareils (31 p. 100). Il y a donc 221 chaudières (27 p. 100) insuffisamment protégées, et 335 chaudières entièrement dépourvues de protection au coup de feu.

L'intervalle ménagé entre la murette et les tôles oscille entre des limites éloignées de 10 à 700 millimètres; la moyenne est de 50 millimètres.

Chambres d'élargissement. — Nous n'avons pas relevé un seul exemple de récupérateur à briques croisées, disposé sur le chemin du rampant. Les chaudières multitubulaires présentent en général une chambre d'élargissement; elles sont en fort petit nombre (3 p. 100).

Clapets de retenue. — Quant aux clapets de retenue automatiques sur la prise de vapeur, ils commencent à se répandre et on compte 122 générateurs (soit 16 p. 100) qui en sont munis isolément ou deux par deux.

Tels sont les résultats généraux qui se dégagent de l'enquête.

Statistique des accidents survenus aux chaudières verticales de 1865 à 1885 inclusivement. — Le tableau n° II présente l'état résumé des explosions de chaudières verticales chauffées par les flammes perdues des fours métallurgiques, de l'année 1878 inclusivement à ce jour. Rapproché du tableau similaire, inséré dans le rapport de M. Hanet-Cléry, il permet l'étude d'une période de vingt et un ans et donne lieu aux remarques suivantes :

Durant cette période, 13 accidents se sont produits et ont entraîné la mort de 103 personnes, des blessures à 164. Dans deux cas, la cause de l'explosion a été indépendante de la forme de la chaudière. Quatre d'entre eux sont dus au manque d'eau et témoignent des mauvais résultats donnés par les indicateurs du niveau de l'eau dans les chaudières verticales à grande hauteur.

Enfin, 7 accidents sont dus à la corrosion des tôles du coup de feu; dans quatre de ces derniers cas, les avaries se sont produites sous une murette réfractaire immédia-

tement placée sur les tôles. Dans trois autres, les tôles n'étaient protégées d'aucune façon.

Si l'on compare ces chiffres à ceux qui ressortent des statistiques dressées pour tous les appareils à vapeur en activité dans la France entière, la comparaison est vraiment écrasante au préjudice des chaudières verticales des forges.

Pour la France entière, la moyenne des six années 1878 à 1883 donne *par an* sur 80.000 chaudières et réceptifs en activité (chemins de fer et bateaux à vapeur compris) 29 accidents, 34 tués et 34 blessés. Il y a donc, en nombres ronds, 1 accident pour 2.750 appareils, 1 tué pour 2.350 appareils, 1 blessé pour 2.350 appareils.

L'emploi des chaudières verticales durant 21 années, révèle en moyenne, *par an*, 1 accident pour 1.212 appareils, 1 tué pour 152 appareils, 1 blessé pour 96 appareils.

De tels chiffres se passent de commentaires, surtout si l'on considère que la moyenne générale applicable à toute la France aurait été encore plus faible, si l'on n'y avait intentionnellement compris les résultats dus aux chaudières verticales.

Ainsi, de 1878 à 1883, l'emploi des appareils à vapeur a amené la mort de 197 personnes et des blessures à 205 personnes. Les chaudières verticales, à elles seules, entrent dans le total pour 37 tués et 70 blessés; et l'on a vu plus haut qu'elles ne représentent pas le 1/100^e des appareils en activité dans toute la France.

Y a-t-il lieu à prescriptions réglementaires? — La conclusion à tirer des renseignements de l'enquête poursuivie en 1885 et des statistiques précédemment résumées, est que les chaudières verticales, chauffées par les flammes perdues des fours métallurgiques, constituent

des appareils particulièrement dangereux, lorsqu'elles ne sont pas établies suivant les règles formulées avec précision, dès 1878, dans le rapport de M. Hanet-Cléry. Comme la Sous-Commission le faisait ressortir en 1884, la question technique est absolument résolue et ne paraît prêter à aucune contestation.

Dans son rapport sur l'accident d'Eurville, la Sous-Commission spécifie que la seule question pendante est de savoir s'il y a lieu de compléter, à ce point de vue, les prescriptions réglementaires du décret du 30 avril 1880, ou de persister simplement dans la voie des conseils déjà officiellement portés à la connaissance des intéressés par la circulaire ministérielle du 13 février 1884 et de se confier à la répression judiciaire en cas d'accident.

A ce point de vue, la catastrophe d'Eurville, postérieure à la circulaire précitée, paraît féconde en renseignements.

D'une part, l'enquête de 1885 démontre que ni les chaudières d'Eurville, ni celles de Marnaval, ne fonctionnaient à cette date dans des conditions techniques satisfaisantes. A Marnaval, il n'existait qu'une murette réfractaire de protection adhérente aux tôles; à Eurville, le pisé réfractaire également appliqué sur les tôles, ne dépassait pas le milieu de l'ouverture du rampant. Ainsi les conseils officiels sont restés inefficaces dans deux usines où cependant des catastrophes inoubliables ont eu lieu récemment (*).

D'autre part, les poursuites judiciaires, survenues après l'accident d'Eurville, ont abouti, en première instance et en appel, à un acquittement sur le chef d'homicide par imprudence. Un des considérants du jugement du tribunal correctionnel de Vassy, en date du 22 avril

(*) Cet état de choses est actuellement transformé.

1885, confirmé par un arrêt du 17 juin de la Cour d'appel de Dijon, mérite d'être cité intégralement :

« En ce qui touche le revêtement réfractaire, attendu que, si le défaut d'un revêtement réfractaire, destiné à protéger les tôles du coup de feu, est considéré comme la faute la plus lourde à reprocher au prévenu, il y a lieu de remarquer que cette mesure si importante n'a pas encore été prescrite aux propriétaires de chaudières verticales; que l'administration des mines, émue des graves accidents causés par l'explosion de chaudières verticales chauffées par la flamme des fours aux forges de Clairvaux en 1873, à celle de Commentry en 1874, a, en 1878 seulement, recommandé aux propriétaires de chaudières verticales l'établissement d'un revêtement en maçonnerie réfractaire, qu'elle a renouvelé ces sages conseils après l'explosion d'une chaudière verticale aux forges de Marnaval, *mais qu'elle n'a pas encore transformé ces recommandations en prescriptions obligatoires, probablement à cause des difficultés, sinon de l'impossibilité d'appliquer cette mesure aux chaudières verticales actuellement installées...* »

Cette interprétation des difficultés techniques qui se présentent dans la transformation des installations actuelles est sans doute erronée; mais le dilemme, posé dans les considérants cités ci-dessus, se présentera toujours à l'esprit des juges; car l'installation des dispositifs protecteurs ne supprime pas toute cause de danger et ne fait qu'en diminuer la probabilité; et, d'autre part, les chaudières dépourvues de protection, mais très soigneusement entretenues et très scrupuleusement conduites, peuvent résister aux effets de destruction inhérents à leur type.

Conclusions. — La Sous-Commission estime donc que les conseils officiels et les mesures répressives, après

accident), sont insuffisants et qu'il y a lieu d'exiger, dès à présent, de l'industrie un minimum de mesures préventrices spéciales aux chaudières verticales chauffées par les flammes perdues des fours métallurgiques.

Le décret à intervenir ne viserait que celles de ces chaudières munies de rampants non tangentiels et, en outre, dépourvues de chambre d'élargissement.

Il exigerait l'établissement d'une murette de protection en maçonnerie réfractaire, disposée dans les carreaux en face du débouché des rampants. Cette murette devrait être distante d'au moins 50 millimètres des tôles voisines. Elle s'élèverait à environ 50 centimètres au-dessus du point de rencontre des génératrices supérieures des rampants, et s'étendrait, de part et d'autre, à $1/4$ de circonférence de ces points, pour rendre le courant de flammes tangentiel.

Quant à la bonne disposition de l'alimentation, à la bonne qualité des tôles du coup de feu et à la consolidation de leurs joints, elles sont sans doute de toute façon désirables et recommandables; mais, d'une part, elles s'appliquent à tous les types de chaudières, et, d'autre part, elles paraissent rentrer dans les prescriptions de bonne construction et de bon entretien des appareils qu'aucun règlement ne peut prévoir minutieusement. En outre, l'obligation des doubles clouures entraînerait l'industrie à des dépenses vraiment considérables, et elle ne sera plus indispensable, lorsque les chaudières verticales à rampants, non tangentiels, seront préservées des coups de chalumeau qui dardent actuellement les flammes d'une façon directe contre les tôles du coup de feu.

Il reste à traiter la question des clapets automatiques disposés sur les prises de vapeur. Il est certain que lorsque plusieurs chaudières de grande capacité sont en communication directe et habituelle, l'explosion de l'une d'elles est singulièrement aggravée par la masse de va-

peur qui se déverse des autres chaudières, au moment où la conduite unique est disloquée. Cette cause d'aggravation dans les conséquences d'un accident, est surtout fâcheuses quand les chaudières sont situées dans les ateliers, et la Sous-Commission estime qu'il y a lieu d'y porter remède en exigeant l'établissement d'appareils qui ne sont ni coûteux, ni encombrants.

Mais la question n'est pas spéciale aux chaudières verticales et, pour cette raison, il convient d'en reporter l'examen à la suite des résultats de l'enquête de 1885, relative aux chaudières horizontales.

II. — CHAUDIÈRES HORIZONTALES.

L'enquête de 1885 a révélé l'existence en France (ateliers de chemins de fer compris) de 124 établissements métallurgiques, utilisant 775 chaudières horizontales chauffées par les flammes perdues d'environ 950 fours. (Voir tableau n° III, pages 508-509.)

Forme. — Les chaudières horizontales à corps cylindrique simple sont au nombre de 183 (24 p. 100). On en compte 512 (66 p. 100) à bouilleurs ou réchauffeurs et 80 (10 p. 100) tubulaires ou multitubulaires.

Timbre. — Le timbre réglementaire oscille autour de 5 kilogrammes. Il y en a 58 p. 100 timbrées à 5 kilogrammes et au-dessous et 42 p. 100 timbrées au-dessus de 5 kilogrammes.

Capacité. — La capacité varie dans les limites les plus étendues et atteint jusqu'à 30 mètres cubes. La moyenne est d'environ 10 mètres cubes.

Situation. — Comme pour les chaudières verticales,

le plus grand nombre, 626 (79 p. 100), est situé dans les ateliers.

Rampants. — Les rampants tangentiels sont ici les plus nombreux (85 p. 100), et cette disposition, jointe à la plus grande dimension du débouché dans les carneaux, contribue à expliquer l'immunité relative des chaudières horizontales chauffées par les flammes perdues.

Murs réfractaires de protection. — Il est fait usage de murs réfractaires, qui protègent les tôles contre l'arrivée directe du courant de flammes souvent très chaudes, pour 364 chaudières (47 p. 100); dans 219 cas, par une disposition défectueuse, la maçonnerie touche directement les tôles. Dans 145 cas, le mur réfractaire n'est pas jointif; la distance aux tôles est variable dans de très grandes limites, de 30 millimètres à 1^m,600.

Chambres d'élargissement. — Aucun récupérateur à briques croisées n'a été signalé; les chambres d'élargissement proprement dites sont également rares (64, soit 8 p. 100); mais souvent, en débouchant dans les carneaux, le rampant s'élargit et constitue un espace où les flammes peuvent se brasser.

Clapets de retenue. — On ne compte que 16 chaudières qui soient munies, soit isolément, soit par groupe de deux, d'un clapet de retenue automatique, disposé sur la prise de vapeur.

Quelques dispositions particulières méritent une mention. A *Commentry (Allier)*, les chaudières à un seul bouilleur comprennent un carneau unique autour du bouilleur et sous la chaudière. Le rampant est tangentiel à la chaudière et le coup de feu est garanti par une courte voûte en maçonnerie réfractaire qui touche la

première virole. Le premier cuissard est également protégé par un éperon en briques réfractaires. Capacité, 13 mètres cubes; timbre, 6 kilogrammes.

L'usine de Tamaris, à Alais (Gard), possède deux types de chaudières horizontales à flammes perdues. Le premier consiste en chaudières cylindriques à un bouilleur, de 13 à 15 mètres cubes sur les fours à réchauffer et de 9 à 10 mètres sur les fours à puddler. Timbre 3^k,5 à 4 kilogrammes. Chacune de ces chaudières surmonte un four. Le corps cylindrique de 1^m,40 de diamètre est suspendu par des ailettes dans la maçonnerie; le bouilleur, d'un diamètre de 1^m,20, est séparé par une voûte en cloison du corps cylindrique, et repose sur des consoles en fonte. Le carneau l'entoure totalement; le rampant vertical aboutit à une chambre de combustion située à l'arrière du bouilleur et les flammes viennent d'abord frapper la voûte séparatrice des deux carneaux; elles lèchent ensuite le bouilleur d'arrière en avant, et le corps cylindrique d'avant en arrière.

Un second type est tubulaire; le rampant vertical amène les flammes dans une chambre extérieure en tôle, dont le coup de feu est armaturé, mais non protégé.

A *Fraisans (Jura)*, une disposition très rationnelle a été adoptée sur 28 chaudières horizontales à un bouilleur, d'une capacité de 14^m,600 (timbre 6 kilogrammes), qui sont situées dans le prolongement d'un four à réchauffer. Le rampant descend jusqu'au trou d'écoulement des laitiers, puis remonte vers le bouilleur dont le fond avant est préservé par un éperon en briques réfractaires qui occupe toute la hauteur du carneau. Le courant de flammes est ainsi divisé en deux parties qui lèchent tout le bouilleur, puis remontent à l'arrière sous la chaudière. L'éperon protecteur est accolé à un bouclier en fonte que des pattes rattachent au fond avant du bouilleur et qui maintient une distance libre de 50 millimètres.

Statistique des accidents de 1878 à 1885. — De 1878 à 1885, on a compté 3 accidents de chaudières (Voir tableau n° IV) horizontales, chauffées par les flammes perdues des fours métallurgiques, ayant causé la mort de 3 personnes et des blessures à 15 personnes.

Les causes de ces accidents ne sont pas particulières au système de chauffage employé; elles ont consisté, dans le premier cas, en un défaut de construction; dans le second, en un manque d'alimentation; enfin, dans le troisième, on a relevé de profondes corrosions extérieures dans une région emprisonnée dans la maçonnerie.

Dangers spéciaux des chaudières horizontales à flammes perdues. — En somme, les chaudières horizontales à flammes perdues paraissent, au premier abord, aussi exposées que les chaudières verticales au danger des coups de feu. Les statistiques d'accidents et la pratique démontrent cependant que le danger est ici beaucoup moins grand.

Les causes de cette anomalie apparente nous paraissent résulter du plus grand nombre de rampants tangentiels, de la fréquente existence d'un espace libre entre l'arrivée du rampant et le fond des bouilleurs ou du corps cylindrique; enfin de la possibilité d'éloigner le débouché de l'alimentation des points les plus chauffés de la chaudière.

Cependant il arrive assez fréquemment que les flammes viennent heurter, à la sortie du rampant, tout ou partie des fonds des bouilleurs ou du corps cylindrique, ou même, dans le cas de rampants normaux, une des viroles de ces appareils. Le plus souvent alors, ces parties exposées se trouvent protégées par des éperons ou des voûtes en matériaux réfractaires, et toutes les précautions recommandées pour les chaudières verticales, sont applicables aux chaudières horizontales.

Conclusions. — La Sous-Commission estime donc que lorsque des parties de chaudières horizontales sont directement frappées par les flammes sortant du rampant, sans interposition d'un intervalle libre dont la section soit au moins double de celle du rampant et qui puisse jouer le rôle de chambre d'élargissement, il y a lieu d'exiger l'établissement d'une murette de protection, distante des tôles d'au moins 50 millimètres et rendant le courant de flammes tangentiel.

Quant à la question des clapets de retenue automatiques disposés sur les prises de vapeur, elle se présente ici sous le même aspect que pour les chaudières verticales; elle n'est d'ailleurs pas spéciale aux chaudières chauffées par les flammes perdues des fours métallurgiques et, si elle est prise en considération, elle doit faire l'objet d'une mesure générale à tous les groupes de générateurs à vapeur.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL.

En résumé, la Sous-Commission a cherché à mettre en évidence la nécessité de rendre obligatoires : 1° l'emploi de clapets automatiques sur les prises de vapeur, lorsque plusieurs chaudières de grande capacité se greffent sur une conduite unique; 2° certaines prescriptions protectrices spéciales aux chaudières chauffées par les flammes perdues des fours métallurgiques.

Cette nécessité a paru ressortir du nombre considérable des accidents de certaine nature relevés durant une période de 21 ans, de l'extrême gravité que plusieurs d'entre eux ont présentée; des résultats insuffisants dus à l'initiative privée, enfin des appréciations erronées auxquelles a donné lieu l'emploi de conseils officiels pressants mais non obligatoires.

La Commission centrale pensera sans aucun doute

qu'il faut se garder de multiplier outre mesure les prescriptions à intervenir, et qu'il convient, tout en les réduisant à un minimum nécessaire, de les énoncer dans des termes aussi généraux que possible, pour éviter de diminuer et l'initiative et la responsabilité privées.

I. *Clapets automatiques de vapeur.* — Les clapets automatiques sur les prises de vapeur devront être appliqués à tout groupe de générateurs placés à demeure.

Ils compléteront les mesures de précautions énumérées dans le titre II du décret du 30 avril 1880, et les termes des prescriptions à intervenir devront s'inspirer de la rédaction de ce titre.

Actuellement, toute chaudière de première catégorie doit être placée en dehors des ateliers surmontés d'étages. Aucune obligation spéciale n'est imposée aux groupes de générateurs établis dans les ateliers ou à proximité des ateliers non surmontés d'étages, mais fréquentés par les ouvriers autres que les chauffeurs et les mécaniciens.

C'est à ces derniers seulement que la Sous-Commission propose d'appliquer des clapets automatiques. L'enquête de 1885 montre que, pour un timbre moyen de 5 kilogrammes, la capacité maximum des chaudières de l'industrie ne dépasse pas 30 mètres cubes; ces chiffres correspondent à un produit, calculé suivant les termes de l'article 14 du décret du 30 avril 1880, de $30 \times 58 = 1.740$.

Toutes les fois que plusieurs chaudières, en communication, dépasseront ce produit, il conviendra qu'elles soient divisées en groupe dont le produit soit au plus égal à 1.740 et que chaque groupe soit muni d'un clapet, susceptible de l'isoler en cas d'accident.

Clapets se fermant du dedans au dehors. — Cette action efficace des clapets de retenue peut être obtenue de diverses manières. La plus simple consiste à les faire

fonctionner *du dedans au dehors* (*), de telle sorte que, lorsque la pression baisse brusquement dans la conduite générale, chaque groupe de générateurs soit automatiquement isolé. Dans ce premier système, l'explosion d'un groupe arrachant son clapet de retenue et même une partie de la conduite générale, laisse intact le système de protection; tous les autres groupes sont fermés brusquement et s'isolent ainsi des parties arrachées.

Clapets se fermant du dehors au dedans. — Un second emploi consiste à éloigner la conduite générale des générateurs et à placer les clapets se fermant *du dehors au dedans*, à l'insertion même des tuyaux adducteurs de vapeur sur la conduite générale. En cas d'accident, le groupe seul qui s'est avarié se trouve alors isolé du reste de l'ensemble, à condition que l'arrachement ne se soit pas propagé jusqu'à l'extrémité du tuyau adducteur de vapeur. Ce second système présente évidemment moins de garanties de sécurité que le premier, mais il est plus commode, en fonctionnement courant, car il égalise automatiquement la pression des divers générateurs accouplés. Lorsque la pression de l'un d'eux est trop basse, son clapet se ferme et lui permet de regagner sans dépense de vapeur la chaleur qui lui manque, tandis que dans le premier système, une chaudière à pression abaissée sert pour ainsi dire de condenseur; il faut en outre éviter les fermetures intempestives.

Nous devons à M. l'Ingénieur en chef Delafond des renseignements circonstanciés sur les clapets automatiques de retenue qui fonctionnent au Creusot: ils sont du second système et consistent en un clapet libre, s'ou-

(*) Le *Bulletin de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur* pour l'année 1884, contient une description des clapets automatiques imaginés par MM. Hirsch et J. Farcot, II, 60. — Voir également le dispositif de MM. Lethuiller et Pinel, etc.

vrant de haut en bas, et venant simplement s'appuyer sur la vis d'un volant à main qui permet de les caler en cas de besoin. Situés à l'insertion du tuyau adducteur sur la conduite générale, ils sont assez éloignés des groupes de générateurs pour que leur arrachement ne soit pas probable, en cas d'accident.

M. l'ingénieur en chef Perrin nous a transmis, sur les clapets des forges de Saint-Nazaire, des renseignements qui montrent que leur installation est tout à fait analogue à celle du Creusot.

Clapets se fermant dans les deux sens. — Enfin, un troisième système, réunissant les avantages propres à chacun des deux premiers, mais pouvant comporter également des fermetures intempestives, consisterait à faire usage d'un clapet automatique pouvant se fermer dans les deux sens; une disposition récemment imaginée par M. le garde-mines Labeyrie, est en ce moment à l'étude et paraît remplir ce but avantageux (*).

Il ne nous paraît pas indispensable de paralyser l'initiative privée en recommandant une disposition spéciale des clapets de retenue; il semble suffisant d'exiger qu'ils remplissent *efficacement* le but proposé.

II. *Murettes de protection.* — Conformément aux conclusions qui terminent les deux premières parties de ce rapport, il est possible de réunir, dans une seule rédaction, les prescriptions spéciales que paraissent exiger les chaudières verticales et horizontales, chauffées par les flammes perdues de fours métallurgiques.

Ces prescriptions, utiles dans tous les cas, ne seraient obligatoires que pour les appareils dans lesquels les rampants, qui amènent les flammes des fours, ne projet-

(*) Un de ces clapets, construit par M. Dupuch, a été récemment essayé dans les anciens ateliers Cail.

tent pas tout le courant de gaz chauds tangentiellement aux surfaces extérieures des tôles.

Alors, il y a lieu d'exiger, en face des rampants, l'établissement d'une murette de protection en matériaux réfractaires, distante des tôles d'au moins 50 millimètres, et suffisamment étendue dans tous les sens, pour que les courants de flammes, qui la débordent, aient pris des directions tangentes aux surfaces des tôles voisines.

III. *Dispositions générales et transitoires.* — Il convient de réserver à M. le Ministre des travaux publics, dans les formes prévues par l'article 35 du décret du 30 avril 1880, le droit d'accorder dispense de tout ou partie des prescriptions du nouveau règlement, dans les cas où, à raison de la forme, de la dimension ou de la disposition des appareils, il serait reconnu que cette dispense ne peut avoir d'inconvénient; cette tolérance pourra être appliquée notamment dans les cas exceptionnels où les rampants déversent le courant de gaz chauds, préalablement à la rencontre du métal, dans des chambres de dimensions et de dispositions convenables.

Les dispositions prescrites par le nouveau règlement ne sont ni très coûteuses, ni très longues à établir; mais elles exigent le chômage des chaudières auxquelles elles seraient appliquées, et il convient de stipuler un délai qui permette d'utiliser, à ce point de vue, les chômages habituels pour réparation et entretien des chaudières déjà déclarées.

Un délai de six mois paraît d'ailleurs suffisant pour remplir ce but (*).

(*) La Commission centrale des machines à vapeur a approuvé, dans sa séance du 4 février 1886, les conclusions de ce rapport, et le décret du 29 juin 1886 en a sanctionné les principales indications. (Voir *Partie administrative*, p. 499.)

TABLEAU N° I. — CHAUDIÈRES VERTICALES DE PREMIÈRE CATÉGORIE

CHAUFFÉES PAR LES FLAMMES PERDUES DES FOYERS MÉTALLURGIQUES.

NUMÉROS D'ORDRE	DÉPARTEMENTS	NOMBRE d'établissements	NOMBRE TOTAL de chaudières	FORME DES CHAUDIÈRES			TIMBRE		SITUATION		CHAUFFÉES par plusieurs foyers	A RAMPANTS		A CARNEAUX CLOISONNÉS	MUNIES D'UNE MURETTE RÉFRACTAIRE PROTECTRICE							MUNIES D'UNE CHAMBRE de combustion	MUNIES DE CLAPETS automatiques sur la prise de vapeur				
				cylindriques simples	à bouilleurs ou à 2 corps	à tubes intérieurs tubulaires, multibulaires	5 kilogr. et au-dessous	au-dessus de 5 kilogr.	dans les ateliers	hors des ateliers		tangentiels	normaux		Total	Murette touchant les toles	Murette distante	Principales distances en commençant par les plus habituellement employées									
1	Allier	2	39	31	8	»	»	39	18	21	»	»	39	»	39	»	39	»	39	0 ^m ,080	0 ^m ,050	»	»	»	»	»	»
2	Ardennes	2	6	»	»	6	»	6	1	5	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
3	Ariège	1	27	7	2	18	»	27	11	16	1	5	6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
4	Aveyron	1	13	13	»	»	13	»	13	»	13	»	»	13	»	13	»	13	»	0 ^m ,030	»	»	»	»	»	»	
5	Bouches-du-Rhône	3	7	2	»	5	2	5	7	»	13	»	»	7	»	7	7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
6	Côte-d'Or	1	13	13	»	»	»	13	13	13	12	1	12	1	1	4	»	4	»	0 ^m ,050	0 ^m ,100	»	»	»	»	»	
7	Doubs	1	1	»	»	1	»	1	1	1	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
8	Gard	1	17	17	»	»	11	6	17	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
9	Garonne (Haute-)	1	2	2	»	»	»	2	2	2	17	»	»	17	»	17	»	17	»	0 ^m ,050	»	»	»	»	»	»	
10	Isère	3	16	15	»	1	14	2	10	6	2	»	2	»	»	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
11	Landes	1	1	»	1	»	»	1	1	1	1	»	»	1	»	1	»	1	»	0 ^m ,700	»	»	»	»	»	»	
12	Loire	23	288	210	70	8	99	189	270	18	1	»	»	1	»	1	»	1	»	0 ^m ,030	0 ^m ,015	0 ^m ,080	0 ^m ,100	3	»	»	
13	Loire-Inférieure	1	19	1	17	1	»	19	19	15	31	23	265	79	158	62	96	19	»	0 ^m ,050	»	»	»	»	»	10	
14	Maine-et-Loire	1	1	»	»	1	»	1	1	1	15	4	»	19	4	19	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	
15	Marne (Haute-)	3	9	9	»	»	1	8	9	1	1	»	»	1	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
16	Meurthe-et-Moselle	4	49	38	»	11	28	21	21	23	1	8	1	8	8	6	6	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
17	Meuse	1	4	4	»	»	»	4	4	10	9	28	21	9	49	21	28	»	»	0 ^m ,060	»	»	»	»	»	»	
18	Morbihan	1	1	»	»	1	»	1	1	4	»	»	»	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
19	Nièvre	3	27	20	»	7	10	17	27	»	1	»	»	1	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	7	»	
20	Nord	7	115	34	»	81	97	18	103	12	17	10	14	13	8	17	17	17	»	0 ^m ,030	0 ^m ,400	0 ^m ,550	»	3	»	»	
21	Oise	1	2	2	»	»	2	»	2	»	40	75	24	91	75	34	17	2	»	0 ^m ,050	»	»	»	»	»	»	
22	Saône-et-Loire	2	122	108	5	9	119	3	132	»	122	»	8	114	5	49	49	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
23	Seine	3	10	8	»	2	8	2	4	6	10	»	»	10	»	10	2	8	»	0 ^m ,300	0 ^m ,200	»	»	»	»	»	
24	Seine-Inférieure	1	1	1	»	»	»	1	1	»	1	»	»	1	»	1	1	»	»	0 ^m ,050	»	»	»	»	»	»	
25	Tarn	1	2	2	»	»	1	1	2	»	»	2	»	2	2	2	2	»	»	0 ^m ,080	»	»	»	»	»	»	
26	Var	1	1	»	»	1	1	»	1	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Total pour les départements . .		72	793	537	103	153	406	387	681	112	235	167	123	670	218	466	217	249						14	122		
Chemins de fer du Nord		2	3	»	»	3	»	3	2	1	3	»	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	»	
— P.-L.-M.		2	7	»	»	7	»	7	5	2	7	»	»	7	»	3	3	»	»	»	»	»	»	7	»	»	
— de l'Ouest		1	1	»	»	1	»	1	1	»	1	»	»	1	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	
— d'Orléans		1	1	»	»	1	»	1	1	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
Total des chemins de fer		6	12	»	»	12	»	12	8	4	12	»	»	12	»	4	4	»						11	»		
Total général		78	805	537	103	165	406	399	689	116	238	167	123	682	218	470	221	249		»	»	»	»	25	122		
Proportion p. 100		»	100	67	13	20	51	49	85	15	70	21	16	84	27	58	27	31	Moyenne 0 ^m ,050				3	16			

TABLEAU N° II.

ÉTAT RÉSUMÉ DES EXPLOSIONS DE CHAUDIÈRES VERTICALES CHAUFFÉES
PAR LES FLAMMES PERDUES DES FOURS MÉTALLURGIQUES.

(De 1878 à 1885 inclusivement.)

DATE de l'explo- sion	ÉTABLISSEMENT où a eu lieu l'explosion	NATURE du four alimentant	DATE de la dernière épreuve	CIRCONSTANCES et causes probables de l'accident	NOMBRE de victimes	
					Tués	Blessés
12 juillet 1880	Forges et lami- noirs d'Auber- villiers (Seine).	Un four à réchauffer.	1880	Chaudière annulaire à tube intérieur de 0 ^m .65 de diamètre et 0 ^m .008 d'épais- seur. Le tube s'est fendu et aplati. Vice de construc- tion ?	"	"
11 janv. 1882	Atelier de forges au Havre (Seine-Infér.)	Un four à réchauffer.	1880	Chaudière annulaire à tube intérieur de 0 ^m .62 de diamètre et 0 ^m .010 d'épais- seur, revêtue en briques sur 3 mètres de hauteur à la base et 2 ^m .50 à la partie supé- rieure. Le tube s'est déchiré à la seconde virole en mon- tant; usure de la tôle, ré- duite à 0 ^m .006	7	1
13 déc. 1882	Forges d'Ivry (Seine).	Un four à réchauffer.	?	Chaudière cylindrique simple; sa partie supérieure s'est déchirée. Manque d'eau	"	1
31 mars 1883	Forges à Mar- naval.	Trois fours à puddler.	1882	Chaudière cylindrique simple; la chambre de va- peur est seule garantie par un revêtement de briques. A partir de 2 ^m .20 au-dessus de la base, la chaudière s'est divisée en nombreux fragments. Affaiblissement de la tôle du coup de feu, non protégée.	30	61
20 août 1883	Forges à Cham- bon-Feugerolles (Loire).	Un four à puddler.	1882	Chaudière cylindrique simple, protégée au coup de feu par une enveloppe de briques. La 3 ^e virole s'est détachée et déchirée. Man- que d'eau.	"	7
10 nov. 1884	Forges d'Eurville (Haute-Marne).	Quatre fours à puddler.	1879	Chaudière cylindrique simple; tôle du coup de feu non protégée. La 2 ^e virole, comprenant les tôles du coup de feu, s'est avariée rapidement et s'est déchirée. Dispositions vicieuses. . . .	22	33
					59	103

RÉSUMÉ DES CAUSES D'ACCIDENTS SURVENUES AUX CHAUDIÈRES VERTICALES
CHAUFFÉES PAR LES FLAMMES PERDUES DES FOURS MÉTALLURGIQUES.

(De 1865 à 1885 inclusivement.)

[Voir le Rapport de M. H. Cléry, de 1865 à 1877.]

NOMBRE d'accidents	CAUSES	TUÉS	BLESSÉS
2	Cause indépendante de la forme (froid, mauvaise con- struction du générateur)	"	"
4	Manque d'eau.	"	23
7	Corrosion des tôles du coup de feu :		
	1° — 4 sous une murette réfractaire appliquée sur les tôles.	47	42
	2° — 3 Les tôles n'étant protégées d'aucune façon. . .	56	99
13	Sur 700 à 800 chaudières. Totaux.	103	164

TABLEAU N° III

TABLEAU N° III. — CHAUDIÈRES HORIZONTALES CHAUFFÉES PAR LES FLAMMES PERDUES DES FOYERS MÉTALLURGIQUES.

NUMÉROS D'ORDRE	DÉPARTEMENTS	NOMBRE d'établissements	NOMBRE TOTAL de chaudières	FORME DES CHAUDIÈRES			TIMBRE		SITUATION dans les ateliers	CHAUFFÉES par plusieurs fours	A RAMPANTS		A CARNEAUX CLOISONNÉS	MUNIE D'UNE MURETTE RÉFRACTAIRE PROTECTRICE						MUNIES D'UNE CHAMBRE de combustion	MUNIES DE CLAPETS automatiques sur la prise de vapeur			
				cylindriques simples	à bouilleurs à réchauffeurs à 2 corps	à foyer intérieur tubulaires, multitubulaires	5 kilogr. et au-dessous	au-dessus de 5 kilogr.			tangentiels	normaux		Total	Murette touchant les tôles	Murette distante	Principales distances en commençant par les plus usitées							
1	Aisne	1	4	»	4	»	4	»	4	»	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2	Allier	2	14	»	14	»	»	14	2	»	14	»	»	12	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»
3	Ardenne	21	91	4	82	5	28	63	63	42	91	»	35	26	23	3	0 ^m ,030	»	»	»	»	»	»	»
4	Ariège	1	7	»	»	7	»	7	7	»	7	»	»	7	7	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5	Aube	2	4	4	»	»	4	4	4	2	4	»	2	4	4	4	0 ^m ,150	0 ^m ,200	»	»	»	»	»	»
6	Aveyron	2	31	»	31	»	31	»	25	»	31	»	»	29	13	16	0 ^m ,070	0 ^m ,250	0 ^m ,030	»	12	12	»	
7	Côte-d'Or	1	8	»	4	4	»	8	8	1	8	»	»	4	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8	Côtes-du-Nord	1	4	»	3	1	2	2	4	1	4	»	1	3	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»
9	Dordogne	1	3	»	3	»	3	»	2	2	3	1	2	3	3	3	0 ^m ,500	0 ^m ,800	»	»	»	»	»	»
10	Doubs	3	14	»	14	»	4	10	14	2	14	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
11	Eure	1	1	»	»	1	1	»	1	1	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
12	Gard	2	37	»	34	3	31	3	27	»	»	37	»	»	»	»	»	»	»	»	»	37	»	»
13	Isère	2	9	»	8	1	8	1	6	1	5	4	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
14	Jura	1	28	»	28	»	28	28	28	»	28	»	»	28	»	28	0 ^m ,050	»	»	»	»	»	»	»
15	Loire	14	41	5	21	15	24	17	39	»	39	2	»	9	8	1	0 ^m ,500	»	»	»	»	2	»	»
16	Loire-Inférieure	1	7	1	6	1	7	»	7	3	7	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
17	Maine-et-Loire	2	2	»	1	1	1	1	»	1	2	»	»	2	»	2	0 ^m ,050	0 ^m ,100	»	»	»	»	»	»
18	Marne (Haute-)	12	68	»	59	9	15	53	68	24	68	»	24	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»
19	Meurthe-et-Moselle	5	26	1	25	»	7	19	26	»	26	»	»	17	7	10	0 ^m ,050	0 ^m ,060	»	»	»	»	»	»
20	Meuse	4	19	»	17	2	16	3	17	3	19	»	3	12	12	»	»	»	»	»	»	»	»	»
21	Morbihan	1	4	»	4	»	4	»	4	3	4	»	3	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
22	Nièvre	3	10	3	7	»	8	2	4	5	4	6	5	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»
23	Nord	14	231	156	61	14	184	47	160	73	230	1	73	132	109	23	0 ^m ,350	0 ^m ,600	0 ^m ,400	»	1	»	»	»
24	Oise	3	42	»	41	1	33	9	42	4	2	40	4	39	»	39	0 ^m ,100	»	»	»	»	1	»	»
25	Saône-et-Loire	2	5	»	4	1	4	1	5	1	4	1	1	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
26	Seine	11	30	6	22	2	9	21	27	»	7	23	»	23	15	8	0 ^m ,400	0 ^m ,160	0 ^m ,030	»	»	»	4	»
27	Seine-Inférieure	1	3	3	»	»	3	»	3	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
28	Seine-et-Oise	1	3	»	3	»	3	»	3	»	3	»	»	3	»	3	0 ^m ,100	»	»	»	»	»	»	»
29	Somme	2	8	»	8	»	2	6	8	2	8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
30	Yonne	1	11	»	»	11	11	»	11	»	11	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	8	»	»
Total pour les départements . .		118	765	183	504	78	443	322	621	171	646	119	158	358	218	140					64	16		
Chemins de fer du Nord		1	1	»	»	1	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— de P.-L.-M.		2	5	»	5	»	3	2	2	»	5	»	»	3	»	3	0,425	»	»	»	»	»	»	»
— d'Orléans		1	1	»	»	1	»	1	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— de l'Est		1	1	»	1	»	1	1	1	»	1	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
— du Midi		1	2	»	2	»	2	»	1	»	2	»	»	2	»	2	1,160	1,600	»	»	»	»	»	»
Total des chemins de fer		6	10	»	8	2	5	5	5	»	10	»	»	6	1	5					»	»		
Total général		124	775	183	512	80	448	327	626	171	656	119	158	364	219	145	Très variables				64	16		
Proportion p. 100		»	100	24	66	10	58	42	79	23	85	15	21	47	27	20					8	2		

TABLEAU N° IV.

ÉTAT RÉSUMÉ DES EXPLOSIONS DE CHAUDIÈRES HORIZONTALES CHAUFFÉES
PAR LES FLAMMES PERDUES DES FOURS MÉTALLURGIQUES

(De 1878 à 1885 inclusivement.)

DATE de l'explo- sion	ÉTABLISSEMENT où a eu lieu l'explosion	NATURE du four alimentant	DATE de la dernière épreuve	CIRCONSTANCES et causes probables de l'accident	NOMBRE de victimes	
					Tués	Blessés
21 févr. 1881	Forge à Creil (Oise).	Trois fours à puddler.	?	Chaudière cylindrique avec deux bouilleurs à fond de fonte. Fuite à la tête d'un bouilleur, puis projec- tion de ce fond; défaut dans le joint? cassure ancienne dans la fonte.	"	3
23 mai 1881	Val d'Osne (Ardennes).	Un four à souder.	1877	Chaudière cylindrique à bouilleur. Déchirure du corps cylindrique. Manque d'eau	"	4
19 oct. 1882	Forges à Fer- rière-la-Grande (Nord).	2 fours de chaufferie.	?	Chaudière cylindrique à deux bouilleurs. Un des bouilleurs s'est déchiré de son extrémité à la première communication. Profondes corrosions extérieures dans une région emprisonnée dans la maçonnerie.	3	8
Total : 3 accidents.					3	15

RAPPORT

SUR

L'EXPLOSION DE LA CHAUDIÈRE DU BATEAU A VAPEUR

Le TAPE-DUR

A L'ÉCLUSE DE BOUGIVAL (SEINE-ET-OISE)

Par M. A. MICHEL-LÉVY, ingénieur en chef des mines.

Le 19 mai 1886, la chaudière du bateau à vapeur remorqueur le *Tape-Dur* a fait explosion en amont de l'écluse de Bougival. Deux ouvriers ont été tués, un grièvement blessé, un quatrième a reçu des blessures légères. Les dégâts matériels sont importants : le bateau a été mis en pièces.

M. l'ingénieur des mines Léon Lévy, délégué par la Commission de surveillance locale, a rendu compte de cet accident.

Description du bateau. — Le bateau à aubes le *Tape-Dur*, appartenant à MM. Froidure, Commartin et Lenneru, possède une machine de 80 chevaux, placée à l'arrière, et desservie par une chaudière, du type de celles des locomotives, assise à l'avant, à 60 centimètres au-dessus de la cale, sur des longerons en fer, formant châssis. Le foyer était situé à l'avant, et le mécanicien était ainsi

séparé des chauffeurs par toute la longueur de la chaudière.

Description de la chaudière. — L'enveloppe de la boîte à feu qui, en se déchirant, a produit l'explosion, était parallépipédique à sa partie inférieure, et surmontée d'un berceau cylindrique portant un dôme de vapeur (Pl. VII, fig. 1, 2).

Les dimensions principales étaient les suivantes :

Longueur.	1 ^m ,496
Largeur.	1 ,496
Hauteur sous clef.	2 ,150
Épaisseur des tôles de fer, parois planes. . .	17 ^{mm}
Id. berceau.	18

La boîte à feu, de même forme, avait une épaisseur de 18 millimètres.

Le corps cylindrique, d'une longueur de 3 mètres et d'un diamètre de 1^m,232, était composé de tôles de 16 millimètres. Il contenait 99 tubes à fumée en fer.

La capacité totale était de 4^{m³},770; la surface de chauffe de 75 mètres carrés, le timbre de 9 kilogrammes.

Enveloppe de la boîte à feu. — L'enveloppe de la boîte à feu était composée de cinq feuilles de tôle, quatre planes, une en berceau. Les feuilles planes, avant et arrière, étaient embouties et rivées par une rivure simple aux feuilles planes latérales et au berceau.

Cette enveloppe et le foyer étaient fixés à la partie inférieure sur un cadre en fer forgé de 8 centimètres sur 8 centimètres, au moyen de vis taraudées et rivées, présentant un diamètre au noyau de 18 millimètres avec écartement moyen d'axe en axe de 6 centimètres. C'est la seule clouure intéressée par l'explosion.

Consolidation des faces planes et du ciel du foyer. —

Des entretoises pleines en cuivre, d'un diamètre au noyau de 20 millimètres, et écartées d'axe en axe de 20 centimètres, reliaient les parois planes en regard.

La devanture de l'enveloppe extérieure au-dessus de la partie entretoisée était renforcée par six fers à cornières de 17 centimètres sur 7 centimètres, d'une épaisseur de 12 millimètres, disposés verticalement.

Une série d'armatures analogues consolidait le ciel du foyer, parallèlement à ses génératrices.

Le système de consolidation était complété par deux tirants en fer reliant la face avant supérieure de l'enveloppe à la face arrière, et par un troisième tirant parallèle, venant se fixer à une oreille portée par le corps cylindrique.

Appareils de sûreté. — Les appareils de sûreté réglementaires étaient au complet; ils ont été brisés ou perdus, lors de l'explosion.

L'alimentation était assurée par deux pompes mues par la machine, et par un Giffard; elle débouchait près de la boîte à fumée.

Origine. Épreuves. Réparations. — La chaudière, construite, en 1879, chez M. Lanternois, à Bercy, a été primitivement timbrée à 7 kilogrammes. Puis elle a subi ultérieurement plusieurs épreuves pour le timbre de 9 kilogrammes, notamment en juin 1885, à la suite d'un remplacement de tubes à fumée, opéré dans les anciens établissements Cail.

Le 14 novembre 1885, une nouvelle épreuve de cette chaudière fut effectuée chez M. Lapeyre, constructeur à Argenteuil; une pièce en cuivre rouge de 25 centimètres sur 22 centimètres avait été fixée au ciel du foyer au moyen de vis en cuivre rouge taraudées et rivées. M. Lapeyre avait en outre doublé le cadre inférieur, dans l'angle

avant de droite de l'enveloppe du foyer, par une semelle en fer, fixée par des vis taraudées et rivées. C'est à cette époque également que le troisième tirant fut ajouté.

L'autorisation de naviguer datait du 16 août 1883; la dernière visite annuelle de la Commission de surveillance de la Seine avait été passée le 3 avril 1886; le mécanicien était dûment commissionné.

Circonstances qui ont accompagné l'explosion. — Le 19 mai 1886, vers huit heures du matin, le *Tape-Dur* quittait Poissy; il stationna de neuf heures à dix heures et demie devant l'écluse de Bougival, et mit une demi-heure à la franchir. Il remorquait deux lourds chalands remplis de sable.

L'équipage se composait du capitaine, du second, d'un mousse, du mécanicien, du chauffeur et d'un aide-chauffeur.

Le mécanicien et le premier chauffeur avaient quitté le bateau pendant l'éclusée, laissant la chaudière sous la surveillance de l'aide-chauffeur qui a été tué.

A leur retour, le mécanicien se rendit au condenseur qui fonctionnait mal, et le chauffeur à la machine. Aucun d'eux n'a donc surveillé les appareils de sûreté de la chaudière à partir de dix heures.

Le bateau venait de quitter le chenal de l'écluse et avait fait 20 tours de roues, puis stoppé 2 à 3 minutes; le capitaine se penchait sur son porte-voix pour crier: « en avant! », quand, à onze heures, l'explosion se produisit.

Toute la bande de tôle constituant les faces latérales et le berceau de l'enveloppe du foyer a été lancée à 80 mètres de distance du bâbord, sur la pointe de l'île de Bougival, en même temps que le cadavre du mousse.

De nombreux débris étaient projetés en tous sens; le reste de la chaudière, à peu près intact, se déversait à

tribord, et le bateau coulait, entraînant le cadavre de l'aide-chauffeur.

Le capitaine et le chauffeur purent être sauvés, malgré leurs blessures assez graves.

Le mécanicien et le second n'avaient reçu que des contusions sans gravité.

Examen des tôles rompues. — Comme on l'a vu plus haut, la bande de tôle composée des faces latérales et du berceau de l'enveloppe de la boîte à feu, a été entièrement détachée du reste de la chaudière et projetée toute développée (Pl. VII, fig. 3).

Elle s'est rompue suivant la ligne des centres des vis qui la reliaient au cadre inférieur. Seuls deux lambeaux sont restés adhérents à ce cadre, l'un au coin avant de droite, au-dessus de la semelle ajoutée lors de la dernière réparation, l'autre au coin arrière de gauche.

Puis la déchirure abandonne les faces latérales et suit avec une régularité complète le dos de la partie emboutie des faces avant et arrière (fig. 4 à 6).

Ces dernières, restées adhérentes à la chaudière, ont été fortement repoussées à leurs parties supérieures; une partie de leurs entretoises et les trois tirants ont été rompus; l'écartement est surtout marqué à gauche, du côté opposé à la direction prise par le lambeau projeté.

Le foyer est à peu près intact; cependant les faces latérales présentent des traces d'enfoncement, surtout à gauche, où la profondeur de la déformation est de 6 à 7 centimètres.

Détails de l'arrachement. — L'arrachement s'est produit le long du cadre inférieur avec une netteté extraordinaire; toutes les têtes des vis rivetées sont rasées par moitié, au niveau de la ligne de rupture.

Les entretoises latérales sont rompues assez irréguliè-

rement. Une d'entre elles à droite, cinq groupées à côté l'une de l'autre à gauche et en bas vers l'arrière, présentent sur leurs cassures des traces de tartre qui prouvent que leur rupture est antérieure à l'explosion (fig. 6). Les autres présentaient des cassures vives et nettes.

C'est dans la partie de la face latérale gauche du foyer, correspondant aux cinq entretoises antérieurement rompues, que s'est produit l'enfoncement maximum signalé plus haut.

Les tôles ont partout conservé leur épaisseur normale; la déchirure à l'avant est plus vive et moins étirée qu'à l'arrière.

Essais des tôles. — M. Léon Lévy a fait essayer, dans les ateliers des chemins de fer de l'Est, deux barreaux (d'une longueur utile de 10 centimètres), prélevés dans le berceau de l'enveloppe extérieure.

	Sens du laminage.	En travers.
Charge de rupture par millimètre carré.	35 ^k	29 ^k ,3
Allongement proportionnel p. 100. . . .	19 p. 100	15 p. 100

Les résultats obtenus, quoique peu nombreux, indiquent une tôle de très bonne qualité.

Conclusions de l'Ingénieur ordinaire. — En terminant, M. Léon Lévy croit devoir discuter l'hypothèse d'un défaut d'alimentation; M. le garde-mines Cuvillier avait appelé son attention sur la déposition de plusieurs témoins qui ont constaté que le fragment projeté était resté brûlant pendant plusieurs minutes et présentait des taches violacées, rappelant celles que produisent les coups de feu.

M. Léon Lévy rejette, à juste titre, cette hypothèse; le ciel du foyer est intact, et aucune des circonstances de l'explosion ne permet de supposer que le niveau de l'eau s'est abaissé outre mesure avant l'accident.

L'hypothèse d'un excès de pression était beaucoup plus plausible; les soupapes de sûreté n'ont pas été retrouvées; mais les survivants et l'un des propriétaires, M. Commartin, nient absolument toute surcharge intentionnelle; pour eux, la pression au moment de l'accident ne devait pas dépasser 8 kilogrammes.

Il est constant que les joints, le long du cadre inférieur, fuyaient habituellement. Le mécanicien a même signalé cette avarie, au départ, à M. Commartin, qui lui aurait répondu qu'on la corrigerait à l'arrivée à Paris. M. Léon Lévy fait en outre remarquer que les entretoises étaient trop faibles et trop espacées; aux ateliers des chemins de fer de l'Est, et pour des pressions analogues, on ne les espace que de 10 centimètres et on leur donne un diamètre de 25 millimètres, tandis que dans l'espèce, ces deux dimensions étaient respectivement de 20 centimètres et de 20 millimètres. Enfin, le fait capital, révélé par l'enquête, consiste dans la rupture antérieure de cinq de ces entretoises, juxtaposées en ovale, et isolant des parties planes de grandes dimensions, susceptibles de déformations permanentes.

Discutant ces diverses causes d'affaiblissement de la chaudière, M. Léon Lévy remarque que le coefficient d'affaiblissement de la tôle, le long de la clouure au cadre inférieur, n'avait rien d'exagéré (diamètre des vis 10 millimètres, espacement 60 millimètres) et n'atteignait que le rapport de 1 à $\left(1 - \frac{1}{3,3}\right)$ ou 1:0,70.

Mais il estime que les entretoises étaient primitivement trop faibles et trop espacées, et il rapporte surtout l'accident au défaut de surveillance et d'entretien qui a permis à cinq de ces entretoises de se rompre antérieurement à l'accident.

Pour lui, la déchirure a dû commencer à gauche, près de ce point faible, dans la partie emboutie arrière; et

ce fait est confirmé par la projection en sens opposé du fragment détaché et par la direction des fragments d'entretoises encore adhérents au foyer.

Résumé. — M. Léon Lévy n'estime pas que le vice de construction, relevé plus haut, constitue une faute lourde, susceptible d'amener des poursuites correctionnelles contre le constructeur; en effet, la chaudière date de plus de sept ans, et, de plus, elle n'avait été éprouvée que pour une pression de 7 kilogrammes à l'origine.

Mais il y a lieu de relever l'insuffisance des visites intérieures de la chaudière, prescrites par le décret du 9 avril 1883, et, en outre, de recommander au constructeur, M. Lanternois, d'augmenter le diamètre et de diminuer l'espacement des entretoises destinées à consolider les parois planes de ses chaudières.

Avis du président de la Commission. — M. l'ingénieur en chef des ponts et chaussées Caméré, président de la Commission de surveillance de Mantes, adopte cet avis.

Avis du Rapporteur. — Le rapport très complet de M. l'ingénieur ordinaire Léon Lévy met en évidence la principale cause d'affaiblissement qu'avait subie la chaudière, qui a fait explosion: la rupture antérieure de cinq entretoises juxtaposées, sur la face latérale gauche de l'enveloppe du foyer, avait isolé une surface plane en forme de trapèze, dont les deux bases avaient respectivement 80 et 60 centimètres, et dont la hauteur (parallèle au cadre) comptait 60 centimètres.

Malgré l'épaisseur et la bonne qualité des tôles, et eu égard à la pression élevée du timbre (9 kilogrammes), une pareille surface plane devait tendre à des déformations permanentes de plus en plus dangereuses.

Telle est, pour le rapporteur, la cause principale de l'explosion.

Il convient de rapprocher, de ce fait positif, le défaut de surveillance de la chaudière, livrée pendant plus d'une heure à l'aide-chauffeur, tué par l'explosion. En fait, ni le mécanicien, ni le chauffeur ne savent à quelle pression la vapeur a été portée pendant l'arrêt nécessité par l'écluse. On n'a pu retrouver les soupapes de sûreté, et l'on ne sait si elles n'ont pas été paralysées au moment critique.

Quant au vice de construction, relevé par M. Léon Lévy et que cet ingénieur propose tout au moins de signaler administrativement au constructeur, il est réel, mais il ne paraît avoir joué qu'un rôle accessoire dans l'espèce; la durée relativement longue de la chaudière, les nombreuses épreuves qu'elle a subies, l'épaisseur et la qualité des tôles en atténuent la portée. Il y a surtout lieu de recommander d'une façon générale l'emploi d'entretoises perforées qui préviennent nettement et immédiatement de leur rupture. A ce double point de vue, le paragraphe 4 de l'article 4 du décret du 9 avril 1883 permet aux Commissions de surveillance locale d'exiger efficacement la consolidation des parois planes des chaudières de bateaux à vapeur.

En conséquence, le rapporteur a l'honneur de soumettre à l'approbation de la Commission centrale l'avis suivant :

1° La cause principale de l'explosion du 19 mai 1886 réside dans la rupture préalable et déjà ancienne de cinq entretoises juxtaposées sur la face plane latérale de gauche de l'enveloppe du foyer. Cette rupture a isolé une vaste surface plane de l'enveloppe et en a favorisé l'arrachement consécutif;

2° Des visites intérieures soignées, conformément aux prescriptions de l'article 65 du décret du 9 avril 1883, auraient permis de constater cette dangereuse avarie;

2° Le mécanicien et le premier chauffeur sont blâma-

bles d'avoir entièrement abandonné, pendant la durée de l'écluse, la conduite de la chaudière à l'aide-chauffeur ;

4° Il convient, par M. le ministre des travaux publics, de rappeler aux Commissions de surveillance locales que le paragraphe 4 de l'article 4 du décret du 9 avril 1883 les autorise à exiger la consolidation efficace des parois planes des chaudières des bateaux à vapeur.

Et, dans ce but, il y a lieu d'insérer, dans les *Annales des Mines* et dans les *Annales des Ponts et Chaussées*, un extrait du présent rapport.

L'ingénieur en chef des mines, rapporteur,
Signé : MICHEL LÉVY.

Avis de la Commission centrale des machines à vapeur.

La Commission centrale, dans sa séance du 5 octobre 1886, après avoir entendu l'exposé, les observations et les conclusions qui précèdent et en avoir délibéré, a adopté l'avis proposé par le rapporteur.

COMMISSION D'ÉTUDE DES MOYENS PROPRES À PRÉVENIR LES EXPLOSIONS DE GRISOU DANS LES HOUILLÈRES

ANALYSE SYNOPTIQUE DES RAPPORTS OFFICIELS SUR LES

ACCIDENTS DE GRISOU EN FRANCE DE 1817 À 1884

Huitième fascicule (*).

TABLEAUX RÉSUMÉS ET COMPARAISONS AVEC LES PAYS ÉTRANGERS.

Par M. CHARLES LALLEMAND, Ingénieur au corps des Mines.

EXPOSÉ PRÉLIMINAIRE.

Nous avons donné, dans les précédents fascicules (**), l'analyse détaillée des circonstances des accidents de grisou. Il nous reste, pour terminer notre tâche, à les grouper dans des tableaux d'ensemble, montrant leur

(*) Voir, pour les sept premiers fascicules, *Annales des mines*, 1882, 1^{er} vol., p. 293, et 2^e vol., p. 393; 1883, 2^e vol., p. 67; 1884, 2^e vol., p. 73; 1885, 2^e vol., p. 195; 1886, 1^{er} vol., p. 31 et 2^e vol., p. 11.

(**) En collaboration avec notre regretté collègue et ami M. J. Petitdidier, décédé en 1885.

succession chronologique, leur distribution, par groupes de bassins, suivant les jours de la semaine et les mois de l'année; leurs rapports avec la production et le personnel; leur répartition suivant le nombre des victimes et la nature des lésions produites, suivant les causes qui ont provoqué le dégagement et l'accumulation du gaz, puis son inflammation; enfin suivant les fautes commises et les responsabilités encourues soit par les exploitants, soit par les ouvriers.

Nous nous étions proposé, dans la note qui a servi d'introduction à ce travail (*), d'étudier, en outre, les relations des accidents de grisou avec les perturbations atmosphériques, avec le mode de production et de distribution de l'aérage, avec le système de construction des lampes, la méthode d'exploitation, etc... L'insuffisance des renseignements contenus dans les documents à notre disposition ne nous a malheureusement permis de remplir ce programme que d'une manière très incomplète; et même, pour plusieurs de ces questions, notre statistique n'a pu fournir aucune réponse.

Dans le but de donner plus d'intérêt à cette récapitulation, nous y avons fait entrer, avec les résultats de nos propres recherches, qui s'arrêtaient à l'année 1880, les résumés analogues préparés par MM. les Ingénieurs des mines Chesneau pour l'année 1881, et Janet pour les années 1882 et 1883, ainsi que l'analyse sommaire des accidents de grisou en 1884, qui figure dans le volume de la *Statistique de l'industrie minière*, paru en 1885.

Le nombre total des accidents groupés dans cette statistique se trouve porté de la sorte à 808.

En vue de permettre des rapprochements instructifs, nous avons mis sur chacun de nos tableaux, en regard

(*) Premier fascicule, 1882, p. 2.

des résultats relatifs à la France, les données analogues que nous avons pu recueillir pour les principaux pays producteurs de houille en Europe, tels que la Grande-Bretagne, la Belgique, la Prusse, la Saxe et l'Autriche-Hongrie.

Les renseignements relatifs à cette dernière partie de notre travail ont été puisés :

Pour l'Angleterre, aux rapports des inspecteurs royaux des mines (*);

Pour la Belgique, aux documents publiés par la Commission (**) belge du grisou;

Pour la Prusse, à un travail (***) très complet de M. Hasslacher, conseiller royal des mines de Prusse;

Enfin pour la Saxe, aux tableaux analytiques et statistiques des accidents de grisou en Saxe, publiés par l'Administration des mines de ce pays (****).

En vue de faciliter les comparaisons, nous avons, partout où la chose était possible, figuré les principaux résultats de cette statistique dans des diagrammes sommaires, qui parlent aux yeux et que, pour cette raison, nous avons intercalés dans le texte, en rejetant aux annexes les tableaux plus détaillés et plus complets dont ces diagrammes ne sont que la traduction graphique.

Pour la disposition des diagrammes, nous avons eu recours aux conseils éclairés de M. l'ingénieur en chef

(*) *Summaries of the statistical portions of the reports of Her Majesty's Inspectors of Mines.* — Year 1880.

(**) Rapport, procès-verbaux des séances et documents. — Bruxelles 1880.

(***) *Die auf den Steinkohlenbergwerken Preussens in den Jahren 1861 bis 1881 durch schlagende Wetter veranlassten Unglücksfälle.* — Berlin 1882.

(****) *Nachweisung und Statistik der zur Kenntniss der königlichen Bergpolizeibehörde gelangten Schlagwetterunfälle beim sächsischen Steinkohlenbergbau seit dem Jahre 1841.* — Freiberg 1881.

Cheysson, dont la haute compétence en cette matière est connue. Nous devons lui adresser ici tous nos remerciements.

Enfin, dans ce long travail, nous avons été secondés par plusieurs agents du service du nivellement général de la France, principalement par MM. Petit, Prévot, Renard, Cuvigny et Dreux, qui ont dépouillé les statistiques détaillées, établi sur nos indications les tableaux résumés, et dessiné les figures. Ils se sont acquittés de leur tâche avec une intelligence et un soin que nous tenons à reconnaître.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Il s'est produit en France, de 1811 à 1884 inclus (voir Annexes, tableau n°2, p. 561) 808 accidents de grisou (dont 304 mortels), ayant fait 1.520 tués et 1.374 blessés. Ces accidents, qui portent sur 115 concessions, se décomposent ainsi :

Mines de houille.	797 accidents.
— lignite.	3 —
— schiste bitumineux	4 —
— plomb argentifère.	3 —
— fer	1 —

Les 797 accidents survenus dans les mines de houille se répartissent ainsi, entre les différents groupes géographiques de bassins, rangés d'après l'ordre décroissant de leur importance au point de vue de la production pendant la période 1870-1879 :

	Accidents.	Victimes.
Nord.	94	444
Loire.	403	1390
Gard.	134	258
Bourgogne et Nivernais	43	351
Tarn et Aveyron	29	73
Auvergne.	21	60
Hérault.	26	102
Ouest.	26	77
Creuse et Corrèze.	1	2
Vosges méridionales	9	81
Vosges septentrionales.	10	39
Alpes occidentales.	1	4

Aucun accident n'est survenu dans le groupe du Bourbonnais, qui vient par ordre d'importance entre le groupe du Tarn et celui de l'Auvergne, non plus que dans celui des Pyrénées, qui occuperait la fin de la liste.

Le diagramme (*fig. 1*) ci-dessous figure, pour la période décennale de 1870 à 1879 inclus, la production annuelle moyenne de chacun des différents groupes de bassins ayant eu des accidents de grisou, et le rapport p. 100 à la production totale de la France.

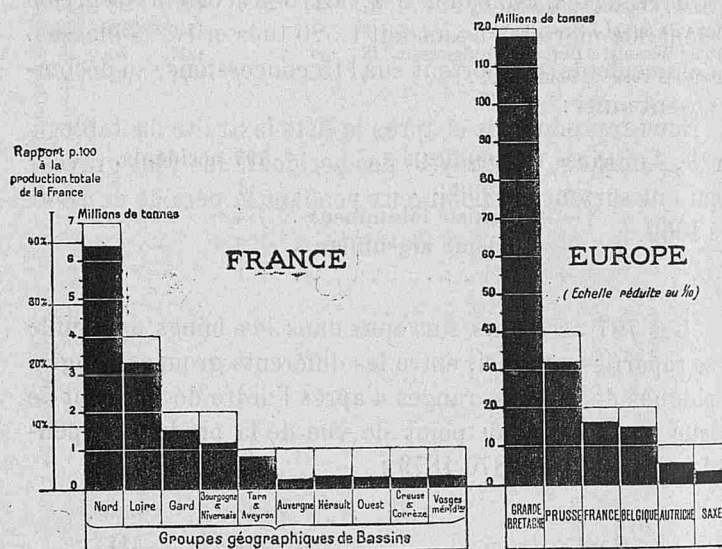


Fig. 1.

Production annuelle moyenne pendant la période 1870-1879.

On y voit que le groupe du Nord représente à lui seul plus de 40 p. 100 de la production totale de la France; le groupe de la Loire, 20 p. 100; celui du Gard, 9 p. 100; celui de la Bourgogne, 7 p. 100; le Tarn et l'Aveyron, 5 p. 100; chacun des autres environ 1 p. 100.

La même figure donne, à une échelle dix fois moindre,

la production comparée, pendant la même période, des principaux pays producteurs de houille en Europe, que nous avons fait figurer à côté des bassins français dans nos tableaux récapitulatifs.

Les concessions le plus souvent frappées par le grisou sont (voir Annexes, tableau n° 1, p. 554-560):

Dans le Pas-de-Calais : Liévin.	11 explosions depuis 1868, et 67 victimes.
Dans le Nord : Anzin.	26 — — 1823 186 —
Dans la { Roche-la-Molière et Firminy..	53 — — 1817 209 —
Loire : { Combes et Egarandes.	29 — — 1817 76 —
Dans le { la Grand' Combe.	35 — — 1817 90 —
Gard : { Portes et Sénéchas.	32 — — 1853 46 —
Dans Saône-et-Loire : Blanzay.	18 — — 1846 269 —
Dans l'Hérault : le Devois-de-Graissessac. .	18 — — 1847 80 —
Dans les Vosges : Ronchamp.	9 — — 1857 81 —

Nous reproduisons ci-après la liste (extraite du tableau n° 3, Annexes, p. 562-579) des accidents les plus graves, qui ont surtout été nombreux pendant la période de 1860 à 1869.

Accidents ayant fait plus de 20 victimes (tués ou blessés) classés par périodes décennales.

PÉRIODES,	DATES	CONCESSIONS	BASSINS	GROUPES	NOMBRE DE VICTIMES		
					Tués	Blessés	Total
1820 à 1829	1823 Août. 1829	Anzin. Le Marloret.	Valenciennes. Saint-Etienne.	Nord. Loire.	22 28	5 "	27 28
1830 à 1839	1833 Décembre. 1839	Le Creuzot. Côte Thiollière.	Le Creuzot et Blanzy. Saint-Etienne.	Bourgogne et Nivernais. Loire.	17 21	17 "	34 21
1840 à 1849	1840	Collenoir et la Cappe.	Saint-Etienne.	Loire.	32	"	32
1850 à 1859	1855 Août.	Blanzy. Ronchamp.	Le Creuzot et Blanzy. Ronchamp.	Bourgogne et Nivernais. Vosges méridionales.	29 29	" "	29 29
1860 à 1869	1861 Mai. 1863 Avril. 1865 Février. 1867 Octobre. 1869 Mars. 1869 Août.	Villars. La Grand' Croix. Anzin. Villars. Blanzy. Anzin. Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne. Saint-Etienne. Valenciennes. Saint-Etienne. Le Creuzot et Blanzy. Valenciennes. Saint-Etienne.	Loire. Loire. Nord. Loire. Bourgogne et Nivernais. Nord. Loire.	21 24 39 39 39 89 5	2 2 7 " 39 47 16 21	23 26 46 39 136 105 22
1870 à 1879	1871 Novembre. 1872 Novembre. 1876 Février. 1877	Terrenoire. Blanzy. Terrenoire. Graissessac.	Saint-Etienne. Le Creuzot et Blanzy. Saint-Etienne. Graissessac.	Loire. Bourgogne et Nivernais. Loire. Hérault.	70 41 186 45	" 2 12 "	70 43 198 45
1880 à 1884	1884	Ferfay.	Valenciennes.	Nord.	17	6	23

1. *Nombre et proportion des mines grisouteuses.* — Le diagramme *fig. 2* ci-dessous indique, par périodes décennales, pour la France, la Prusse et la Saxe, le nombre total des mines exploitées, celui des mines grisouteuses, et la proportion p. 100 de ces dernières.

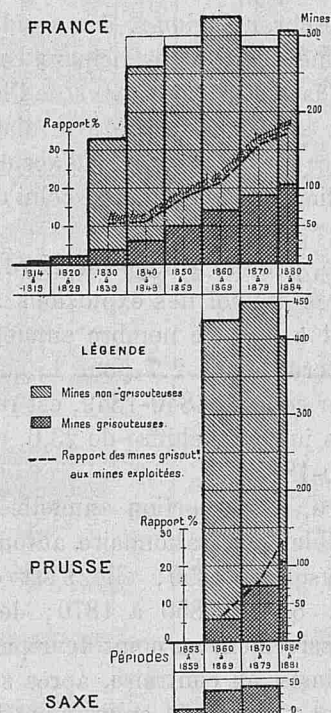


Fig. 2.

Nombre moyen des mines exploitées, grisouteuses et non grisouteuses.
Proportion p. 100 des mines à grison.

On voit qu'en France le nombre des mines exploitées est resté presque stationnaire depuis 1850, et que la proportion des mines grisouteuses n'a cessé de croître, depuis 10 p. 100 pour la période 1820-1829, jusqu'à 34 p. 100 pour celle de 1880-1884.

En Prusse, cette proportion n'atteint que 26 p. 100, pour la dernière période, de 1880 à 1882.

II. *Nombre moyen d'accidents et de victimes du grisou par année.* (Voir Annexes tableaux n° 4, 5 et 6, p. 580, 582 et 584.) — La *fig. 3* ci-contre montre la répartition, au point de vue chronologique, des accidents de grisou et de leurs victimes, dans les principaux centres houillers de la France et dans les autres pays de l'Europe.

Dans chaque cartouche partiel, le diagramme supérieur représente le nombre moyen d'accidents de grisou par année; le diagramme inférieur, celui des tués et des blessés.

On y voit que, pour le groupe du Nord, par exemple, le nombre moyen annuel des explosions s'est élevé rapidement de 0,1 à 5,6. Le nombre annuel des victimes, après avoir décliné depuis 2,7 pour la période de 1820-1829, à 0,7 pour celle de 1840-1849, est remonté ensuite par soubresauts jusqu'au chiffre de 23,6, atteint dans la période de 1880-1884.

Dans la Loire, la proportion annuelle des explosions est restée sensiblement stationnaire autour du chiffre 4, depuis 1820 jusqu'en 1850; elle s'est élevée ensuite brusquement à 8, de 1850 à 1870; depuis, elle est revenue progressivement au point de départ. Le nombre annuel des victimes, au contraire, après s'être maintenu presque constant et égal à 11 environ pendant la période de 1820 à 1850, s'est élevé progressivement à 40 (principalement par l'augmentation du nombre des tués) pour la période 1870-1879. Le retour à la moyenne initiale de 10 victimes, que l'on constate pour les 5 dernières années, ne constitue malheureusement pas un progrès acquis d'une manière définitive : la catastrophe survenue au commencement du mois de mars 1887, au puits Châtelus, dans la concession de Beaubrun, et qui a fait

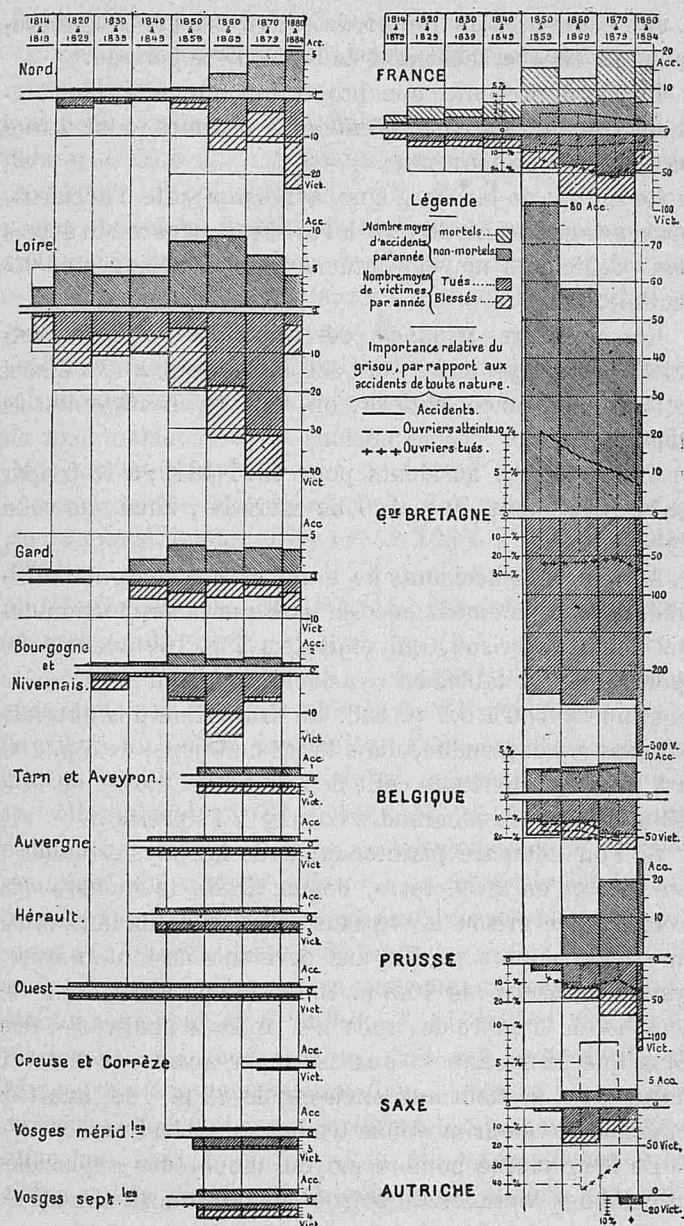


Fig. 3. — Nombre des accidents et des victimes du grisou. Rapport pour 100 aux accidents de toute nature et à leurs victimes. Tome X, 1886.

à elle seule près de 100 victimes, va relever singulièrement en effet le coefficient de la dernière période.

Le Gard présente une proportion annuelle sensiblement constante de 3 accidents et 5 victimes (dont 2 tués et 3 blessés en moyenne).

Le groupe de la Bourgogne, après une suite d'accidents graves dans la période 1850 à 1875, est redescendu depuis aux coefficients moyens annuels de 0,5 accident et 0,5 victime.

Les six autres groupes présentent des moyennes annuelles comprises entre 0 et 1 accident, avec 0 à 4 victimes.

Pour la France entière, on voit qu'en moyenne le nombre annuel des explosions a été constamment en croissant (de 2,7 accidents pour 1814-1819, à 19,5 pour 1870-1879, dont 40 p. 100 de mortels), ainsi que celui des victimes.

Au reste, les accidents de toute nature se sont multipliés plus rapidement encore, puisque la proportion des accidents de grisou, qui était de 1,7 p. 100 avant 1870 (voir Annexes; tableau n° 6) a fléchi, depuis, d'une manière continue jusqu'à 0,7 p. 100. La proportion des ouvriers atteints est descendue, dans le même temps, de 6 p. 100 à 4 p. 100, tandis que celle des tués s'est élevée de 14 à 23 p. 100 pour redescendre ensuite à 12 p. 100.

Si l'on compare maintenant avec les pays étrangers, on voit qu'en Angleterre, depuis 1850, le nombre des accidents de grisou a été sans cesse en diminuant, ainsi que leur rapport p. 100 aux accidents de toute nature, qui s'est abaissé de 10,5 p. 100 à 3,5 p. 100. — En revanche, le nombre des tués n'a presque pas varié, non plus que leur rapport aux tués par accidents de toute nature, qui se tient aux environs de 23 p. 100 (une fois et demie la valeur moyenne trouvée pour la France).

En Belgique, le nombre moyen annuel des explosions et celui des victimes du grisou ont été constamment en

croissant de 1851 à 1880, passant de 6 accidents avec 28 tués et 19 blessés, à 7,4 accidents avec 43,5 tués et 22 blessés.

La proportion des accidents de grisou est passée, dans le même intervalle, de 2,8 à 3,3 p. 100, et celle des tués de 13,2 à 17,9 p. 100.

En Prusse, explosions et victimes se multiplient rapidement en nombre depuis 1852. La proportion des tués par le grisou monte aussi, avec quelques variations, autour du coefficient de 11 p. 100.

Dans le royaume de Saxe, la proportion des explosions est d'environ 8 p. 100 depuis 1860; celle des tués par le grisou s'est abaissée de 43 p. 100 à 29 p. 100 depuis la même époque.

En Autriche, la proportion des tués s'est tenue à 13,4 p. 100 pour la période de 1875 à 1880.

III. *Rapport des accidents de grisou et des victimes à la production et au personnel.* (Voir fig. 4 ci-après, et aux Annexes, tableaux n°s 5 et 6.) — En France, pour le groupe du Nord, dont l'extraction a suivi l'accroissement le plus régulier et le plus rapide (en 50 ans elle est devenue 16 fois plus grande, avec un personnel décuple), le rapport des accidents à la production s'est maintenu, avec quelques variations, entre les limites extrêmes de 0,2 et 0,7 accident pour 1 million de tonnes; le rapport au personnel a, au contraire, augmenté de 0,25 à 1,6 accident par 10.000 ouvriers du fond.

Pour les victimes, les limites extrêmes sont, de même, sans progrès sensible avec le temps depuis 1830, 0,8 à 4 atteints (dont la moitié tués) par million de tonnes, et 1 à 7 atteints par 10.000 ouvriers.

Pour la Loire, le nombre des explosions pour 1 million de tonnes extraites, de 3,5 qu'il était pendant la période 1830-1860, s'est abaissé progressivement à 1,2, pour

l'intervalle 1880-1884. — En revanche, le nombre proportionnel des tués, après avoir été en décroissant de 1820 à 1860, est remonté de nouveau à sa valeur primitive pendant la période 1870-1879.

Les moyennes générales sont :

- 8 à 11 victimes (dont 2 à 10 tués) pour 1 million de tonnes;
- 9 à 45 victimes (dont 2 à 25 tués) pour 10.000 ouvriers.

En somme, la situation ne s'est pas améliorée.

Le Gard, au contraire, a vu depuis 1860 la proportion des accidents descendre de 5,8 à 1,6 pour 1 million de tonnes, et celle des victimes tomber de 14 en moyenne à 3 (dont 1 tué) pour 1 million de tonnes, ou de 34 à 8 pour 10.000 ouvriers.

La Bourgogne et le Nivernais présentent une allure plus capricieuse, avec une amélioration progressive depuis 25 ans. On relève :

- 1 à 2 accidents } par million de tonnes;
- et 5 à 20 victimes }
- 1 à 32 victimes } par 10.000 ouvriers;

en exceptant toutefois les périodes 1840-1849 et 1880-1884, qui n'ont eu aucun tué par le grisou.

Le groupe du Tarn, depuis 1860, se présente à peu près dans les mêmes conditions que le Gard pendant la même période.

L'Auvergne, depuis 1845, donne 3,6 accidents en moyenne avec 9 victimes (dont 4 tués) pour un million de tonnes, ou 17 victimes par 10.000 ouvriers.

L'Hérault, qui est, en France, le centre houiller le plus affligé par le grisou, présente, pour la période de 1847 à 1884, les moyennes suivantes :

- 4,8 accidents } pour 1 million de tonnes;
- et 19 victimes (dont 15 tués) }
- ou 32 victimes par 10.000 ouvriers du fond.

Le groupe de l'Ouest, depuis 1824, fournit en moyenne

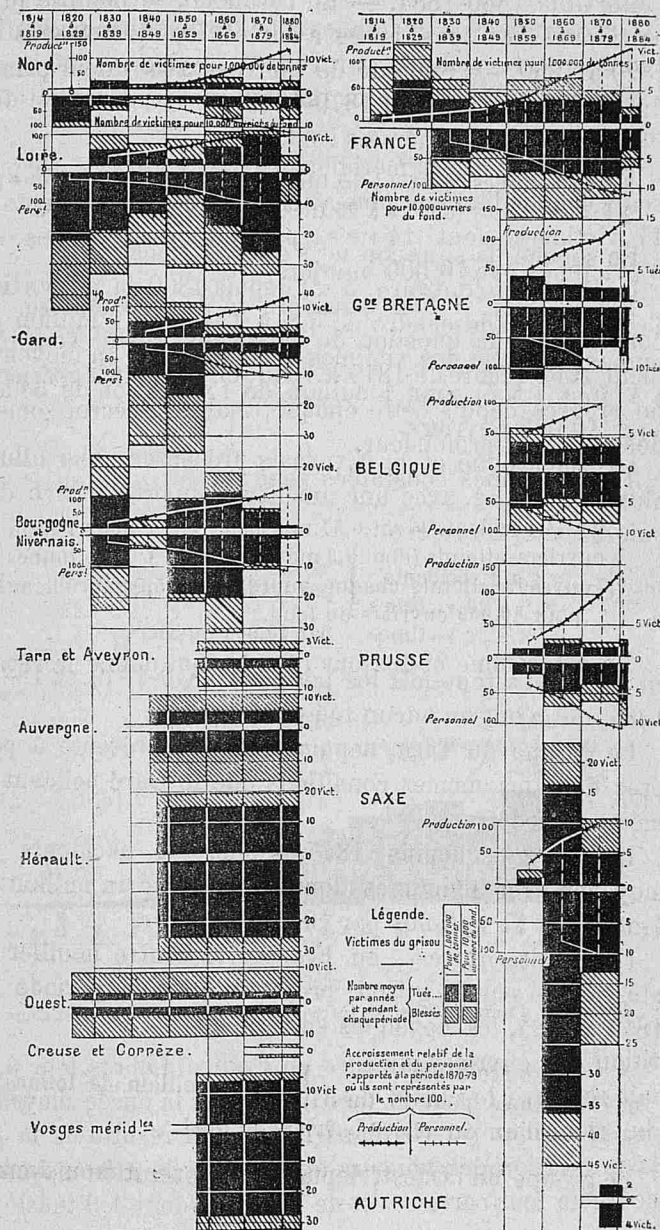


Fig. 4. — Rapport des victimes à la production et au personnel.

2,8 accidents avec 9 victimes (dont 2 tués) par million de tonnes, ou 10 victimes par 10.000 ouvriers.

Le groupe de Creuse et Corrèze reste pour ainsi dire indemne.

Celui des Vosges méridionales, au contraire, se présente comme l'un des plus atteints, avec 1,8 accidents et 17 victimes (dont 14 tués) par million de tonnes, ou 32 victimes par 10.000 ouvriers.

En somme, si l'on considère la France entière, on constate que la question du grisou est restée sensiblement stationnaire de 1814 à 1860; elle paraît légèrement en progrès depuis cette époque, malgré l'accroissement des mines en profondeur.

Les moyennes constatées sont :

1,4 accidents (dont 0,57 mortels) } pour 1 million
7 ouvriers atteints (dont 3,3 mortellement) } de tonnes
ou 9,7 ouvriers atteints chaque année (dont 5,7 mortellement)
pour 10.000 ouvriers du fond.

Le diagramme ci-dessous (*fig. 5*), qui donne la répar-

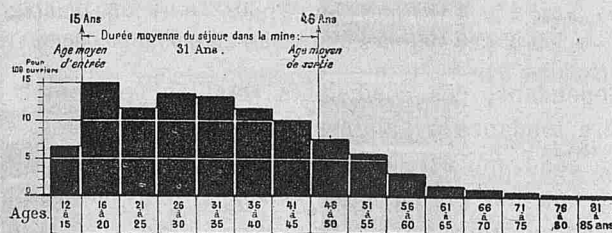


Fig. 5.

Répartition, d'après leur âge, des ouvriers employés, en France, dans les mines.

tition des ouvriers mineurs en France d'après leur âge, fait ressortir le chiffre de 31 ans pour la durée moyenne du séjour d'un ouvrier dans la mine. Il résulte de là que la proportion des mineurs atteints par le grisou dans le cours de leur carrière est de 3 p. 100 (dont 1,8 tués).

Pour la Grande-Bretagne, le danger du grisou paraît s'atténuer progressivement. Au lieu de 1,4 accidents mortels avec 4 tués environ, pour 1 million de tonnes, que l'on constatait pendant la période 1850-1859, on n'a plus relevé, dans les deux périodes décennales suivantes, que 0,6 accident avec 2,5 tués; puis 0,38 accident avec 2 tués.

Par rapport au personnel, la proportion des tués s'élevait à 12 p. 10.000 en 1850-1859; elle est tombée à 6 p. 10.000 en 1870-1879.

En Belgique, comme en France, la situation ne paraît s'améliorer que très légèrement. On relève :

0,5 à 0,75 accidents de grisou } pour 1 million de tonnes;
4 à 6 victimes (dont 3 tués) }
8 à 9 victimes (dont 5 tués) pour 10.000 ouvriers.

La Prusse, qui, dans l'ensemble, est de tous les pays de l'Europe le plus favorisé à cet égard, ne donne que :

2 explosions de grisou (dont 0,75 mortelles) } pour 1 million
avec 2 à 3 victimes (dont 2 tués) } de tonnes;
ou 2 à 10 victimes (dont 2 à 6 tués) pour 10.000 ouvriers.

Cependant, ces coefficients semblent présenter une légère tendance à l'augmentation avec le temps.

La Saxe, qui est, à l'opposé de la Prusse, le pays où le grisou fait proportionnellement le plus de victimes, voit au contraire sa situation s'améliorer à ce point de vue depuis 25 ans : pendant la période 1860-1869, on avait :

1,2 explosions } pour 1 million de tonnes;
avec 23 victimes (dont 17 tués) }
ou 45 victimes (dont 34 tués) pour 10.000 ouvriers.

La période décennale suivante, 1870-1879, n'a plus donné que :

1 explosion
avec 11 victimes (dont 6 tués) } pour 1 million de tonnes;
ou 25 victimes (dont 13 tués) pour 10.000 ouvriers.

Enfin l'Autriche, pour laquelle nos renseignements ne portent que sur la période 1875-1880, présente une situation comparable à celle de la Prusse, avec

2 tués pour 1 million de tonnes;
ou 4 tués pour 10.000 ouvriers.

IV. *Répartition des accidents de grisou par mois* (Voir Annexes, tableau n° 7, p. 586). — Le diagramme ci-contre (fig. 6) accuse, pour les groupes du Nord et de la Loire, des maxima aux environs des mois de mars et d'octobre, c'est-à-dire au voisinage des équinoxes. Il présente en outre, pendant les mois de juillet et d'août, un autre maximum qui peut tenir aux perturbations apportées dans l'aérage naturel des mines par l'élévation de la température à cette époque de l'année.

Pour la France entière, on relève une légère recrudescence dans le nombre des explosions pendant les périodes voisines des mois de mars, août et décembre, qui présentent une proportion d'accidents supérieure à la moyenne. On constate au contraire des minima en janvier, mai et novembre.

Pour la Prusse, les conditions sont à peu près les mêmes, sauf que le maximum d'août est reporté en septembre.

La Belgique, et surtout la Saxe, présentent au contraire des maxima pendant la période de juin ou juillet à septembre inclus; ce fait, du moins pour la Saxe, pourrait dépendre en partie de la proportion relativement élevée des mines aérées naturellement qui existent dans ce pays.

V. *Répartition des accidents par rapport aux jours de la semaine* (voir Annexes, tableau n° 8, p. 587). — On ne

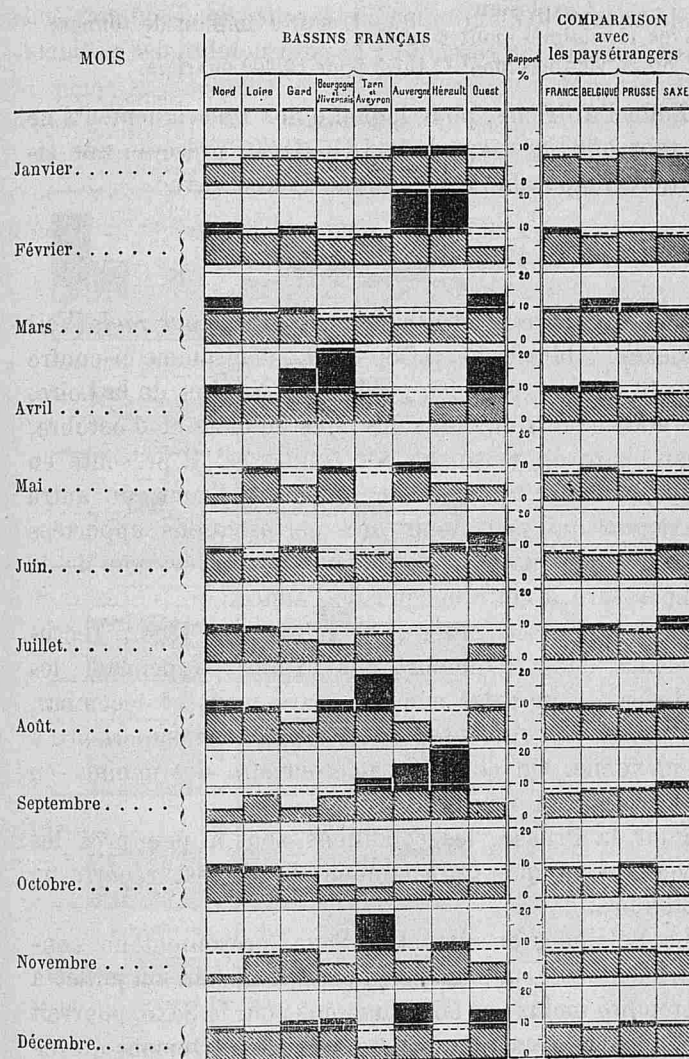


Fig. 6.

Répartition des accidents de grisou par mois.

NOTA. — Le trait ponctué correspond à la moyenne de 8,3 p. 100. — Les parties en excédent sur la moyenne ont été distinguées par une teinte plus foncée.

relève dans le diagramme ci-dessous (*fig. 7*) qu'une seule particularité intéressante : le petit nombre des accidents

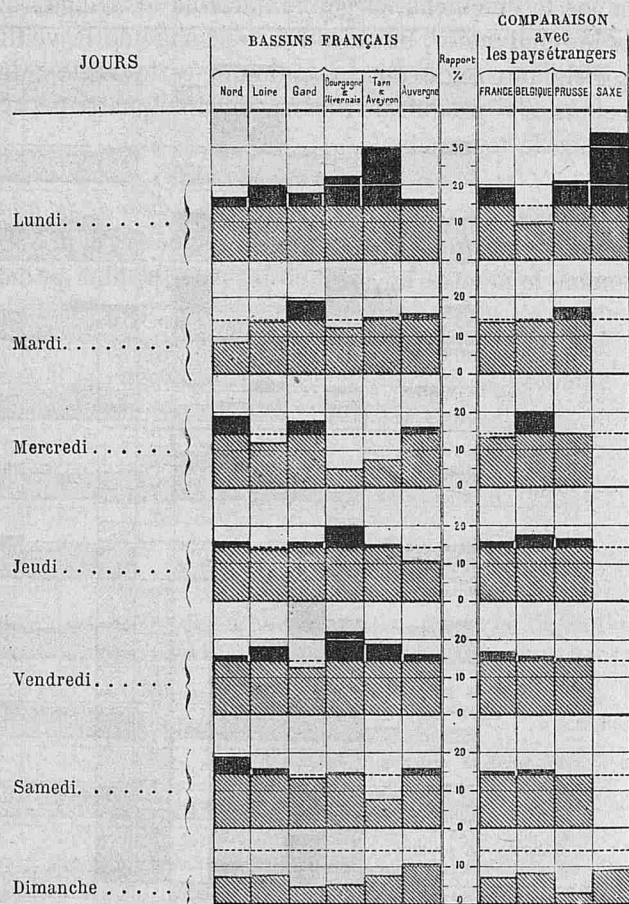


Fig. 7.

Répartition des accidents de grisou par jours de la semaine.

NOTA. — Le trait ponctué correspond à la moyenne de 14,3 p. 100. — Les parties en excédent sur la moyenne ont été distinguées par une teinte plus foncée.

survenus le dimanche, et, par contre, sauf pour la Belgique, la prédominance notable des accidents arrivant le

lundi. Ces faits, du reste, s'expliquent tout naturellement par la faiblesse numérique du personnel travaillant dans les mines le dimanche, et par le surcroît de dangers qui existe le lundi matin, en raison du chômage de la veille.

La Belgique seule fait exception à cette règle : les explosions s'y produisant, sans raison apparente, de préférence le mercredi.

VI. Répartition des accidents d'après le lieu de la mine où ils se sont produits (voir Annexes, tableau n° 9, p. 588). — Comme le montre la *fig. 8* ci-dessous, la plus grande

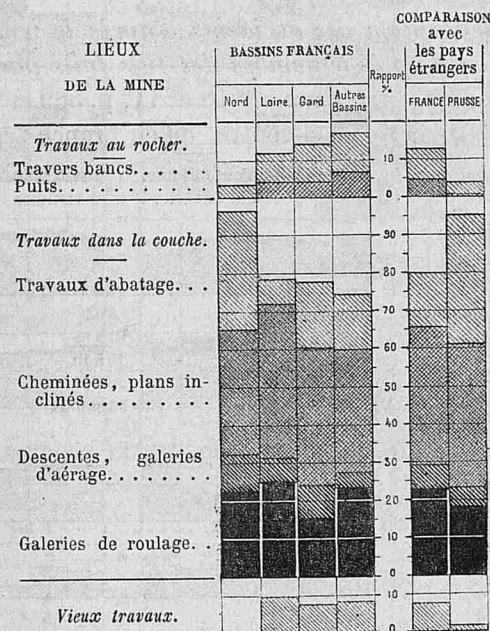


Fig. 8.

Répartition des accidents de grisou d'après le lieu de la mine où ils se sont produits.

partie des explosions de grisou (96 p. 100 pour le groupe du Nord, 75 à 78 p. 100 pour les autres bassins, 95 p. 100 pour la Prusse) se produisent dans les travaux au charbon,

principalement dans les cheminées ou plans inclinés (22 à 38 p. 100); puis dans les galeries de roulage (15 à 25 p. 100); enfin dans les tailles (31 p. 100 dans le Nord; ailleurs 6 à 18 p. 100; 34 p. 100 en Prusse).

En France, dans les travaux au rocher, les puits fournissent en moyenne (sauf pour le groupe du Nord) 4 p. 100 des explosions (en Prusse, seulement 4 p. 1000); les travers-bancs en donnent de 4 à 10 p. 1000.

Enfin, les vieux travaux sont le siège de 8 à 10 p. 100 des accidents de grisou, sauf encore pour le groupe du Nord et pour la Prusse.

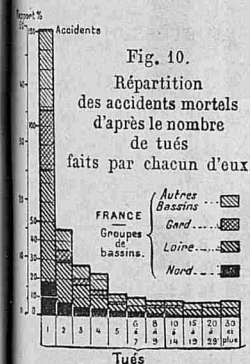
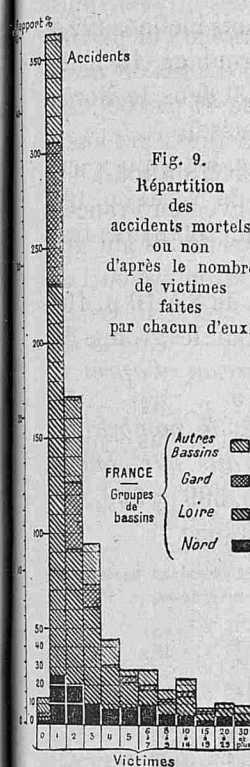
VII. Répartition des accidents d'après le nombre des victimes ou d'après le nombre des tués faits par chacun d'eux (Annexes, tableaux nos 10 et 11, p. 589 et 590). — On voit dans la fig. 9 ci-contre, qu'en France :

45 p. 100 des accidents (mortels ou non) n'ont fait que.	1 seule victime (tuée ou blessée)
21 — — — — — ont fait	2 victimes
11,5 — — — — — —	3 —
5,5 — — — — — —	4 —
3,5 — — — — — —	5 —
3,5 — — — — — —	6 à 7 —
2 — — — — — —	8 à 9 —
3 — — — — — —	10 à 14 —
1 — — — — — —	15 à 19 —
1 — — — — — —	20 à 29 —
1 — — — — — —	30 et plus —

Pour les accidents mortels (fig. 10) la progression est analogue :

50 p. 100 des explosions ont fait	1 tué
15 — — — — —	2 —
9 — — — — —	3 —
8 — — — — —	4 —
4 — — — — —	5 —
3 — — — — —	6 à 7 —
2,5 — — — — —	8 à 9 —
2,5 — — — — —	10 à 14 —
2 — — — — —	15 à 19 —
2 — — — — —	20 à 29 —
2,5 — — — — —	30 et plus —

Si l'on compare maintenant avec les pays étrangers



ACCIDENTS ayant fait	NOMBRE proportionnel d'accidents mortels				Rapport %	NOMBRE proportionnel de tués dans chaque catégorie d'accidents			
	FRANCE	BELGIQUE	PRUSSE	SAXE		FRANCE	BELGIQUE	PRUSSE	SAXE
1 tué	60	50	40	30	20	20	10	10	10
2 à 5 tués	30	30	20	10	10	10	10	10	10
6 à 10 tués	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11 à 20 tués	10	10	10	10	10	10	10	10	10
21 à 50 tués	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Plus de 50 tués	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Fig. 11.

Fréquence et importance relative des accidents mortels d'après le nombre des tués faits par chacun d'eux.

(fig. 11), on voit qu'en Belgique les accidents graves (plus de 20 tués) sont plus nombreux qu'en France (11 p. 100 au lieu de 5 p. 100), et qu'ils y font aussi plus de victimes (63 p. 100 du nombre total au lieu de 47 p. 100).

En Prusse, les petits accidents (1 à 5 tués) prédominent et fournissent à eux seuls 63 p. 100 du total des tués (soit le double de la proportion trouvée en France).

En Saxe, au contraire, la plupart des victimes du grisou (70 p. 100) périssent dans des catastrophes où l'on compte plus de 50 tués.

VIII. *Répartition des victimes du grisou d'après la nature des lésions* (Annexes, tableau n° 12, p. 592). — Le diagramme 12 ci-dessous montre que, dans tous les centres

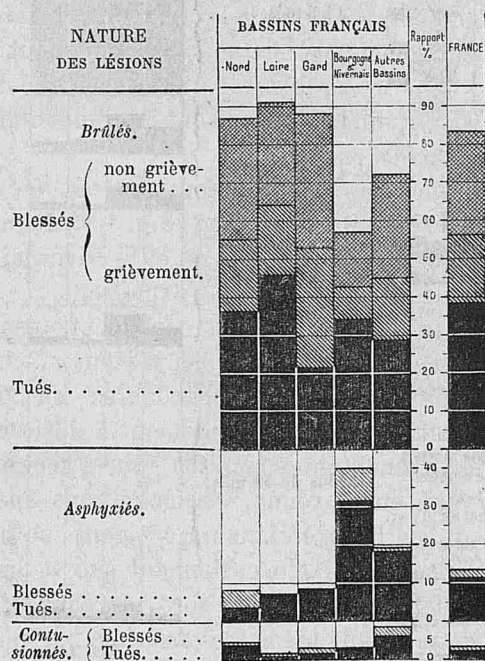


Fig. 12.

Répartition des victimes d'après la nature des lésions.

houillers, ce sont les brûlures qui prédominent (90 p. 100 environ dans les groupes du Nord, de la Loire et du Gard) comme causes de mort ou de blessures à la suite des explosions de grisou.

On remarquera cependant l'importance relative de l'asphyxie à la suite des explosions de grisou, dans les groupes de la Bourgogne et du Nivernais, où elle a fait 40 p. 100 des victimes (dont 30 p. 100 tués).

Les contusions et l'ensevelissement sous des éboulements ne fournissent guère en moyenne que 3,4 p. 100 du nombre total des victimes.

IX. *Répartition des accidents d'après les causes de dégagement et d'accumulation du gaz* (Annexes, tableau n° 14, p. 594-595). — Pour la France, on constate (fig. 13) que les dégagements subits de gaz n'atteignent d'importance que dans le Nord où ils ont occasionné 16 p. 100 des explosions; ailleurs ils ne sont intervenus qu'environ dans 5 p. 100 des cas.

Les dégagements lents et continus ont été signalés comme cause principale (environ 48 p. 100) des accidents. Dans le Nord, dans la Bourgogne et le Nivernais, ils déterminent jusqu'à 60 p. 100 des explosions.

La plus forte partie de ces coefficients est fournie, comme on peut le penser, par les remontes, cheminées, en un mot par les galeries ascendantes, en cul-de-sac, où la ventilation laisse généralement à désirer et où le grisou trouve ainsi toutes facilités pour s'accumuler. On peut dire que, en moyenne, ces conditions spéciales se rencontrent, en France, dans un accident sur trois.

Les chômages, qui n'occasionnent que le dixième des explosions dans le groupe du Nord, en causent au contraire le double dans les autres bassins.

Enfin, les dérangements de la ventilation générale déterminent 8 p. 100 environ des explosions, sauf dans le

groupe du Nord où ils sont un peu plus fréquents (13 p. 100), et dans ceux du Gard et de la Bourgogne où ils sont rares (3 p. 100).

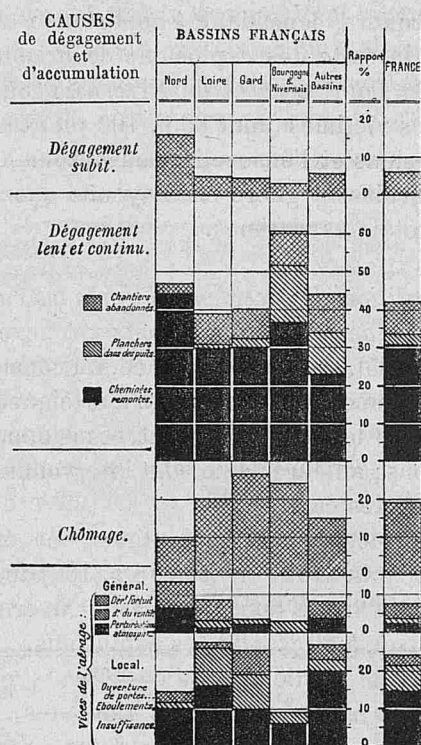


Fig. 13.

Répartition des accidents d'après les causes de dégagement et d'accumulation du gaz.

Dans 2,3 p. 100 des accidents, on a attribué une influence à des dépressions barométriques qui régnaient au moment de l'accident, ou s'étaient produites peu de temps auparavant.

L'insuffisance de la ventilation locale au foyer même de l'explosion, soit par suite d'ouverture prolongée des

portes d'aérage, soit par suite d'éboulements, soit en raison de la disposition vicieuse du chantier, est mise en cause dans 1/4 des accidents, sauf pour les groupes du Nord et de la Bourgogne où sa fréquence est moindre (14 p. 100 pour le premier, 9 p. 100 dans le second).

Au point de vue spécial de l'aérage, voici d'ailleurs comment se répartissent 230 accidents pour lesquels des indications à cet égard figuraient dans les procès-verbaux :

ACCIDENTS SURVENUS DANS DES MINES AÉRÉES		
naturellement.	par foyer.	par ventilateur.
106	16	108

Relativement à la constatation de la présence du grisou avant l'accident, le tableau ci-dessous montre que, dans les 3/4 des cas, on n'avait reconnu aucune trace de grisou avant l'explosion; que, dans un cinquième des accidents, l'inspection préalable du chantier n'avait révélé qu'une faible quantité de gaz, et qu'enfin, dans un accident sur 20 seulement, on savait au préalable se trouver en présence d'une quantité abondante de grisou.

	CAS OÙ, AVANT L'EXPLOSION, la présence du gaz avait été			ENSEMBLE.
	CONSTATÉE		non constatée.	
	en grande quantité.	en faible quantité.		
Nombres absolus.	37	140	562	739
Rapports p. 100. .	5	19	76	100

Pour établir une comparaison avec les pays étrangers, nous avons dû grouper les causes d'accumulation d'une manière un peu différente et notamment, ce qui est assez naturel, réunir le chômage aux causes de dégagement

lent et continu du gaz (*fig. 14*). Ces dernières causes prennent aussi une influence prépondérante (69 p. 100 à 79 p. 100 suivant les pays) dans la production des accidents.

Les dégagements subits, au contraire, qui ne donnent que 6 p. 100 des accidents en France, en occasionnent 13 p. 100 en Saxe et en Belgique et 17 p. 100 en Prusse.

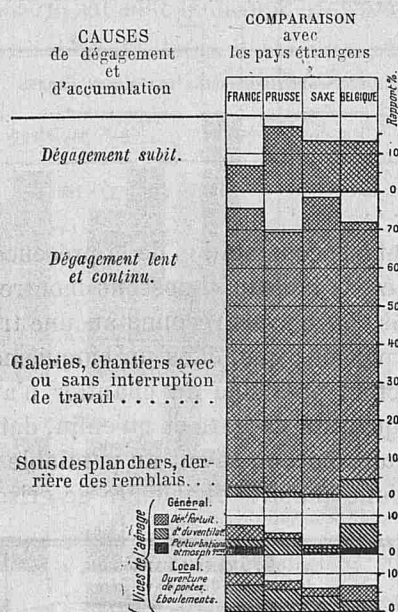


Fig. 14.

Répartition comparative des accidents de grison d'après les causes de dégagement et d'accumulation du gaz en France, en Belgique, en Prusse et en Saxe.

Les dérangements, soit généraux, soit locaux, de la ventilation interviennent chacun dans 7 à 8 p. 100 des cas.

X. Répartition des accidents suivant les causes d'inflammation du grisou (Annexes, tableau n° 13, p. 593). — En France (voir la *fig.* 15 ci-contre) dans le groupe du Nord,

les deux principales causes d'inflammation du gaz sont le *feu nu*, dans 26 p. 100 des explosions (lampes ordinaires, allumettes, incendies), et le tirage des coups de mine dans 42 p. 100 des cas.

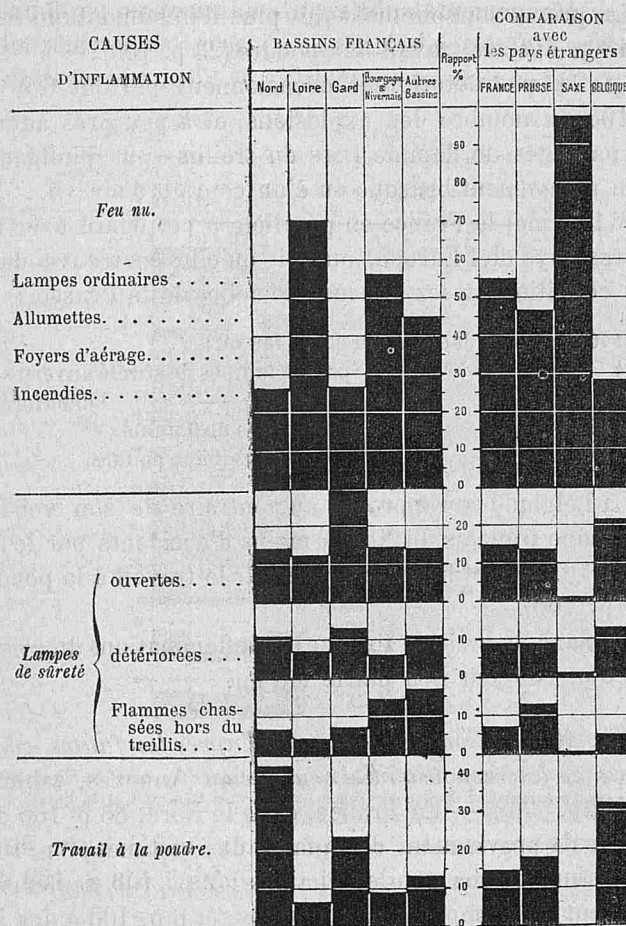


Fig. 15.

Répartition comparative des accidents de grisou d'après les causes d'inflammation du gaz,
en France et à l'étranger.

Dans la Loire, le feu nu occasionne à lui seul 70 p. 100

des explosions; dans la Bourgogne, 56 p. 100; les lampes de sûreté ouvertes 12 et 14 p. 100 dans les deux bassins.

Dans le Gard, c'est l'ouverture des lampes qui détermine proportionnellement le plus d'inflammations (30 p. 100), avec le travail à la poudre (23 p. 100).

Les lampes détériorées occasionnent partout 6 à 13 p. 100 du nombre des explosions, et à peu près autant les passages de flamme hors du treillis sous l'influence d'un mouvement brusque ou d'un courant d'air vif.

Si l'on met la France en parallèle à cet égard avec les autres pays de l'Europe, on voit qu'elle se trouve dans des conditions assez voisines de celles de la Prusse :

55 et 46 p. 100 d'inflammation par le feu nu;

14 — par les lampes de sûreté ouvertes;
9 — — — — — détériorées;
7 et 13 — par sorties de flamme;
14 et 18 — par le travail à la poudre.

La Belgique se rapproche au contraire de son voisin, le groupe français du Nord : moins d'accidents par le feu nu (28 p. 100) et beaucoup plus par le travail à la poudre (32 p. 100).

En Saxe, la presque totalité des inflammations du grisou (97,5 p. 100) ont lieu par le feu nu.

XI. *Répartition des accidents d'après les fautes commises et les responsabilités encourues* (Annexes, tableau n° 15, p. 596). — En France, dans le Nord, 85 p. 100 des accidents proviennent de la faute des victimes; 8 p. 100, d'ouvriers autres que les victimes; 2 p. 100 seulement peuvent être imputés aux porions, et 6 p. 100 à des infractions aux règlements administratifs ou aux dispositions vicieuses données aux travaux par les exploitants.

Dans le groupe de la Loire, la part des maîtres-mineurs est beaucoup plus forte (22 p. 100), tandis que

celle des ouvriers descend au chiffre, respectable encore, de 74 p. 100.

Le Gard offre une situation intermédiaire entre le Nord et la Loire, sauf pour les exploitants, dont la responsabilité n'est mise en jeu que dans 3 p. 100 des cas.

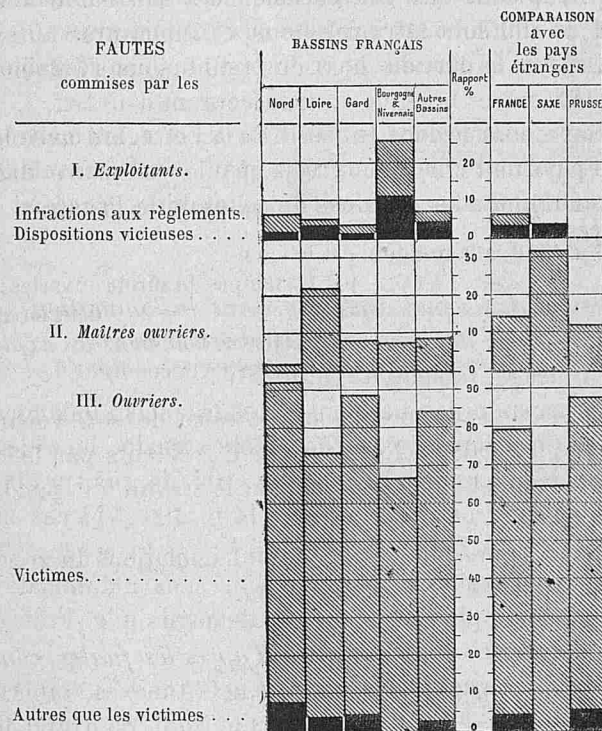


Fig. 16.

Répartition des accidents de grisou d'après les fautes commises et les responsabilités encourues.

En Bourgogne, au contraire, plus du quart des accidents ont été imputés au personnel supérieur, moitié à raison d'infractions aux règlements, moitié pour cause de dispositions vicieuses des travaux.

La situation moyenne de la France à ce point de vue est, en somme, la suivante :

80 p. 100 des accidents sont imputables aux ouvriers (qui en sont d'ailleurs victimes, sauf dans 4 p. 100 des cas);

14 p. 100 sont dus aux porions ou maitres-mineurs; enfin 6 p. 100 sont attribuables aux exploitants.

En Prusse, la part des ouvriers est plus considérable : 88 p. 100.

En Saxe, comme dans le bassin de la Loire, les maitres-mineurs portent une plus grande part de responsabilité (32 p. 100), tandis que celle des ouvriers descend à 65 p. 100.

XII. *Accidents par asphyxie, sans inflammation du grisou. — Rôle des poussières de charbon dans les explosions* (Annexes, tableau n° 16, p. 597).

La proportion des accidents dans lesquels l'inflammation des poussières de charbon a été signalée ne s'élève en France qu'à un peu plus de 1 p. 100 (11 cas sur 808), tandis qu'en Prusse elle atteint 14 p. 100 (177 cas sur 1.240).

Les cas d'asphyxie par le grisou sans inflammation sont également plus fréquents en Allemagne qu'en France :

1,3 p. 100 en France,	
contre 3,7 — en Prusse,	
et 5,5 — en Saxe.	

TABLEAUX ANNEXES

1. — Tableau récapitulatif des accidents classés par bassins et concessions.
2. — — — — — groupes de bassins.
3. — Tableau chronologique des accidents.
4. — — — — — récapitulatif par année.
5. — — — — — par périodes.
6. — — — — — général comparatif entre les principaux pays producteurs de houille en Europe.
7. — Répartition des accidents de grisou suivant les mois de l'année.
8. — — — — — suivant les jours de la semaine.
9. — — — — — d'après le lieu de la mine où ils se sont produits.
10. — Répartition des accidents, mortels ou non, d'après le nombre des victimes (tuées ou blessées) faites par chacun d'eux.
11. — Répartition des accidents mortels d'après le nombre des tués faits par chacun d'eux.
12. — Répartition des victimes d'après la nature des lésions subies.
13. — — — — — des accidents d'après les causes d'inflammation du grisou.
14. — — — — — causes d'accumulation du grisou.
15. — — — — — fautes commises et les responsabilités encourues par le personnel.
16. — Relevé des accidents par asphyxie simple et de ceux attribués aux poussières de charbon.

N. B. — Pour l'analyse détaillée des accidents :

N°s d'ordre	1 à 71, voir <i>Annales des mines</i> , année 1882, 1 ^{er} vol., page 293	
—	72 à 168, — — — — — 1882, 2 ^e vol., — 393	
—	169 à 251, — — — — — 1883, 2 ^e vol., — 67	
—	252 à 457, — — — — — 1884, 2 ^e vol., — 73	
—	458 à 581, — — — — — 1885, 2 ^e vol., — 195	
—	582 à 665, — — — — — 1886, 1 ^{er} vol., — 31	
—	666 à 745, — — — — — 1886, 2 ^e vol., — 11	
—	1 à 16 (1881), — — — — — 1883, 2 ^e vol., — 216	
—	1 à 32 (1882 et 1883), — — — — — 1885, 2 ^e vol., — 433	

Les accidents de 1884 sont sommairement analysés dans le volume de la *Statistique de l'Industrie minière* pour la même année.

N° 1. — TABLEAU RÉCAPITULATIF PAR BASSINS ET CONCESSIONS
COMPRENANT POUR CHAQUE CONCESSION :

1° La date d'institution; — 2° La date du premier accident de grisou; — 3° Le nombre d'accidents de cette nature jusqu'en 1884 inclusivement; — 4° Le nombre total des victimes (tuées ou blessées) faites par le grisou.

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes		OBSERVATIONS
					Tuées	Blessées	
A. — MINES DE HOUILLE.							
I. GROUPE DU NORD. — 1. Bassin de Valenciennes.							
a. Département du Pas-de-Calais.							
1 à 3	1. Lens	1853	1873	4*	2	5	* Dont 1 en 1884.
4 à 6	2. Bully-Grenay	1853	1870	5*	6	9	* Dont 2 en 1884.
7 et 8	3. Nœux	1853	1874	2	2	1	
9	4. Bruay	1855	1873	1	1	1	
10 à 17	5. Liévin	1862	1868	11*	24	43	* Dont 1 en 1882 et 2 en 1883.
18 et 19	6. Ferfay	1855	1879	5*	18	11	* Dont 1 en 1882, 1 en 1883 et 1 en 1884.
20 et 21	7. Fléchinelle	1858	1874	2	1	4	
22	8. Ostricourt	1860	1868	1	4	1	
23 à 25	9. Auchy-au-Bois	1853	1873	3	12	8	
26	10. Cauchy-à-la-Tour	1864	1872	1	1	1	
	11. Courcèlles-les-Lens	1877	1883	1	1	3	
b. Département du Nord.							
27 à 47	1. Anzin	1717	1823	26*	102	84	* Dont 1 en 1881, 1 en 1882 et 2 en 1883.
48 à 55	2. L'Escarpelle	1850	1861	10*	1	22	* Dont 1 en 1881, 1 en 1882 et 1 en 1883.
56 et 57	3. Raismes	An VII	1860	2	4	1	
58 à 62	4. Douchy	1832	1857	9*	13	24	* Dont 1 en 1881, 1 en 1882 et 2 en 1883.
63	5. Fresnes	1717	1880	1	1	1	
64	6. Denain	1831	1880	1	2	1	
65 à 69	7. Azincourt	1840	1854	5	7	20	
70	8. Vicoigne	1841	1880	1	1	1	
	9. Vieux-Condé	1749	1884	1	1	1	
Totaux pour le bassin de Valenciennes		1823	92	201	240		
2. Bassin d'Hardinghen.							
Département du Pas-de-Calais.							
71	1. Hardinghen	An IX	1860	2*	1	2	* Dont 1 en 1881.

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes		OBSERVATIONS
					Tuées	Blessées	
II. GROUPE DE LA LOIRE. — Bassin de Saint-Étienne.							
Département de la Loire.							
72 à 123	1. Roche-la-Molière et Firminy.	1757	1817	53*	102	107	* Dont 1 en 1881.
124 à 144	2. La Béraudière.	1824	1837	25*	6	51	* Dont 1 en 1881.
145 à 153	3. Beaubrun	1825	1848	10*	»	16	* Dont 1 en 1882.
154 à 162	4. Montrambert	1824	1868	12*	4	18	* Dont 2 en 1882 et 1 en 1884.
163 à 168	5. Le Treuil.	1784	1837	6	24	12	
169 à 183	6. Villars.	1780	1840	17*	56	21	* Dont 1 en 1883 et 1 en 1884.
184 à 194	7. La Péronnière.	1842	1832	12*	1	13	* Dont 1 en 1884.
195 à 213	8. La Chazotte.	1825	1820	19	15	28	
214 à 222	9. Montcel	1825	1849	9	5	12	
223 à 236	10. Méons	1824	1830	14	14	18	
237 à 240	11. Comberigol	1856	1860	4	»	5	
241 à 251	12. Terrenoire.	1784	1842	11	277	25	
252 à 255	13. Plat-de-Gier.	1850	1855	6*	1	10	* Dont 1 en 1881 et 1 en 1882.
256 à 276	14. Saint-Chamond.	1774	1819	21	4	31	
277 à 283	15. Villebœuf	1824	1861	8*	12	14	* Dont 1 en 1883.
284 à 298	16. La Grand' Croix.	1824	1822	15	31	24	
299 à 306	17. Le Martoret.	1825	1826	8	58	12	
307 à 311	18. La Porchère.	1825	1866	5	4	12	
312	19. Reveux.	1825	1850	1	»	1	
313 à 314	20. La Faverge	1851	1865	2	»	2	
315 à 332	21. Unieux et Fraisse.	1825	1847	18	8	34	
333 à 349	22. Montieux.	1825	1839	17	7	26	
350 à 376	23. Sardou	1808	1817	27	22	40	
377 à 383	24. Collenon et la Cappe.	1824	1821	7	33	5	
384 à 391	25. Tartaras.	1809	1822	8	»	10	
392 à 419	26. Combes et Egarandes	1829	1817	29*	36	40	* Dont 1 en 1884.
420 à 424	27. Couzon.	1825	1842	5	»	5	
425 à 431	28. Saint-Jean-de-Bonnefond.	1841	1855	7	3	8	
432 à 445	29. Côte-Thiollière	1825	1833	14	26	21	
446	30. La Calaminière.	1849	1858	1	»	1	
447 et 448	31. Le Reclus	1825	1840	2	»	2	
449 à 452	32. Le Gourd' Marin	1808	1818	4	»	7	
453 et 454	33. Janon.	1824	1842	2	»	3	
	34. Le Cros.	1824	1881	2*	»	4	* Dont 1 en 1881 et 1 en 1884.
	35. Quartier-Gaillard.	1824	1881	2*	2	1	* Dont 1 en 1881 et 1 en 1882.
Totaux pour le bassin de Saint-Étienne.				1817	403	751	639

III. GROUPE DU GARD. — Bassin d'Alais.

a. Département du Gard.

458 à 491	1. La Grand' Combe	1782	1817	35*	33	57	* Dont 1 en 1882.
492 à 498	2. Trescol et Pluzor	1782	1814	7	6	7	
499 et 500	3. Champclauson	1809	1845	2	1	3	
501	4. La Levade et La Tronche	1809	1847	1	1	3	

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes		OBSERVATIONS
					Tués	Blessés	
a. Département du Gard (suite).							
502 à 504	5. Saint-Jean-de-Valeriscle. . .	1809	1826	3	2	2	
505 à 512	6. Robiac et Meyrannes.	1809	1846	10*	5	16	* Dont 1 en 1882 et 1 en 1883.
513 à 524	7. Tréllys et Palmesalade. . . .	1828	1856	16*	8	17	* Dont 3 en 1881 et 1 en 1883.
525 à 535	8. Portes et Sénéchas.	1784	1853	32*	10	36	* Dont 1 en 1881.
536 à 538	9. Salles de Gagnières.	1832	1875	4*	1	5	* Dont 1 en 1883.
539 à 566	10. Comberedonde.	1828	1844	8	6	5	
567 à 573	11. Lalle.	1828	1858	8*	15	7	* Dont 1 en 1883.
574 à 577	12. Cessous et Trébiau.	1828	1871	4	1	7	
578 et 579	13. Pinèdes.	1855	1874	2	»	3	
580	Recherches de Collobrières. . .	»	1880	1	»	1	

b. Département de l'Ardèche.

581	1. Sallefermouse et Pigère. . .	1832	1879	1	»	1	
Totaux pour le bassin d'Alais.			1814	134	88	170	

IV. GROUPE de la BOURGOGNE et du NIVERNAIS. — 1. Bassin du Creuzot et de Blanzy.*Département de Saône-et-Loire.*

582 à 599	1. Blanzy.	1769	1846	18	206	63	
600 à 606	2. Le Creuzot.	1769	1833	7	22	25	
607 et 608	3. Montchanin.	1769	1858	2	»	3	
609	4. Longpendu.	1832	1858	1	»	2	
610	5. Grand-Molay.	1831	1875	1	»	1	
611	6. Petits-Châteaux.	1833	1859	1	»	1	
612	7. Sully.	1841	1847	1	»	3	
613	Recherches de Polroy.	»	1859	1	»	1	
Totaux pour le bassin du Creuzot et de Blanzy.			1833	32	228	99	

2. Bassin d'Épinac et d'Aubigny-la-Ronce.*a. Département de Saône-et-Loire.*

614 à 617	1. Épinac.	1805	1856	4	11	1	
-----------	--------------------	------	------	---	----	---	--

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes		OBSERVATIONS
					Tués	Blessés	

b. Département de la Côte-d'Or.

618	1. Aubigny-la-Ronce.	»	1880	1	»	1	
Totaux pour le bassin d'Épinac et d'Aubigny-la-Ronce.			1856	5	11	2	

3. Bassin de Bert.*Département de l'Allier.*

619 et 620	1. Bézenet.	1828	1869	2	»	4	
621 à 623	2. Ferrières.	1842	1854	3	1	4	
Totaux pour le bassin de Bert.			1854	5	1	8	

4. Bassin de Saint-Éloi.*Département de l'Allier.*

1. La Vernade.	1837	1881	1	2	»	
------------------------	------	------	---	---	---	--

V. GROUPE DU TARN ET DE L'AVEYRON. — Bassin de Rodez.*Département de l'Aveyron.*

624 à 629	1. Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	An XIII	1866	8*	8	22	* Dont 1 en 1882 et 1 en 1883.
630 et 631	2. Le Cransac.	1831	1874	2	1	1	
632 à 639	3. Lavernhe.	1831	1866	10*	8	14	* Dont 2 en 1884.
640 à 647	4. Rulhe.	1860	1865	8	2	13	
648	5. Le Broual.	1832	1858	1	4	»	
Totaux pour le bassin de Rodez.			1858	29	23	50	

VI. GROUPE DE L'AUVERGNE. — 1. Bassin de Brassac.*a. Département de la Haute-Loire.*

649 à 654	1. Les Barthes, les Aus et le Feu.	1829	1845	7*	14	11	* Dont 1 en 1883.
655 à 657	2. La Chaldé.	1849	1856	3	1	8	
658	3. La Taupe.	1786	1864	1	»	3	

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes		OBSERVATIONS
					Tués	Blessés	
b. Département du Puy-de-Dôme.							
659 à 662	1. La Combelle	1820	1855	4	4	6	
663	2. La Roche	1837	1880	1	»	1	
664	3. Le Charbonnier	1823	1872	1	1	1	
Totaux pour le bassin de Brassac			1845	17	20	30	
2. Bassin de Champagnac.							
<i>Département du Cantal.</i>							
665	1. Champleix	1842	1877	1	»	3	
	2. Lampret	1836	1881	3*	6	1	* Dont 2 en 1881 et 1 en 1883.
Totaux pour le bassin de Champagnac			1877	4	6	4	
VII. GROUPE DE L'HÉRAULT. — Bassin de Graissessac.							
<i>Département de l'Hérault.</i>							
666 à 683	1. Le Devois-de-Graissessac . . .	An XII	1847	18	68	12	
684 à 687	2. Castenet-le-Haut	1836	1847	5*	3	5	
688 à 690	3. Boussagues	1769	1856	3	9	5	* Dont 1 en 1884.
Totaux pour le bassin de Graissessac			1847	26	80	22	
VIII. GROUPE DE L'OUEST. — 1. Bassin de la Basse-Loire.							
<i>a. Département de Maine-et-Loire.</i>							
691 à 693	1. Désert	1842	1860	3	»	3	
694 à 697	2. Layon-et-Loire	An XII	1824	4	7	9	
698 à 701	3. Saint-Georges-Chatelais . . .	1843	1862	4	5	9	
b. Département de la Loire-Inférieure.							
702 à 711	1. Montrelais	1807	1857	10	6	29	
Totaux pour le bassin de la Basse-Loire			1284	21	18	50	

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes		OBSERVATIONS
					Tués	Blessés	
2. Bassin de Vouvant et Chantonay.							
<i>Département de la Vendée.</i>							
712	1. Faymoreau	1861	1877	2*	»	4	* Dont 1 en 1883.
3. Bassin du Cotentin.							
<i>Département du Calvados.</i>							
713 à 715	1. Litry	1744	1851	3	1	4	
IX. GROUPE DE LA CREUSE ET DE LA CORRÈZE. — Bassin d'Ahun.							
<i>Département de la Creuse.</i>							
716	1. Ahun-Sud	1817	1874	1	»	2	
X. GROUPE DES VOSGES MÉRIDIONALES. — Bassin de Ronchamp.							
<i>Département de la Haute-Saône.</i>							
717 à 724(1)	1. Ronchamp	1763	1857	9	68	13	(1) Deux accidents portent par erreur le même numéro (722) dans la statistique détaillée.
XI. GROUPE DES VOSGES SEPTENTRIONALES. — Bassin de la Moselle.							
<i>Département de la Moselle.</i>							
725 à 732	1. Schoenecken		1858	8	15	21	
733	2. Carling		1866	1	3	»	
734	3. L'Hôpital		1869	1	»	»	
Totaux pour le bassin de la Moselle			1858	10	18	21	
XII. GROUPE DES ALPES OCCIDENTALES — Bassin de Maurienne-Tarentaise et Briançon.							
<i>Département des Hautes-Alpes.</i>							
	1. La Salle	1849	1882	1	1	3	

NUMÉROS d'ordre des accidents	NOMS DES CONCESSIONS	DATE d'institution	ANNÉE de la première explosion	NOMBRE d'explosions	NOMBRE total de victimes	OBSERVATIONS
				Tués	Blessés	
B. — MINES DE LIGNITE.						
I. GROUPE DE PROVENCE. — 1. Bassin de Fuveau.						
<i>Département des Bouches-du-Rhône.</i>						
735	1. Le Pont-du-Jas-de-Bassas. . .	1839	1874	1	»	1
2. Bassin de Manosque.						
<i>Département des Basses-Alpes.</i>						
736	1. Gaude.	1831	1879	1	»	1
II. GROUPE DU HAUT-RHÔNE. — Bassin d'Entrevernes.						
<i>Département de la Haute-Savoie.</i>						
737	1. Entrevernes.	1819	1879	1	»	3
C. — MINES DE SCHISTES BITUMINEUX.						
<i>Département du Var.</i>						
738 à 741	1. Boson.	1859	1876	4	1	2
D. — MINES DE PLOMB ARGENTIFÈRE.						
<i>Département d'Ille-et-Vilaine.</i>						
742 à 744	1. Pont-Péan.	1829	1872	3	»	4
E. — MINES DE FER.						
<i>Département Du Doubs.</i>						
745	1. Exincourt.	1864	1865	1	1	»

NOMS DES GROUPES	ANNÉE de la 1 ^{re} explosion relevée (1)	NOMBRE de concessions exploitées en 1884 (2)	NOMBRE d'accidents de grisou Total	NOMBRE de victimes Tués	NOMBRE de victimes Blessés	PROFONDEUR moyenne des étages (2)	COUCHES exploitées en 1884 (2)	NATURE DES COMBUSTIBLES (2)
			Morts			mètres	Nombre	mètres
1. Nord.	1823	33	46	94	202	212	de 3 à 65	0,80
2. Loire.	1817	56	425	403	751	639	de 1 à 12	2,90
3. Gard.	1814	49	46	134	88	170	de 1 à 21	1,60
4. Bourgogne et Nivernais.	1833	45	20	43	242	109	de 4 à 6; 9	4,10
5. Tarn et Aveyron.	1838	21	43	29	23	50	de 1 à 3; 7	4,60
6. Auvergne.	1845	40	12	9	26	34	de 1 à 7	3,80
7. Hérault.	1847	6	16	26	80	22	2 et 21	2,20
8. Ouest.	1824	14	9	26	19	58	de 1 à 8	1,60
9. Creuse et Corrèze.	1874	7	»	1	»	2	1, 3 et 9	1,00
10. Vosges méridionales.	1857	3	1	9	68	43	1 et 3	1,40
11. Vosges septentrionales.	1858	»	3	40	18	21	»	»
12. Alpes occidentales.	1882	38	1	1	»	3	de 1 à 4	0,98
Lignite } 1. Provence.	1874	22	»	2	»	2	de 1 à 9	1,10
} 2. Haut-Rhône.	1879	6	»	1	»	2	1	1,34
Mines diverses (3).	1865	»	2	8	2	6	»	»
Totaux.	213	415	504	808	1320	1374		

(1) Il existait, dans tous les groupes, des concessions en activité avant l'année 1811, jusqu'à laquelle remonte la présente statistique.

(2) Renseignements empruntés à la *Statistique de l'industrie minière pour 1884*.

(3) Mines de schistes bitumineux, de plomb argentifère et de fer.

N. 2. TABLEAU RÉCAPITULATIF. — 1^{re} colonne : noms des concessions où des accidents de grisou ont été signalés. — 2^e : l'année de la première explosion. — 3^e : le nombre total des concessions exploitées en 1884 inclusivement. — 4^e : le nombre total des victimes (tués ou blessés); — 5^e : le nombre des concessions exploitées (en 1884); — 6^e : la profondeur moyenne des étages d'exploitation (en 1884); — 7^e : le nombre et l'épaisseur moyenne des couches exploitées (en 1884); — 8^e : la nature des combustibles extraits.

DATES des accidents		NUMÉROS d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NUMÉROS des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1828.							
Mai.	9	300	Le Martoret.	Saint-Etienne.	II	1	1
Année 1829.							
Janvier.	2	301	Le Martoret.	Saint-Etienne.	II	28	1
Novembre.	19	288	La Grand'Croix.	id.	—	2	8
Année 1830.							
Mars.	4	289	La Grand'Croix.	Saint-Etienne.	II	1	1
Septembre.	»	223	Méons.	id.	—	»	1
Année 1831.							
Mars.	7	378	Collenon et La Cappe.	Saint-Etienne.	II	1	1
Octobre.	7	184	La Péronnière.	id.	—	»	1
id.	21	80	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	»
Année 1832.							
Juillet.	2	224	Méons.	Saint-Etienne.	II	3	1
Oct.	2	28	Anzin.	Valenciennes.	I	10	5
Novembre.	30	290	La Grand'Croix.	Saint-Etienne.	II	»	2
Année 1833.							
Janvier.	11	261	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	3
Avril.	16	600	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzay.	IV	1	7
Mai.	6	361	Sardou.	Saint-Etienne.	II	»	1
Juillet.	4	432	Côte-Thiollière.	id.	—	»	1
Oct.	20	433	id.	id.	—	»	1
Décembre.	30	601	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzay.	IV	17	17
Année 1834.							
Mai	29	225	Méons.	Saint-Etienne.	II	1	1
Année 1835.							
Avril.	14	434	Côte-Thiollière.	Saint-Etienne.	II	»	4
Oct.	18	435	id.	id.	—	»	2
id.	24	226	Méons.	id.	—	»	2
Septembre.	9	362	Sardou.	id.	—	1	»
id.	13	363	id.	id.	—	1	»
Octobre.	31	227	Méons.	id.	—	5	5
Année 1836.							
Février.	8	291	La Grand'Croix.	Saint-Etienne.	II	1	1
Mars.	1	414	Combes et Egarandes.	id.	—	1	1
Avril.	2	262	Saint-Chamond.	id.	—	1	»
Juillet.	2	81	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	2	»
id.	4	82	id.	id.	—	4	»
id.	11	263	Saint-Chamond.	id.	—	1	2
Oct.	8	436	Côte-Thiollière.	id.	—	»	1

DATES des accidents		NUMÉROS d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NUMÉROS des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1837.							
Février.	11	124	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	13	125	id.	id.	—	»	1
Avril.	21	364	Sardou.	id.	—	1	»
Novembre.	20	83	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	1	»
Décembre.	18	365	Sardou.	id.	—	6	4
Année 1838.							
Mai.	11	366	Sardou.	Saint-Etienne.	II	»	1
Juin.	16	379	Collenon et La Cappe.	id.	—	»	1
id.	22	437	Côte-Thiollière.	id.	—	3	»
Juillet.	3	84	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	1
Septembre.	16	455	La Béraudière.	id.	—	»	1
id.	18	367	Sardou.	id.	—	6	4
Année 1839.							
Février.	4	426	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	4
id.	26	333	Montieux.	id.	—	»	2
Mars.	1	602	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzay.	IV	1	»
Septembre.	9	438	Côte-Thiollière.	Saint-Etienne.	II	21	»
Année 1840.							
Février.	8	380	Collenon et La Cappe.	Saint-Etienne.	II	»	1
Mars.	30	447	Le Reclus.	id.	—	»	1
Mai.	7	459	La Grand'Combe.	Alais.	III	1	2
id.	25	169	Villars.	Saint-Etienne.	II	»	3
Juillet.	6	292	La Grand'Croix.	id.	—	»	1
Octobre.	17	470	Villars.	id.	—	»	1
Novembre.	2	381	Collenon et La Cappe.	id.	—	32	»
Année 1841.							
Juin.	15	460	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	2
Oct.	16	264	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Décembre.	3	439	Côte-Thiollière.	id.	—	»	1
Année 1842.							
Mars.	9	420	Couzon.	Saint-Etienne.	II	»	1
Juillet.	3	171	Villars.	id.	—	4	»
id.	6	293	La Grand'Croix.	id.	—	»	1
Oct.	13	241	Terrenoire.	id.	—	»	2
Septembre.	19	453	Janon.	id.	—	»	1
id.	19	454	id.	id.	—	»	2
Octobre.	7	421	Couzon.	id.	—	»	1
id.	18	85	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	15	»
Novembre.	25	461	La Grand'Combe.	Alais.	III	1	»
Année 1843.							
Janvier.	17	334	Montieux.	Saint-Etienne.	II	»	1
Avril.	8	456	La Béraudière.	id.	—	»	1
id.	27	228	Méons.	id.	—	»	1
Octobre.	12	265	Saint-Chamond.	id.	—	»	1

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1844.							
Mars.	15	422	Couzon.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	16	559	Comberedonde.	Alais.	III	1	1
Octobre.	15	185	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	1	»
Décembre.	24	462	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	8
Année 1845.							
Février.	7	440	Côte-Thiollière.	Saint-Etienne.	II	»	1
Mars.	13	423	Couzon.	id.	—	»	1
Avril.	16	463	La Grand'Combe.	Alais.	III	1	»
id.	3	368	Sardou.	Saint-Etienne.	II	1	»
id.	15	499	Champclauson.	Alais.	III	»	2
Novembre.	7	382	Collenon et La Cappe.	Saint-Etienne.	II	»	1
Décembre.	2	649	Les Barthes, les Aus et le Feu.	Brassac.	VI	4	»
Année 1846.							
Janvier.	9	582	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	2
Avril.	22	560	Comberedonde.	Alais.	III	1	»
id.	4	464	La Grand'Combe.	id.	—	»	6
Octobre.	30	457	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	4
Novembre.	12	505	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	1	1
Décembre.	12	172	Villars.	Saint-Etienne.	II	1	»
Année 1847.							
»	»	684	Castanet-le-Haut.	Graissessac.	VII	»	1
»	»	666	Le Devois de Graissessac.	id.	—	4	»
Février.	19	650	Les Barthes, les Aus et le Feu.	Brassac.	VI	»	5
Mars.	27	29	Anzin.	Valenciennes.	I	»	4
id.	13	583	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	2
id.	26	612	Sully.	id.	—	»	3
id.	27	383	Collenon et La Cappe.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	28	501	La Levade et La Tronche.	Alais.	III	»	3
Octobre.	14	315	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	3	»
id.	23	369	Sardou.	id.	—	»	1
Novembre.	5	465	La Grand'Combe.	Alais.	III	3	»
Année 1848.							
Février.	»	86	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	1
Avril.	3	466	La Grand'Combe.	Alais.	III	5	»
id.	4	584	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	2
Septembre.	20	242	Terrenoire.	Saint-Etienne.	II	1	»
Octobre.	6	441	Côte-Thiollière.	id.	—	1	»
Novembre.	21	467	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	2
Décembre.	13	145	Beaubrun.	Saint-Etienne.	II	»	»
id.	26	243	Terrenoire.	id.	—	»	»
Année 1849.							
Avril.	7	214	Montcel.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	30	500	Champclauson.	Alais.	III	1	1
Septembre.	19	173	Villars.	Saint-Etienne.	II	»	1
Octobre.	26	30	Anzin.	Valenciennes.	I	»	2
Décembre.	2	468	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	3
id.	30	87	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	1	»

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1850.							
Janvier.	3	696	Layon et Loire.	Basse-Loire.	VIII	3	2
id.	30	312	Reveux.	Saint-Etienne.	II	»	1
Juin.	17	370	Sardou.	id.	—	1	2
Juillet.	3	174	Villars.	id.	—	5	»
Septembre.	12	88	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	4
Novembre.	27	561	Comberedonde.	Alais.	III	1	»
Année 1851.							
»	»	713	Litry.	Cotentin.	VIII	1	»
Janvier.	16	266	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Mars.	26	244	Terrenoire.	id.	—	11	4
Avril.	25	585	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	6	»
Mai.	8	316	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	3
id.	9	503	Saint-Jean-de-Valeriscle.	Alais.	III	1	»
Juillet.	25	494	Trescol et Pluzor.	id.	—	3	»
Août.	26	196	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	1	4
Octobre.	10	186	La Péronnière.	id.	—	»	1
id.	12	469	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	2
Novembre.	24	267	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Année 1852.							
Mars.	3	470	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
id.	15	335	Montieux.	Saint-Etienne.	II	»	5
Avril.	26	562	Comberedonde.	Alais.	III	1	1
Décembre.	21	471	La Grand'Combe.	id.	—	1	»
id.	21	504	Saint-Jean-de-Valeriscle.	id.	—	»	1
Année 1853.							
Janvier.	2	215	Montcel.	Saint-Etienne.	II	»	1
Février.	17	472	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
Avril.	2	563	Comberedonde.	id.	—	1	»
id.	13	127	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	1
Mai.	22	473	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	5
Juin.	27	336	Montieux.	Saint-Etienne.	II	1	»
id.	27	525	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	3	337	Montieux.	Saint-Etienne.	II	1	2
id.	22	146	Beaubrun.	id.	—	»	3
Septembre.	9	586	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	9	»
id.	29	587	id.	id.	—	13	»
id.	13	526	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	20	474	La Grand'Combe.	id.	—	»	1
id.	24	475	id.	id.	—	»	1
id.	26	476	id.	id.	—	»	1
id.	30	477	id.	id.	—	4	2
Année 1854.							
Janvier.	8	89	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	1	7
Février.	6	216	Montcel.	id.	—	1	2
id.	6	527	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	2	»
Avril.	17	621	Ferrières.	Bert.	IV	1	1
Juin.	20	63	Azincourt.	Valenciennes.	I	»	7
id.	29	128	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	1

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blesses
Année 1854 (suite).							
Août.	5	129	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	1	»
id.	13	31	Anzin.	Valenciennes.	I	4	2
id.	19	317	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	1
Septembre.	2	478	La Grand'Combe.	Alais.	III	12	3
id.	18	564	Comberedonde.	id.	—	1	»
Octobre.	2	318	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	3
id.	25	66	Azincourt.	Valenciennes.	I	6	6
Novembre.	2	528	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	1	»
Année 1855.							
»	»	639	La Combelle.	Brassac.	VI	1	3
Janvier.	30	90	Roche-la-Moliere et Firminy.	Saint Etienne.	II	2	1
Février.	14	329	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
Mars.	16	415	Combes et Egarandes.	Saint-Etienne.	II	»	2
Avril.	3	479	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
Juin.	17	660	La Combelle.	Brassac.	VI	1	1
Juillet.	13	175	Villars.	Saint-Etienne.	II	»	1
Août.	23	217	Montcel.	id.	—	»	1
id.	29	91	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	4	3
Octobre.	27	425	Saint-Jean-de-Bonnefond.	id.	—	»	2
Novembre.	24	252	Plat-de-Gier.	id.	—	»	2
Décembre.	3	268	Saint-Chamond.	id.	—	»	1
id.	13	480	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
id.	17	506	Robiac et Meyrannes.	id.	—	1	2
id.	22	588	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	29	»
id.	26	245	Terrenoire.	Saint-Etienne.	II	2	1
Année 1856.							
»	»	667	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	4	»
Janvier.	22	661	La Combelle.	Brassac.	VI	»	2
Février.	2	655	La Chalède.	id.	—	1	5
id.	4	426	Saint-Jean-de-Bonnefond.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	28	688	Boussagues.	Graissessac.	VII	4	»
Avril.	2	319	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	10	442	Côte-Thiollière.	id.	—	»	1
id.	24	416	Combes et Egarandes.	id.	—	»	1
id.	1	530	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	2
id.	13	481	La Grand'Combe.	id.	—	2	»
id.	13	481	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	3
id.	17	614	Epinac.	Saint-Etienne.	II	»	3
id.	26	130	La Béraudière.	Epinaç et Aubigny-la-Ronce.	IV	»	1
Août.	2	497	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	26	531	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
Septembre.	5	131	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	1	1
Octobre.	29	532	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	31	321	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	1
Novembre.	3	513	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	1
Décembre.	8	427	Saint-Jean-de-Bonnefond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Année 1857.							
Janvier.	22	198	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	26	163	Le Treuil.	id.	—	1	2

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tuées	blessées
Année 1857 (suite).							
Janvier.	29	717	Ronchamp.	Ronchamp.	X	8	5
Février.	17	92	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	2
Mars.	9	93	id.	id.	—	»	1
id.	14	718	Ronchamp.	Ronchamp.	X	2	1
id.	20	443	Côte-Thiollière.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	24	94	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	1
Avril.	2	533	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	2
id.	4	338	Montieux.	Saint-Etienne.	II	2	2
Jun.	4	58	Douchy.	Valenciennes.	I	3	»
id.	24	371	Sardou.	Saint-Etienne.	II	»	2
Août.	10	322	Unieux et Fraisse.	id.	—	»	1
id.	20	372	Sardou.	id.	—	»	2
Septembre.	7	339	Montieux.	id.	—	»	1
Octobre.	14	218	Montcel.	id.	—	»	1
Novembre.	16	323	Unieux et Fraisse.	id.	—	»	1
Décembre.	17	702	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	2	»
id.	28	324	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	29	132	La Béraudière.	id.	—	»	1
Année 1858.							
Janvier.	20	176	Villars.	Saint-Etienne.	II	1	6
id.	26	294	La Grand-Croix.	id.	—	1	»
Février.	1	507	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	»	1
id.	16	325	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	1	2
Mars.	2	147	Beaubrun.	id.	—	»	1
id.	15	589	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	1	»
id.	17	95	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	1
Avril.	20	607	Montchanin.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	1
Mai.	5	725	Schœnecken.	Moselle.	XI	3	1
id.	11	96	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	29	534	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	2	»
Jun.	1	567	Lalle.	id.	—	»	1
id.	19	326	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	16	482	La Grand-Combe.	Alais.	III	»	1
id.	28	648	Le Broual.	Rodez.	V	4	»
Août.	2	327	Unieux et Fraisse.	Saint Etienne.	II	»	1
id.	9	446	La Calaminière.	id.	—	»	1
id.	10	229	Méons.	id.	—	»	1
id.	17	609	Longpendu.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	2
Septembre.	3	253	Plat-de-Gier.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	25	328	Unieux et Fraisse.	id.	—	»	1
id.	26	417	Combes et Egarandes.	id.	—	»	1
Octobre.	16	590	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	2	»
id.	18	133	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	1	6
Novembre.	7	329	Unieux et Fraisse.	id.	—	»	3
id.	16	340	Montieux.	id.	—	»	3
Décembre.	2	97	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	3
id.	2	615	Epinaç.	Epinaç et Aubigny-la-Ronce.	IV	1	»
Année 1859.							
Janvier.	8	187	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	19	726	Schœnecken.	Moselle.	XI	»	6
id.	23	385	Tartaras.	Saint-Etienne.	II	»	1

DATES des accidents		NUMÉROS d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NUMÉROS des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tués	blessés
Année 1859 (suite).							
Janvier.	29	428	Saint-Jean-de-Bonnefond.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	29	429	id.	id.	—	»	1
Février.	17	386	Tartaras.	id.	—	»	2
Mars.	5	611	Petits-Châteaux.	Le Creuzot et Blanzv.	IV	»	1
Avril.	17	613	Recherches de Polroy.	id.	—	»	1
Mai.	7	188	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	14	603	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzv.	IV	»	1
id.	16	387	Tartaras.	Saint-Etienne.	II	»	1
Juin.	23	388	id.	id.	—	»	1
Juillet.	9	568	Lalle.	Alais.	III	»	2
id.	10	719	Ronchamp.	Ronchamp.	X	29	»
id.	19	269	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Octobre.	3	98	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	3
Novembre.	10	330	Unieux et Fraisse.	id.	—	1	»
id.	28	434	La Béraudière.	id.	—	»	2
id.	30	604	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzv.	IV	»	1
Année 1860.							
»	»	714	Litry.	Cotentin.	VIII	»	3
»	»	56	Raismes.	Valenciennes.	I	1	»
»	»	71	Hardinghen.	Hardinghen.	—	1	»
Février.	17	32	Anzin.	Valenciennes.	—	»	7
Mars.	12	691	Désert.	Basse-Loire.	VIII	»	1
id.	14	334	Unieux et Fraisse.	Saint-Etienne.	II	»	8
id.	16	703	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	»	3
Avril.	6	591	Blanzv.	Le Creuzot et Blanzv.	IV	15	»
id.	13	135	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	4
id.	23	720	Ronchamp.	Ronchamp.	X	»	3
id.	27	99	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	30	444	Côte-Thiollière.	id.	—	1	»
Mai.	12	237	Comberigol.	id.	—	»	2
Juillet.	2	161	Le Treuil.	id.	—	»	1
Septembre.	30	33	Anzin.	Valenciennes.	I	1	»
Octobre.	19	418	Combes et Egarandes.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	30	35	Anzin.	Valenciennes.	I	1	1
Décembre.	8	148	Beaubrun.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	15	34	Anzin.	Valenciennes.	I	1	1
id.	24	199	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	1
Année 1861.							
»	»	48	L'Escarpelle.	Valenciennes.	I	»	2
Janvier.	27	100	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	2	»
Février.	11	419	Combes et Egarandes.	id.	—	4	»
id.	19	535	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	3
id.	21	277	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	»	3
Mai.	10	270	Saint-Chamond.	id.	—	»	4
id.	26	165	Le Treuil.	id.	—	21	2
id.	31	149	Beaubrun.	id.	—	»	1
Juillet.	4	704	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	1	3
id.	9	536	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	1	»
id.	18	136	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	6
id.	22	508	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	3	3

DATES des accidents		NUMÉROS d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NUMÉROS des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tués	blessés
Année 1861 (suite).							
Août.	3	189	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	23	608	Montchanin.	Le Creuzot et Blanzv.	IV	»	2
Septembre.	2	177	Villars.	Saint-Etienne.	II	1	2
Octobre.	10	537	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	17	727	Schœneck.	Moselle.	XI	1	»
id.	21	592	Blanzv.	Le Creuzot et Blanzv.	IV	»	1
id.	23	137	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	2
Année 1862.							
Janvier.	15	538	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
Mars.	12	514	Trélvs et Palmesalade.	id.	—	»	1
id.	24	59	Douchy.	Valenciennes.	I	1	1
Avril.	10	539	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	2	1
Mai.	22	101	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	1	4
Juin.	1	540	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	1	»
id.	15	721	Ronchamp.	Ronchamp.	X	4	»
Août.	23	230	Méons.	Saint-Etienne.	II	3	1
Septembre.	4	698	Saint-Georges-Chatelais.	Basse-Loire.	VIII	»	2
Octobre.	6	541	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	29	271	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Novembre.	10	295	La Grand'Croix.	id.	—	»	1
Décembre.	30	272	Saint-Chamond.	id.	—	»	1
Année 1863.							
»	»	49	L'Escarpelle.	Valenciennes.	I	»	4
Février.	26	389	Tartaras.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	27	150	Beaubrun.	id.	—	»	1
id.	27	219	Montcel.	id.	—	»	1
Mars.	14	67	Azincourt.	Valenciennes.	I	»	2
id.	27	273	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	»	1
Avril.	18	296	La Grand'Croix.	id.	—	24	2
Mai.	22	178	Villars.	id.	—	1	2
Juin.	26	57	Raismes.	Valenciennes.	I	3	»
Août.	24	36	Anzin.	id.	—	5	»
id.	27	200	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	2	4
id.	29	37	Anzin.	Valenciennes.	I	»	5
Octobre.	22	68	Azincourt.	id.	—	»	3
Novembre.	7	220	Montcel.	Saint-Etienne.	II	»	1
Décembre.	26	201	La Chazotte.	id.	—	1	»
id.	28	297	La Grand'Croix.	id.	—	2	1
Année 1864.							
Février.	8	569	Lalle.	Alais.	III	»	1
id.	11	102	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	1	7
id.	17	483	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	2
id.	23	542	Portes et Sénéchas.	id.	—	»	3
Mars.	1	151	Beaubrun.	Saint-Etienne.	II	»	1
Avril.	28	699	Saint-Georges-Chatelais.	Basse-Loire.	VIII	5	5
Mai.	25	278	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	1	1
Juin.	7	298	La Grand'Croix.	id.	—	»	1
Juillet.	19	190	La Péronnière.	id.	—	»	1
Octobre.	6	692	Désert.	Basse-Loire.	VIII	»	1

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1864 (suite).							
Octobre.	7	279	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	1	2
id.	8	152	Beaubrun.	id.	—	—	—
Novembre.	4	166	Le Treuil.	id.	—	—	—
Décembre.	10	448	Le Reclus.	id.	—	—	—
id.	15	565	Comberdondé.	Alais.	III	—	—
id.	22	658	La Taupe.	Brassac.	VI	—	—
Année 1865.							
"	"	745	Litry.	Cotentin.	VIII	—	—
"	"	685	Castanet-le-Haut.	Graissessac.	VII	—	—
"	"	668	Le Devois-de-Graissessac.	id.	—	—	—
Janvier.	30	179	Villars.	Saint-Etienne.	II	—	—
id.	31	640	Rulhe.	Rodez.	V	—	—
Février.	1	103	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	3	3
id.	3	104	id.	id.	—	—	—
id.	9	38	Anzin.	Valenciennes.	I	39	7
id.	15	373	Sardou.	Saint-Etienne.	II	—	—
Mars.	6	180	Villars.	id.	—	—	—
id.	7	745	Exincourt.	(E)	—	—	—
Avril.	19	705	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	—	—
Jun.	3	313	La Faverge.	Saint-Etienne.	II	—	—
id.	16	484	La Grand'Combe	Alais.	III	—	—
id.	22	341	Montieux.	Saint-Etienne.	II	—	—
Juillet.	17	221	Montcel.	id.	—	—	—
Septembre.	7	515	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	—	—
id.	25	543	Portes et Sénéchas.	id.	—	—	—
Novembre.	9	706	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	—	—
id.	29	202	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	—	—
Décembre.	5	342	Montieux.	id.	—	—	—
id.	27	445	Côte-Thiollière.	id.	—	—	—
Année 1866.							
"	"	669	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	—	—
Janvier.	1	191	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	—	—
id.	6	544	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	—	—
id.	8	593	Blanz.	Le Creuzot et Blanz.	IV	—	—
id.	10	545	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	—	—
id.	26	632	Lavernhe.	Rodez.	V	—	—
Mars.	21	307	La Porchère.	Saint-Etienne.	II	—	—
id.	30	181	Villars.	id.	—	—	—
Avril.	9	246	Terrenoire.	id.	—	—	—
id.	16	60	Douchy.	Valenciennes.	I	—	—
Mai.	7	594	Blanz.	Le Creuzot et Blanz.	IV	—	—
Jun.	15	733	Carling.	Moselle.	XI	3	3
id.	27	203	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	—	—
Juillet.	1	61	Douchy.	Valenciennes.	I	—	—
id.	8	728	Schœneck.	Moselle.	XI	3	3
id.	24	105	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	—	—
id.	26	700	Saint-Georges-Chatelais.	Basse-Loire.	VIII	—	—
id.	27	624	Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	Rodez.	V	—	—
id.	27	641	Rulhe.	id.	—	—	—
id.	29	729	Schœneck.	Moselle.	XI	—	—
Septembre.	10	616	Epinac.	Epinac et Aubigny-la-Ronce.	IV	—	—
Octobre.	13	106	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	—	—

DATES des accidents		NUMÉROS d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NUMÉROS des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1866 (suite).							
Octobre.	14	374	Sardou.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	20	642	Rulhe.	Rodez.	V	»	1
id.	24	204	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	1
Novembre.	3	205	id.	id.	—	»	1
id.	5	546	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	21	547	id.	id.	—	»	1
id.	24	182	Villars.	Saint-Etienne.	II	»	1
Année 1867.							
Janvier.	12	485	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
id.	12	493	Trescol et Pluzor.	id.	—	»	2
id.	19	693	Désert.	Basse-Loire.	VIII	»	1
Février.	13	308	La Porchère.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	24	375	Sardou.	id.	—	»	1
Mars.	10	625	Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	Rodez.	V	»	1
id.	13	206	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	2
Mai.	2	595	Blanz.	Le Creuzot et Blanz.	IV	»	2
id.	3	486	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	2
id.	3	496	Trescol et Pluzor.	id.	—	»	2
id.	22	274	Saint-Chamond.	Saint-Etienne.	II	2	1
Septembre.	17	643	Rulhe.	Rodez.	V	»	1
Octobre.	11	183	Villars.	Saint-Etienne.	II	39	»
Décembre.	12	596	Blanz.	Le Creuzot et Blanz.	IV	89	47
id.	20	701	Saint-Georges-Chatelais.	Basse-Loire.	VIII	»	1
Année 1868.							
Janvier.	3	69	Azincourt.	Valenciennes.	I	1	2
id.	5	730	Schœneck.	Moselle.	XI	3	»
id.	20	107	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	1
Février.	6	22	Ostricourt.	Valenciennes.	I	4	1
id.	29	707	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	1	5
Mars.	20	644	Rulhe.	Rodez.	V	»	2
id.	24	670	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	5	1
id.	29	280	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	»	1
Avril.	7	671	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	»	2
id.	21	548	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
Mai.	19	222	Montcel.	Saint-Etienne.	II	3	1
id.	19	430	Saint-Jean-de-Bonnefond.	id.	—	2	2
id.	22	154	Montrambert.	id.	—	»	3
Jun.	15	138	La Béraudière.	id.	—	»	2
id.	22	154	Saint-Chamond.	id.	—	»	2
id.	18	302	Le Martoret.	id.	—	14	5
id.	23	108	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	5	»
Septembre.	10	689	Boussagues.	Graissessac.	VII	»	1
id.	18	167	Le Treuil.	Saint-Etienne.	II	»	4
Octobre.	3	139	La Béraudière.	id.	—	»	5
id.	29	509	Robiac et Meyranes.	Alais.	III	»	3
Novembre.	7	487	La Grand'Combe.	id.	—	»	1
id.	24	731	Schœneck.	Moselle.	XI	»	5
id.	25	10	Liévin.	Valenciennes.	I	2	7
Décembre.	8	656	La Chalède.	Brassac.	VI	»	1
id.	11	231	Méons.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	17	549	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	23	11	Liévin.	Valenciennes.	I	»	»

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1869.							
Janvier.	23	722	Ronchamp.	Ronchamp.	X	7	»
Février.	6	734	L'Hôpital.	Moselle.	XI	»	»
Mars.	8	309	La Porchère.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	16	510	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	»	1
id.	19	39	Anzin.	Valenciennes.	I	5	16
Avril.	23	708	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	1	6
Mai.	3	709	id.	id.	—	1	2
id.	13	672	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	»	2
id.	21	109	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	15	»
id.	19	619	Comberigol.	id.	—	»	1
id.	19	619	Bézenet.	Bert.	IV	»	3
id.	9	657	La Chalède.	Brassac.	VI	»	2
id.	12	232	Méons.	Saint-Etienne.	II	2	»
id.	24	110	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	19	3
Septembre.	23	673	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	2	»
id.	23	674	id.	id.	—	1	»
id.	9	50	L'Escarpelle.	Valenciennes.	I	»	1
id.	27	651	Les Barthes, les Aus et le Feu.	Brassac.	VI	1	»
Novembre.	2	626	Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	Rodez.	V	»	2
id.	4	303	Le Martoret.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	4	376	Sardou.	id.	—	»	1
id.	22	111	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	3	2
Décembre.	23	710	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	»	1
id.	28	140	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	2
Année 1870.							
»	»	697	Layon et Loire.	Basse-Loire.	VIII	»	»
Janvier.	15	343	Montieux.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	15	652	Les Barthes, les Aus et le Feu.	Brassac.	VI	7	4
id.	16	675	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	»	»
id.	20	153	Montrambert.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	21	112	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	2
id.	22	156	Montrambert.	id.	—	»	1
Février.	2	645	Rulhe.	Rodez.	V	»	3
id.	6	40	Anzin.	Valenciennes.	I	»	3
id.	17	207	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	23	51	L'Escarpelle.	Valenciennes.	I	»	1
Mars.	23	51	La Chazotte.	Saint-Etienne.	I	1	1
Mai.	14	208	Schœnecken.	Moselle.	XI	4	5
id.	2	732	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzay.	IV	1	»
id.	9	605	La Porchère.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	19	310	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	1
id.	27	113	La Béraudière.	id.	—	3	»
id.	13	4	Bully-Grenay.	Valenciennes.	I	»	4
id.	14	209	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	3	»
id.	17	281	Villeboeuf.	id.	—	9	3
id.	24	722	Ronchamp.	Ronchamp.	X	2	»
id.	15	627	Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	Rodez.	V	3	8
Septembre.	19	168	Le Treuil.	Saint-Etienne.	II	2	1
id.	20	492	La Péronnière.	id.	—	»	1
id.	27	114	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	2
id.	21	488	La Grand'Combe.	Alais.	III	2	»
id.	28	646	Rulhe.	Rodez.	V	1	1
id.	28	210	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	2
Décembre.	8	344	Montieux.	id.	—	»	2

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1871.							
»	»	653	Les Barthes, les Aus et le Feu.	Brassac.	VI	»	»
Février.	7	597	Blanzay.	Le Creuzot et Blanzay.	IV	1	1
id.	21	516	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	1	»
id.	27	489	La Grand'Combe.	id.	—	»	1
Mars.	25	424	Couzon.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	5	517	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	1
Avril.	17	617	Epinaç.	Epinaç et Aubigny-la-Ronce.	IV	10	»
id.	21	550	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	1	»
id.	12	42	Liévin.	Valenciennes.	I	»	7
id.	13	548	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	2
id.	19	247	Terrenoire.	Saint-Etienne.	II	3	»
id.	3	13	Liévin.	Valenciennes.	I	2	3
Septembre.	14	157	Montrambert.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	8	248	Terrenoire.	id.	—	70	»
id.	21	574	Cessous et Trébiau.	Alais.	III	»	1
Décembre.	12	14	Liévin.	Valenciennes.	I	»	3
Année 1872.							
Janvier.	19	115	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	1
Février.	5	332	Unieux et Fraisse.	id.	—	3	1
id.	29	686	Castanet-le-Haut.	Graissessac.	VII	2	1
Mars.	5	742	Pont-Péan.	»	(D)	»	1
id.	9	345	Montieux.	Saint-Etienne.	II	1	1
id.	11	158	Montrambert.	id.	—	»	1
id.	19	551	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	22	26	Cauchy-à-la-Tour.	Valenciennes.	I	1	»
id.	8	193	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	22	5	Bully-Grenay.	Valenciennes.	I	»	1
id.	21	664	Le Charbonnier.	Brassac.	VI	1	1
id.	18	711	Montrelais.	Basse-Loire.	VIII	»	3
Septembre.	10	676	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	1	1
id.	21	233	Méons.	Saint-Etienne.	II	»	3
id.	26	633	Lavernhe.	Rodez.	V	1	2
id.	4	346	Montieux.	Saint-Etienne.	II	1	1
id.	5	677	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	»	1
id.	8	598	Blanzay.	Le Creuzot et Blanzay.	IV	41	2
Décembre.	16	634	Lavernhe.	Rodez.	V	1	1
Année 1873.							
Janvier.	5	52	L'Escarpelle.	Valenciennes	I	»	1
id.	17	690	Boussagues.	Graissessac.	VII	5	4
Février.	2	304	Le Martoret.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	7	723	Ronchamp.	Ronchamp.	X	»	4
id.	12	511	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	»	1
id.	21	41	Anzin.	Valenciennes.	I	1	»
id.	23	211	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	1	»
Mars.	4	15	Liévin.	Valenciennes.	I	»	1
id.	24	9	Bruiy.	id.	—	»	1
id.	2	519	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	1
id.	29	239	Comberigol.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	30	159	Montrambert.	id.	—	1	»
id.	8	234	Méons.	id.	—	»	1
id.	15	160	Montrambert.	id.	—	2	3
id.	16	347	Montieux.	id.	—	»	1
id.	17	348	id.	id.	—	»	1

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1873 (suite).							
Mai.	23	341	La Porchère.	Saint-Etienne.	II	4	5
id.	23	16	Liévin.	Valenciennes.	I	»	5
Juin.	2	678	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	»	2
id.	7	23	Auchy-au-Bois.	Valenciennes.	I	7	»
id.	14	254	Plat-de-Gier.	Saint-Etienne.	II	1	»
Juillet.	31	305	Le Martoret.	id.	—	5	»
id.	1	635	Lavernhe.	Rodez.	V	»	4
Novembre.	17	1	Lens.	Valenciennes.	I	1	1
Décembre.	10	687	Castanet-le-Haut.	Graissessac.	VII	1	1
id.	12	153	Beaubrun.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	30	570	Lalle.	Alais.	III	2	»
Année 1874.							
Janvier.	10	575	Cessous et Trébiau.	Alais.	III	»	2
id.	12	746	Ahun-Sud.	Ahun.	IX	»	2
id.	20	520	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	1
id.	26	571	Lalle.	id.	—	2	»
id.	28	20	Fléchinelle.	Valenciennes.	I	»	4
id.	30	497	Trescol et Pluzor.	Alais.	III	1	»
Mars.	3	576	Cessous et Trébiau.	id.	—	»	2
id.	23	498	Trescol et Pluzor.	id.	—	»	1
id.	25	6	Bully-Grenay.	Valenciennes.	I	5	1
id.	27	42	Anzin.	id.	—	»	2
id.	28	630	Le Cransac.	Rodez.	V	»	1
id.	21	314	La Faverge.	Saint-Etienne.	II	»	1
Mai.	2	578	Pinèdes.	Alais.	III	»	2
id.	19	599	Blanzy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	1
Juin.	11	636	Lavernhe.	Rodez.	V	1	1
Juillet.	4	235	Méons.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	4	349	Montieux.	id.	—	1	»
id.	23	43	Anzin.	Valenciennes.	I	2	4
id.	28	116	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	31	7	Nœux.	Valenciennes.	I	2	»
id.	31	628	Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	Rodez.	V	»	2
id.	31	606	Le Creuzot.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	1	»
Septembre.	25	654	Les Barthes, les Aus et le Feu.	Brassac.	VI	1	»
Octobre.	4	431	Saint-Jean-de-Bonnefond.	Saint-Etienne.	II	1	»
Novembre.	2	637	Lavernhe.	Rodez.	V	3	»
id.	7	572	Lalle.	Alais.	III	1	»
Décembre.	2	735	Pont-du-Jas-de-Bassas.	Fuveau.	I (B)	»	1
id.	12	142	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	12	44	Anzin.	Valenciennes.	I	3	1
Année 1875.							
Janvier.	3	117	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	1	»
id.	12	610	Grand-Moloy.	Le Creuzot et Blanzy.	IV	»	1
id.	15	321	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	1	2
Février.	12	679	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	1	»
id.	1	53	L'Escarpelle.	Valenciennes.	I	»	2
id.	5	118	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	7	3
Mai.	9	24	Auchy-au-Bois.	Valenciennes.	I	2	3
id.	22	536	Salles-de-Gagnières.	Alais.	III	»	1
Juin.	26	629	Lacaze, La Salle, Sérons et Palayret.	Rodez.	V	»	2
Juillet.	1	532	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	28	25	Auchy-au-Bois.	Valenciennes.	I	3	5

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1875 (suite).							
Août.	18	45	Anzin.	Valenciennes.	I	»	2
Octobre.	3	249	Terrenoire.	Saint-Etienne.	II	»	»
id.	13	490	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
id.	22	212	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	4	1
Novembre.	22	638	Lavernhe.	Rodez.	V	»	2
Décembre.	8	622	Ferrières.	Bert.	IV	»	2
id.	24	2	Lens.	Valenciennes.	I	»	2
Année 1876.							
Février.	4	250	Terrenoire.	Saint-Etienne.	II	186	12
id.	14	623	Ferrières.	Bert.	IV	»	1
Mars.	23	8	Nœux.	Valenciennes.	I	»	1
Mai.	13	213	La Chazotte.	Saint-Etienne.	II	»	1
Juillet.	28	419	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	»	1
Novembre.	13	680	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	2	»
id.	15	681	id.	id.	—	1	1
Décembre.	1	143	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	1	639	Lavernhe.	Rodez.	V	1	»
id.	24	120	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	3	»
id.	24	738	Boson.	»	(C)	»	»
Année 1877.							
Janvier.	11	251	Terrenoire.	Saint-Etienne.	II	»	1
Février.	14	682	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	45	»
id.	15	739	Boson.	»	(C)	»	»
id.	19	577	Cessous et Trébiau.	Alais.	III	1	2
id.	19	662	La Combelle.	Brassac.	VI	2	»
id.	22	17	Liévin.	Valenciennes.	I	3	10
Mars.	»	522	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	»
id.	8	537	Salles de Gagnières.	id.	—	»	2
id.	28	665	Champleix.	Champagnac.	VI	»	3
id.	19	240	Comberigol.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	24	743	Pont-Péan.	»	(D)	»	1
Mai.	15	740	Boson.	»	(C)	1	»
id.	16	741	id.	»	—	»	2
Juin.	4	712	Faymoreau.	Vouvant et Chantonmay.	VIII	»	2
id.	4	744	Pont-Péan.	»	(D)	»	2
id.	9	3	Lens.	Valenciennes.	I	1	1
Juillet.	12	121	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	2
Août.	6	255	Plat-de-Gier.	id.	—	»	1
id.	6	553	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	17	282	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	»	2
Septembre.	4	647	Rulhe.	Rodez.	V	1	1
Décembre.	26	46	Anzin.	Valenciennes.	I	»	2
Année 1878.							
Janvier.	25	491	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
Février.	4	631	Le Cransac.	Rodez.	V	1	»
Mars.	23	47	Anzin.	Valenciennes.	I	»	1
Mai.	10	566	Comberedonde.	Alais.	III	»	2
Juin.	29	558	Salles de Gagnières.	id.	—	»	1
Juillet.	28	283	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	2	»
Août.	22	276	Saint-Chamond.	id.	—	»	5
Octobre.	14	306	Le Martoret.	id.	—	11	3

DATES des accidents		NOMBRES d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NOMBRES des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1878 (suite).							
Novembre.	7	523	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	1	2
id.	26	390	Tartaras.	Saint-Etienne.	II	»	2
Décembre.	17	512	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	»	1
Année 1879.							
Janvier.	14	18	Ferfay.	Valenciennes.	I	»	1
Février.	3	391	Tartaras.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	14	161	Montrambert.	id.	—	»	1
id.	20	620	Bézenet.	Bert.	IV	»	1
Avril.	18	54	L'Escarpelle.	Valenciennes.	IV	»	2
Juin.	3	737	Entrevernes.	Entrevernes.	II (B)	»	3
Juillet.	2	162	Montrambert.	Saint-Etienne.	II	»	1
Août.	18	581	Sallefermouze et Pigère.	Alais.	III	»	1
Septembre.	1	724	Ronchamp.	Ronchamp.	X	16	»
id.	4	62	Douchy.	Valenciennes.	I	»	4
Octobre.	15	55	L'Escarpelle.	id.	—	»	2
Décembre.	3	194	La Péronnière.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	16	736	Gaude.	Manosque.	I (B)	»	1
Année 1880.							
Janvier.	16	122	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	3
Février.	4	554	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	1
id.	7	19	Ferfay.	Valenciennes.	I	1	1
id.	10	123	Roche-la-Molière et Firminy.	Saint-Etienne.	II	»	3
Mars.	2	580	Recherches de Collobrières.	Alais.	III	»	1
id.	16	573	Lalle.	id.	—	1	1
Avril.	3	63	Fresnes.	Valenciennes.	I	1	1
id.	5	524	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	4	1
id.	29	64	Denain.	Valenciennes.	I	2	1
Juin.	16	683	Le Devois-de-Graissessac.	Graissessac.	VII	1	1
Juillet.	20	21	Fléchinelle.	Valenciennes.	I	1	»
Août.	4	579	Pinèdes.	Alais.	III	»	1
Septembre.	6	663	La Roche.	Brassac.	VI	»	1
id.	7	555	Portes et Sénéchas.	Alais.	III	»	5
id.	14	236	Méons.	Saint-Etienne.	II	»	1
Décembre.	15	70	Vicoigne.	Valenciennes.	I	»	1
id.	17	618	Aubigny-la-Ronce.	Epinae et Aubigny-la-Ronce.	IV	»	1
id.	29	144	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	1
Année 1881.							
Mars.	15	10	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	1
Avril.	16	13	Portes et Sénéchas.	id.	—	»	1
id.	16	14	La Vernade.	Saint-Eloi.	IV	»	2
id.	25	11	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	1
Mai.	9	7	La Béraudière.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	17	5	Roche-la-Molière et Firminy.	id.	—	8	3
id.	25	15	Lampret.	Champagnac.	VI	1	»
id.	28	16	id.	id.	—	5	»
id.	31	9	Plat-de-Gier.	Saint-Etienne.	II	»	4
Juin.	3	12	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	»	2
Juillet.	29	1	Douchy.	Valenciennes.	I	4	5
Août.	7	6	Le Cros.	Saint-Etienne.	II	»	1
Octobre.	18	4	Hardinghen.	Hardinghen.	I	»	2
id.	22	3	L'Escarpelle.	Valenciennes.	—	1	4

DATES des accidents		NUMÉROS d'ordre des accidents	CONCESSIONS	BASSINS	NUMÉROS des groupes	NOMBRE de victimes	
Mois	Jour					tues	blessés
Année 1881 (suite).							
Octobre.	29	2	Anzin.	Valenciennes.	I	»	7
Décembre.	8	8	Le Quartier-Gaillard.	Saint-Etienne.	II	1	»
Année 1882.							
Janvier.	28	15	Quartier-Gaillard.	Saint-Etienne.	II	1	1
Février.	5	22	La Grand'Combe.	Alais.	III	»	1
Mars.	1	16	Beaubrun.	Saint-Etienne.	II	»	1
id.	6	23	Robiac et Meyrannes.	Alais.	III	»	2
Avril.	13	9	Liévin.	Valenciennes.	I	8	1
id.	27	27	Lacaze.	Decazeville.	V	1	1
Mai.	15	17	Montrambert.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	26	19	Plat-de-Gier.	id.	—	»	1
Juillet.	12	24	Tréllys et Palmesalade.	Alais.	III	1	»
id.	16	18	Montrambert.	Saint-Etienne.	II	»	2
id.	23	1	Anzin.	Valenciennes.	I	»	3
id.	26	4	Douchy.	id.	—	»	1
id.	31	7	L'Escarpelle.	id.	—	»	2
Novembre.	27	32	La Salle.	Maurienne, Tarentaise et Briançon.	XII	1	3
Décembre.	30	12	Ferfay.	Valenciennes.	I	»	1
Année 1883.							
Janvier.	24	14	Courcelles-les-Lens.	Valenciennes.	I	1	3
Février.	2	29	Les Barthes.	Brassac.	VI	4	2
id.	12	10	Liévin.	Valenciennes.	I	2	3
id.	21	2	Anzin.	id.	—	8	2
id.	26	5	Douchy.	id.	—	»	1
Avril.	9	20	Villars.	Saint-Etienne.	II	1	2
id.	13	6	Douchy.	Valenciennes.	I	4	3
id.	16	11	Liévin.	id.	—	7	3
id.	24	25	Lalle.	Alais.	III	9	3
id.	24	31	Faymoreau.	Vouvant et Chantonnay.	VIII	»	2
Juillet.	9	13	Ferfay.	Valenciennes.	I	»	2
id.	19	28	Lacaze.	Decazeville.	V	4	5
id.	19	21	L'Escarpelle.	Valenciennes.	I	»	1
id.	19	21	Villeboeuf.	Saint-Etienne.	II	»	2
Septembre.	26	3	Anzin.	Valenciennes.	I	»	1
id.	27	30	Lampret.	Champagnac.	VI	»	1
Octobre.	4	26	Salles-de-Gagnières.	Alais.	III	1	1
Année 1884.							
»	»	1	Bully-Grenay.	Valenciennes.	I	»	3
»	»	2	id.	id.	—	1	»
»	»	3	Lens.	id.	—	»	1
»	»	4	Ferfay.	id.	—	17	6
»	»	5	Vieux-Condé.	id.	—	»	1
»	»	6	Montrambert.	Saint-Etienne.	II	1	2
»	»	7	Le Cros.	id.	—	»	3
»	»	8	La Péronnière.	id.	—	»	2
»	»	9	Combes et Egarandes.	id.	—	»	1
»	»	10	Villars.	id.	—	2	1
»	»	11	Robiac et Meyrannes.	Alais	III	»	1
»	»	12	Lavernhe.	Rodez.	V	1	»
»	»	13	id.	id.	—	»	1
»	»	14	Castanet-le-Haut.	Graissessac.	VII	»	1

N° 4. — TABLEAU CHRONOLOGIQUE DONNANT POUR CHAQUE ANNÉE :

1° Le nombre de mines de houille exploitées, leur production totale, le nombre des ouvriers employés au fond et à la surface; — 2° le nombre des accidents de toute nature survenus dans ces mines, le nombre des tués et des blessés; — 3° le nombre des mines où des explosions de grisou ont eu lieu, le nombre de ces accidents et le nombre des victimes (tués ou blessés).

Nombre annuel des mines de houille exploitées.
Production. — Personnel. — Accidents. — Victimes.

ANNÉES	MINES DE HOUILLE exploitées				ACCIDENTS de toute nature				ACCIDENTS DE GRISOU							
	Nombre	Production en millions de tonnes	Ouvriers			Nombre	Victimes			Nombre de mines intéressées	Nombre d'accidents			Victimes		
			au fond	au jour	Total		Tués	Blessés	Total		Mortels	Non mortels	Total	Tués	Blessés	Total
1814	»	0,8	»	»	»	»	»	»	1	1	»	1	1	1	1	2
1815	»	0,9	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1816	»	0,9	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
1817	»	1,0	»	»	»	»	»	»	4	2	2	4	2	14	16	22
1818	»	0,9	»	»	»	»	»	»	4	3	6	9	3	19	22	33
1819	»	1,0	»	»	»	»	»	»	2	»	2	2	»	8	8	8
1814 à 1819	»	5,5	»	»	»	»	»	»	7	6	10	16	6	42	48	48
1820	»	1,1	»	»	»	»	»	»	4	2	8	10	4	18	22	22
1821	»	1,1	»	»	»	»	»	»	4	1	5	6	4	6	10	14
1822	»	1,2	»	»	»	»	»	»	4	3	6	9	4	12	16	22
1823	»	1,2	»	»	»	»	»	»	4	3	2	5	34	9	43	43
1824	»	1,3	»	»	»	»	»	»	4	3	4	7	4	10	14	14
1825	»	1,5	»	»	»	»	»	»	2	»	3	3	»	4	4	4
1826	»	1,5	»	»	»	»	»	»	8	4	4	8	15	15	30	30
1827	»	1,7	»	»	»	»	»	»	1	»	1	1	»	1	1	1
1828	»	1,8	»	»	»	»	»	»	1	2	»	1	1	1	1	1
1829	»	1,7	»	»	»	»	»	»	2	»	»	2	30	8	38	38
1820 à 1829	»	14,1	»	»	»	»	»	»	14	18	34	52	95	84	179	179
1830	»	1,9	»	»	»	»	»	»	2	1	1	2	1	1	1	2
1831	»	1,8	»	»	»	»	»	»	3	1	2	3	1	1	1	2
1832	»	2,0	»	15	»	»	»	»	3	2	1	3	13	7	20	20
1833	»	2,0	»	»	»	»	»	»	4	2	4	6	18	30	48	48
1834	»	2,5	14	4	18	»	»	»	1	1	»	1	1	1	1	2
1835	157	2,5	14	5	19	»	»	»	3	3	3	6	7	13	20	20
1836	189	2,8	16	6	22	»	»	»	5	5	2	7	9	14	23	23
1837	150	3,0	17	6	23	»	»	»	3	3	2	5	8	7	15	15
1838	160	3,1	20	6	26	»	»	»	5	2	4	6	9	8	17	17
1839	171	3,0	20	7	27	»	»	»	4	2	2	4	22	6	28	28
1830 à 1839	»	24,6	»	»	»	»	»	»	13	22	21	43	89	78	167	167
1840	247	3,0	21	7	28	»	»	»	5	2	5	7	33	9	42	42
1841	256	3,4	22	7	29	»	»	»	3	»	3	3	»	4	7	7
1842	258	3,6	22	7	29	»	»	»	7	3	6	9	20	8	28	28
1843	261	3,7	22	7	29	»	»	»	4	»	4	4	»	2	6	6
1844	252	3,8	22	7	29	»	»	»	4	2	2	4	»	10	14	14
1845	275	4,2	24	7	31	»	»	»	7	3	4	7	6	13	20	20
1846	268	4,5	25	7	32	»	»	»	6	3	3	6	3	13	20	20
1847	258	5,1	27	8	35	»	»	»	11	3	8	11	10	20	30	30
1848	256	4,0	25	7	32	»	»	»	6	3	5	8	7	18	25	25
1849	270	4,0	25	7	32	»	»	»	6	2	4	6	2	8	10	10
1840 à 1849	»	39,3	235	71	306	»	»	»	29	21	44	65	83	102	185	185

ANNÉES	MINES DE HOUILLE exploitées					ACCIDENTS de toute nature				ACCIDENTS DE GRISOU							
	Nombre	Production en millions de tonnes	Ouvriers			Nombre	Victimes			Nombre de mines intéressées	Nombre d'accidents			Victimes			
			au fond	au jour	Total		Tués	Blessés	Total		Mortels	Non mortels	Total	Tués	Blessés	Total	
			mille ouvriers														
1850	273	4,4	25	8	33	534	122	476	598	6	4	2	6	10	9	19	
1851	270	4,5	26	8	34	»	»	»	»	10	6	5	11	23	16	39	
1852	286	4,9	27	10	37	»	»	»	»	4	2	3	5	2	7	9	
1853	277	5,9	31	10	41	903	159	838	997	9	6	10	16	29	20	49	
1854	281	6,8	35	12	47	»	»	»	»	10	10	4	14	30	33	63	
1855	290	7,4	39	15	54	»	»	»	»	13	7	9	16	40	23	63	
1856	303	7,9	41	18	59	»	»	»	»	14	5	15	20	12	25	37	
1857	306	7,9	42	18	60	1.089	181	992	1.173	13	6	14	20	18	30	48	
1858	292	7,3	40	16	56	»	»	»	»	21	10	18	28	17	41	58	
1859	?	7,5	»	»	»	»	»	»	»	13	3	16	19	31	28	59	
1860 à 1859	64,5	306	113	419	»	»	»	»	»	51	59	96	155	212	232	444	
1860	319	8,3	43	18	61	1.071	166	1.000	1.166	17	7	13	20	21	39	60	
1861	325	9,4	47	19	66	1.143	284	1.082	1.366	17	8	11	19	34	36	70	
1862	?	10,3	49	20	69	1.039	157	1.015	1.172	9	6	7	13	12	15	27	
1863	322	10,7	53	21	74	1.168	196	1.087	1.283	11	7	9	16	38	28	66	
1864	327	11,2	54	23	77	1.178	186	1.072	1.238	14	3	13	16	7	35	42	
1865	329	11,6	57	22	79	1.165	252	1.039	1.291	18	6	16	22	45	37	82	
1866	324	12,3	58	24	82	1.218	214	1.096	1.310	18	5	24	29	13	47	60	
1867	328	12,7	60	25	85	1.171	306	1.077	1.383	12	3	12	15	130	65	195	
1868	324	13,2	61	25	86	1.259	221	1.123	1.344	22	10	18	28	40	60	100	
1869	323	13,5	62	24	86	1.324	280	1.168	1.448	18	10	14	24	57	45	102	
1860 à 1869	113,2	544	221	765	11.756	2.262	10.739	13.021	63	65	137	202	397	407	804		
1870	315	13,3	60	23	83	1.387	239	1.239	1.478	21	12	17	29	38	53	91	
1871	307	13,3	60	25	85	1.284	260	1.146	1.406	11	7	9	16	88	20	108	
1872	310	15,8	67	26	93	1.652	216	1.537	1.773	16	10	9	19	53	24	77	
1873	327	17,5	77	30	107	1.801	238	1.691	1.929	23	12	15	27	31	40	71	
1874	321	16,9	76	31	107	2.041	218	1.911	2.129	23	12	17	29	24	32	56	
1875	333	17,0	78	31	109	2.108	224	1.931	2.155	16	7	11	18	19	29	48	
1876	349	17,1	79	32	111	1.278	405	1.127	1.532	9	5	6	11	193	19	212	
1877	358	16,8	78	31	109	1.215	235	1.095	1.330	19	7	15	22	53	31	84	
1878	357	17,0	75	31	106	1.159	153	1.060	1.213	11	4	7	11	15	19	34	
1879	342	17,1	72	30	102	1.073	164	1.009	1.173	11	1	12	13	16	15	31	
1870 à 1879	161,8	722	290	1.012	14.998	2.352	13.766	16.118	72	77	118	195	530	282	812		
1880	336	18,8	76	31	107	1.158	188	1.066	1.254	16	7	11	18	11	25	36	
1881	321	19,8	76	30	106	1.339	175	1.245	1.420	13	6	10	16	20	35	56	
1882	308	20,0	78	30	108	1.445	154	1.336	1.490	14	5	10	15	11	19	30	
1883	315	20,8	81	32	113	1.010	172	935	1.107	14	9	8	17	38	37	75	
1884	307	19,5	78	31	109	999	171	895	1.066	12	5	9	14	22	23	45	
1880 à 1884	98,9	389	154	543	5.951	860	5.477	6.337	45	32	48	80	102	139	241		

OBSERVATIONS

Pour la période antérieure à 1876, on a fait figurer tous les accidents ayant occasionné aux ouvriers une incapacité de travail de plus de huit jours. Depuis 1876, on n'a plus compté que les accidents ayant déterminé un chômage de plus de vingt jours. De là une diminution apparente dans le nombre des accidents et dans celui des victimes.

N° 5. — TABLEAU RÉCAPITULATIF DONNANT POUR CHAQUE GROUPE DE BASSINS,
ET PAR PÉRIODE (Moyennes annuelles) :

1° La production; le nombre d'ouvriers occupés à l'intérieur, et le rendement par ouvrier; — 2° Le nombre des accidents de grisou et celui des victimes (tués et blessés); — 3° Les nombres proportionnels d'accidents et de victimes du grisou : a) pour 1 million de tonnes extraites, b) pour 10.000 ouvriers occupés à l'intérieur de la mine.

PÉRIODES	PRODUCTIONS annuelle moyenne (milliers de tonnes)	NOMBRE moyen des ouvriers occupés annuelle- ment au fond (mille ouvriers)	RENDE- MENT moyen par ouvrier (tonnes)	NOMBRE MOYEN d'accidents de grisou			NOMBRE MOYEN des victimes par année			NOMBRE MOYEN D'OUVRIERS			
				par année	pour 1 million de tonnes	pour 10.000 ouvriers occupés à l'in- térieur	Tuées	Blessées	Total	Tués	Tués ou blessés.	Tués	Tués ou blessés.
										pour 1 million de tonnes	pour 10.000 ouvriers	pour 1 million de tonnes	pour 10.000 ouvriers
I. — Groupe du Nord.													
1820 à 1829 inclus.	"	2,6	"	0,1	"	0,4	2,2	0,5	2,7	"	8	"	10
1830 à 1839 —	560	4,0	140	0,1	0,2	0,25	1,0	0,5	1,5	1,8	2,5	2,7	4
1840 à 1849 —	860	7,0	123	0,2	0,2	0,3	0,0	0,7	0,7	0,0	0	0,8	1
1850 à 1859 —	1.480	12,0	123	0,4	0,3	0,3	1,3	1,5	2,8	0,9	1	1,9	2
1860 à 1869 —	3.360	20,0	168	2,3	0,7	1,1	6,6	6,9	13,5	2,0	3	4,0	7
1870 à 1875 —	5.830	29,0	201	4,3	0,7	1,5	4,8	9,5	14,3	0,8	2	2,5	5
1876 à 1879 —	7.250	34,4	211	2,2	0,3	0,6	1,0	6,0	7,0	0,1	0,3	1,0	2
1880 à 1884 —	9.200	36,0	255	5,6	0,6	1,6	11,6	12,0	23,6	1,3	3	2,7	7
II. — Groupe de la Loire.													
1814 à 1819 inclus.	"	"	"	2,3	"	"	0,7	7,0	7,7	"	"	"	"
1820 à 1829 —	"	3,0	"	4,7	"	15,7	6,7	7,0	13,7	22	"	"	45
1830 à 1839 —	1.100	3,3	333	3,9	3,5	11,8	6,0	4,9	10,9	5,5	18	9,9	33
1840 à 1849 —	1.360	4,5	302	3,9	2,8	8,7	6,0	4,5	10,5	4,4	13	7,7	23
1850 à 1859 —	2.040	6,0	340	8,5	4,2	14,2	4,0	14,5	18,5	2,0	7	9,0	31
1860 à 1869 —	3.000	10,5	285	9,1	3,0	8,7	17,8	15,7	33,5	5,9	17	11,1	32
1870 à 1875 —	3.330	13,0	269	8,2	2,5	6,3	21,0	9,7	30,7	6,0	16	8,7	23
1876 à 1879 —	3.250	12,5	260	4,5	1,4	3,6	50,5	9,2	59,7	15,5	40	18,3	48
1880 à 1884 —	3.400	12,0	283	4,2	1,2	3,5	2,8	7,6	10,4	0,8	2	3,0	9
III. — Groupe du Gard.													
1814 à 1819 inclus.	"	"	"	0,3	"	"	0,3	0,3	0,6	"	"	"	"
1820 à 1829 —	"	"	"	0,3	"	"	0,3	0,3	0,6	"	"	"	"
1830 à 1839 —	"	"	"	0,3	"	"	0,3	0,3	0,6	"	"	"	"
1840 à 1849 inclus.	300	1,5	200	1,7	5,7	11,3	4,5	3,5	5,0	5,0	10	16,6	33
1850 à 1859 —	600	2,0	300	3,5	5,8	17,5	3,3	3,8	7,1	5,5	16	11,8	35
1860 à 1869 —	1.200	4,5	205	3,9	2,9	6,5	0,7	3,8	4,5	0,6	2	3,7	10
1870 à 1875 —	1.420	6,5	218	3,7	2,6	5,7	1,8	3,3	5,1	1,3	3	3,6	8
1876 à 1879 —	1.620	7,0	232	2,7	1,7	3,9	0,5	3,2	3,7	0,3	1	2,3	5
1880 à 1884 —	2.000	7,5	265	3,2	1,6	4,3	3,2	4,6	7,8	1,6	4	3,9	10
IV. — Groupe de la Bourgogne et du Nivernais.													
1830 à 1839 inclus.	180	1,8	100	0,3	1,7	1,7	1,9	2,4	4,3	10,5	11	23,8	24
1840 à 1849 —	400	2,4	163	0,4	1,0	1,7	0,0	0,9	0,9	0,0	0	2,3	4
1850 à 1859 —	700	3,4	205	1,5	2,1	4,4	6,3	0,7	7,0	9,0	18	10,0	21
1860 à 1869 —	900	5,1	176	0,9	1,0	1,8	10,4	5,9	16,3	11,6	20	18,1	32
1870 à 1875 —	1.100	6,7	165	1,3	1,2	1,9	10,2	1,3	11,5	9,2	15	10,4	17
1876 à 1879 —	1.300	7,0	185	0,5	0,4	0,7	0,0	0,5	0,5	0,0	0	0,4	1
1880 à 1884 —	1.600	8,0	200	0,4	0,3	0,4	0,0	0,6	0,6	0,0	0	0,4	1
V. — Groupe du Tarn et de l'Aveyron.													
1858 à 1884 inclus.	780	3,0	260	1,0	1,3	3,3	0,8	1,9	2,7	1,0	3	3,5	9
VI. — Groupe de l'Auvergne.													
1845 à 1884 inclus.	140	0,9	158	0,5	3,6	5,5	0,6	0,9	1,5	4,0	7	9,0	17
VII. — Groupe de l'Hérault.													
1847 à 1884 inclus.	140	0,85	167	0,7	4,8	8,2	2,1	0,6	2,7	15,0	25	19,3	32
VIII. — Groupe de l'Ouest.													
1824 à 1884 inclus.	140	1,2	115	0,4	2,8	3,3	0,3	0,9	1,2	2,2	2,5	8,8	10
IX. — Groupe de la Creuse et de la Corrèze.													
1874 à 1884 inclus.	180	1,8	100	0,1	0,5	0,5	0,0	0,2	0,2	0,0	0	1,1	1
X. — Groupe des Vosges méridionales.													
1857 à 1884 inclus.	170	0,9	192	0,3	1,8	3,3	2,4	0,5	2,9	14,1	27	17,0	32
XI. — Groupe des Vosges septentrionales.													
1858 à 1869 inclus.	"	"	"	0,8	"	"	1,6	2,0	3,6	"	"	"	"

N° 6. — TABLEAU DONNANT, POUR CHACUN DES PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE HOUILLE EN EUROPE,
ET PAR PÉRIODES DÉCENNALES :

1° Le nombre moyen des mines de houille exploitées, le nombre de mines ayant eu des accidents de grisou, et la proportion des mines grisouteuses; — 2° Le nombre des accidents de toute nature, le nombre des accidents de grisou, et le rapport pour cent de ces derniers; — 3° Le nombre des victimes faites par les accidents de toutes natures et par les accidents de grisou, et la proportion pour 100 des victimes dues au grisou; — 4° Le poids moyen de la houille extraite annuellement pendant chaque période; le nombre de victimes pour un million de tonnes; — 5° Le nombre moyen des ouvriers occupés annuellement à l'intérieur, et le rapport du nombre des victimes au personnel du fond.

PÉRIODES	MINES DE HOUILLE			NOMBRE MOYEN D'ACCIDENTS PAR ANNÉE			NOMBRE MOYEN DE VICTIMES PAR ANNÉE					PRODUCTION			PERSONNEL							
	exploitées	ayant eu des accidents de grisou depuis 1814	Proportion pour 100 des mines grisouteuses (1)	Accidents de toute nature	Accidents dus au grisou		Importance relative des accidents de grisou	Accidents de toute nature		Accidents de grisou		Proportion pour 100 des victimes afférentes au grisou		Poids moyen de la houille extraite annuellement	Accroissement relatif de la production (2)	Nombre proportionnel d'ouvriers atteints ou tués par le grisou pour 1 million de tonnes		Nombre moyen d'ouvriers employés annuellement à l'intérieur	Accroissement relatif du personnel (3)		Nombre proportionnel d'ouvriers atteints ou tués par le grisou pour 10,000 ouvriers	
					Mortels	Non mortels		Tués	Ouvriers atteints (tués ou blessés)	Tués	Ouvriers atteints (tués ou blessés)	Tués	Atteintes			Tués	Atteints		Tués	Atteints		
		p. 100											millions de tonn.				milliers d'ouv.					
FRANCE																						
1814-1819	»	4	»	»	1,0	1,7	»	»	»	1	8	»	»	0,9	4,9	1,07	8,7	»	»	»	»	
1820-1829	»	11	»	»	1,8	3,4	»	»	»	9,5	17,9	»	»	1,4	8,7	6,7	12,6	»	»	»	»	
1830-1839	165	18	10,9	»	2,2	2,1	»	»	»	8,9	16,7	»	»	2,5	15,2	3,6	6,8	17	23,5	5,2	9,9	
1840-1849	260	30	11,5	»	2,1	4,4	»	»	»	8,3	18,5	»	»	3,9	24,1	2,1	4,7	23,5	32,5	3,6	7,9	
1850-1859	286	50	17,5	842	5,9	9,6	1,7	154	922	21,2	44,4	13,8	4,8	6,5	40,1	3,3	6,9	30,6	42,2	7,0	14,6	
1860-1869	325	71	21,8	1176	6,3	6,5	1,7	226	1302	39,7	80,4	17,5	6,2	11,3	71,7	3,5	7,1	54,4	75,5	7,2	14,8	
1870-1879	284	90	31,7	1500	7,7	11,8	1,3	235	1611	53,7(4)	82,0	22,8(4)	5,1	16,2	100,0	3,3	5,1	72,2	100,0	7,3	11,3	
1880-1884	307	105	34,2	1151	6,4	9,6	0,7	171	1229	20,4	48,2	11,9	3,9	19,8	122,2	1,2	2,4	78,2	108,2	2,6	6,1	
1814-1884	268	46	20,1	1169	4,2	6,1	1,4	200	1271	21,4	40,7	17,4	5,1	7,4		3,3	7,0	39,9		5,7	9,7	

1851-1859	»	»	»	773 (6)	51	»	10,5	231,0	»	23,5	»	58,7	49,0	3,3	»	180	51,8	11,6
1860-1869	»	»	»	817	58	»	7,1	244,5	»	23,0	»	95,9	81,3	2,5	»	243	66,6	9,4
1870-1879	»	»	»	864	45	»	5,2	237,2	»	21,3	»	117,9	100,0	2,0	»	366	100,0	6,2
1880-1881	»	»	»	815	28	»	3,4	1136,0	»	27,0	»	152,9	130,0	2,0	»	382	104,2	7,6
1851-1881	»	»	»	820	60	»	7,3	1066,0	»	242,3	»	95,8	»	2,7	»	276	»	8,4
BELGIQUE																		
1851-1859	»	»	»	213	6,0	2,8	214,0	290	28,1	47,0	13,2	16,3	7,9	53,8	3,6	5,9	48,5	62,0
1860-1869	»	»	»	232	6,5	2,8	239,2	306	27,9	51,1	11,7	16,4	11,3	77,0	2,5	4,6	64,3	82,2
1870-1879	»	»	»	225	7,4	3,3	244,3	315	43,5	65,1	17,9	21,0	14,7	100,0	2,9	4,4	78,2	100,0
1851-1879	»	»	»	223	6,6	2,9	233,1	304	33,4	53,3	14,3	17,8	11,4	»	2,9	4,9	64,1	»
PRUSSE																		
1852-1859	»	»	»	»	»	»	»	111,0	»	8,1	»	7,3	»	7,7	24,1	1,05	»	41
1860-1869	426	29 (6)	6,8	»	10,7	»	»	237,0	»	32,5	44,8	13,6	»	17,1	53,3	1,90	2,6	63
1870-1879	450	73	16,2	»	19,3	»	»	421,5	»	39,6	68,0	9,4	»	31,9	100,0	1,25	2,1	108
1880-1881	403	106	26,3	»	25,5	»	»	505,0	»	75,5	114,0	15,1	»	43,1	135,0	1,76	2,6	118
1852-1881	435	57,3	12,7	»	16,2	43,0	»	282,8	»	31,2	61,7	10,6	»	21,2	»	1,4	2,4	75,8
SAXE																		
1853-1859	»	10 (7)	»	» (8)	»	»	»	»	0,9	2,7	»	»	1,1	38,0	0,8	2,4	»	»
1860-1869	»	35	»	32	2,5	»	7,8	78,0	»	33,9	44,9	43,0	»	2,1	72,5	16,2	23,2	10,0
1870-1879	»	56	»	37,4	2,9	»	7,8	53,4	»	16,6	31,2	29,2	»	2,9	100,0	5,4	10,8	12,3
1853-1879	»	34,5	»	34,6	2,7	»	7,8	65,7	»	18,6	28,8	36,1	»	2,2	»	8,0	13,2	11,2
AUTRICHE																		
1875-1880	»	»	»	»	»	»	»	76	»	10,2	»	13,4	»	5,2	»	2,0	»	26
»																		

(1) Les chiffres portés dans cette colonne ne correspondent pas exactement à la réalité. Il aurait fallu, pour chaque période, retrancher du nombre total des mines ayant eu des accidents de grisou, celles qui avaient cessé d'être exploitées durant la période.

(2) Rapport entre la production moyenne annuelle pendant chaque période et celle correspondant à la période 1870-1879 représentée par le nombre 100.

(3) Rapport entre le nombre moyen d'ouvriers du fond pendant cha-

que période et le nombre correspondant à la période 1870-1879, représentée par le nombre 100.

(4) L'élévation de ce chiffre est due, en grande partie, aux deux explosions survenues au puits Jabin, le 8 novembre 1871 et le 4 février 1876, lesquelles, à elles seules, ont fait 256 tués.

(5) Accidents mortels seuls.

(6) Depuis 1861.

(7) Depuis 1851.

(8) Accidents mortels seuls.

TABLEAU N° 7. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS DE GRISOU (1) SUIVANT LES MOIS DE L'ANNÉE.

NOMS DES GROUPES de bassins	JANVIER		FÉVRIER		MARS		AVRIL		MAI		JUN		JUILLET		AOUT		SEPT.		OCTOBRE		NOVEMBRE		DÉCEMBRE		TOTAUX	
	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels
1. Nord	5	5,8	30	7,5	10	11,6	34	8,6	27	6,8	8	9,3	9	10,5	10	11,6	30	7,5	9	10,5	2	2,3	8	9,3	86	100
2. Loire	10	11,6	34	8,6	14	10,5	3	7,0	9	10,5	25	6,3	40	10,0	39	9,8	5	3,8	39	9,8	29	7,3	33	8,3	398	100
3. Gard	10	11,6	34	8,6	14	10,5	3	7,0	9	10,5	25	6,3	40	10,0	39	9,8	5	3,8	39	9,8	12	9,0	45	11,3	433	100
4. Bourgogne et Ni- vernais	3	7,0	3	7,0	3	7,0	3	7,0	3	7,0	2	4,6	2	4,6	5	11,6	3	7,0	2	4,6	2	4,6	1	11,6	43	100
5. Tarn et Aveyron	2	7,4	2	7,4	2	7,4	2	7,4	2	7,4	0	0	0	0	18,5	3	11,2	1	3,7	1	3,7	1	3,7	3	27	100
6. Auvergne	2	7,4	4	10,5	4	10,5	1	5,3	1	5,3	2	5,3	0	0	0	5,3	4	15,8	1	5,3	2	5,3	1	5,3	19	100
7. Hérault	2	7,4	4	10,5	4	10,5	1	5,3	1	5,3	2	5,3	0	0	0	5,3	4	15,8	1	5,3	2	5,3	1	5,3	22	100
8. Ouest	1	4,5	1	4,5	1	4,5	1	4,5	1	4,5	3	13,6	1	4,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	100
9. Creuse et Corrèze	1	4,5	1	4,5	1	4,5	1	4,5	1	4,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	100
10. Vosges méridion ^{les}	2	7,4	2	7,4	2	7,4	2	7,4	2	7,4	0	0	1	4,6	1	4,6	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100
11. Vosges septentr ^{les}	2	7,4	2	7,4	2	7,4	2	7,4	2	7,4	0	0	1	4,6	1	4,6	0	0	0	0	0	0	0	0	40	100
Totaux	60	7,8	74	9,6	69	9,0	73	9,5	55	7,2	59	7,7	61	8,3	71	9,3	53	6,9	63	8,5	55	7,2	69	9,0	767	100
Nomb. prop. p. 100																										

Comparaison avec les pays étrangers. (Nombres proportionnels.)

	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
France	7,8	9,6	9,0	9,5	9,0	9,5	7,7	8,3	9,3	9,0	8,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Belgique	7,0	7,3	12,1	10,9	10,9	6,8	7,7	9,3	9,0	9,0	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
Prusse	7,3	8,6	10,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
Saxe	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3

(1) Non compris les 14 accidents de 1884, et ceux au nombre de 38, dont la date n'est pas connue.

TABLEAU N° 8. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS DE GRISOU (1)
SUIVANT LES JOURS DE LA SEMAINE.

NOMS des GROUPES DE BASSINS	LUNDI		MARDI		MERCREDI		JEUDI		VENDREDI		SAMEDI		DIMANCHE		TOTAUX	
	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels	Nombres absolus	proportionnels
1. Nord	14	16,5	7	8,2	16	18,8	13	15,3	13	15,3	16	18,8	6	7,1	85	100
2. Loire	77	19,5	54	13,8	46	11,8	54	13,8	71	18,0	62	15,7	29	7,4	393	100
3. Gard	23	17,7	23	19,3	23	17,6	20	15,3	16	12,4	17	13,1	6	4,6	130	100
4. Bourgogne et Ni- vernais	9	22,0	5	12,2	2	4,9	8	19,5	9	21,9	6	14,6	2	4,9	41	100
5. Tarn et Aveyron	8	29,6	4	14,8	2	7,4	4	14,8	5	18,6	2	7,4	2	7,4	27	100
6. Auvergne	3	15,8	3	15,8	3	15,8	2	10,5	3	15,8	3	15,8	2	10,5	19	100
7. Hérault	3	15,8	3	15,8	4	15,8	5	15,8	2	15,8	1	15,8	1	15,8	19	100
8. Ouest	4	15,8	1	15,8	1	15,8	8	15,8	4	15,8	2	15,8	2	15,8	22	100
9. Creuse et Corrèze	1	15,8	1	15,8	1	15,8	1	15,8	1	15,8	1	15,8	1	15,8	1	100
10. Vosges Méridion ^{les}	2	15,8	1	15,8	1	15,8	1	15,8	1	15,8	2	15,8	2	15,8	9	100
11. Vosges Septentr ^{les}	1	15,8	1	15,8	2	15,8	2	15,8	1	15,8	2	15,8	2	15,8	10	100
Totaux	144	19,0	103	13,6	100	13,2	117	15,5	125	16,6	113	15,0	54	7,1	756	100
Nombres proportion- nels p. 100 accidents.		19,0		13,6		13,2		15,5		16,6		15,0		7,1		100

Comparaison avec les pays étrangers.
(Nombres proportionnels.)

	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100
France	19,0	13,6	13,2	15,5	16,6	15,0	7,1	100
Belgique	9,7	13,9	20,0	17,4	15,4	15,4	8,2	100
Prusse	20,7	17,3	14,3	16,3	14,5	14,1	2,8	100
Saxe	33,5 (2)	?	?	?	?	?	8,9 (3)	100

(1) Non compris les 14 accidents arrivés en 1884, et ceux au nombre de 38 dont la date n'est pas connue.

(2) Y compris les lendemains de fêtes.

(3) Y compris les jours de fêtes.

TABLEAU N° 11. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS MORTELS D'APRÈS LE NOMBRE DES TUÉS FAITS PAR CHACUN D'EUX.

NOMBRE de MORTS par accident	NOMBRE D'ACCIDENTS POUR CHACUN DES GROUPES													NOMBRE correspondant de tués sur 100 ouvriers occupés
	Nord	Loire	Gard	Bourgogne et Nivernais	Tarn et Aveyron	Auvergne	Hérault	Ouest	Creuse et Corrèze	Vosges méridionales	Vosges septentrionales	Alpes occidentales	Mines diverses	Totaux
1	18	59	31	9	9	8	7	5	"	"	1	1	2	150
2	7	21	7	2	"	1	3	1	"	2	1	"	"	45
3	5	12	3	"	2	"	"	1	"	"	4	"	"	27
4	4	8	2	"	2	1	3	1	"	1	1	"	"	23
5	3	4	1	"	"	1	2	1	"	"	"	"	"	12
6	1	2	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4
7	2	1	"	"	"	1	"	"	"	1	"	"	"	5
8	2	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4
9	"	2	1	1	"	"	"	"	"	1	"	"	"	4
10	1	1	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4
11	"	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	3
12	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
13	"	"	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
14	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
15	"	2	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
16	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	3
17	1	"	"	1	"	"	"	"	"	1	"	"	"	1
18	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
19	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
20	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
21	"	2	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
22	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
23	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
24	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
25	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
26	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
27	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
28	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
29	"	"	"	1	"	"	"	"	"	1	"	"	"	2
30	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
31 à 35	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
36 à 40	1	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
41 à 45	"	"	"	1	"	"	1	"	"	"	"	"	"	2
46 à 50	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
51 à 100	"	1	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2
101 à 200	"	1	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1
Totaux. . .	46	125	46	20	13	12	16	9	"	7	7	1	2	304
Accidents non mortels. . .	48	278	88	23	16	9	10	17	1	2	3	"	9	504
Totaux. . .	94	403	134	43	29	21	26	26	1	9	10	1	11	808

TABLEAU N° 11. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS MORTELS D'APRÈS LE NOMBRE DES TUÉS FAITS PAR CHACUN D'EUX. (Suite).

Comparaison avec les pays étrangers.

NOMS DES PAYS		ACCIDENTS AYANT FAIT												TOTAUX	
		1 tué		2 à 5 tués		6 à 10 tués		11 à 20 tués		21 à 50 tués		Plus de 50 tués			
		Nombres proportionnels		Nombres proportionnels		Nombres proportionnels		Nombres proportionnels		Nombres proportionnels		Nombres proportionnels			
		p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100		
France. . .	Accidents. . .	49,2		35,2		6,6		4,0		4,0		1,0		100	
	Tués. . . .		9,9		21,2		10,3		11,7		23,9		23,0		100
Belgique . . .	Accidents. . .	39,8		32,8		10,0		6,0		7,8		3,6		100	
	Tués. . . .		4,9		11,5		10,1		10,5		29,4		33,6		100
Prusse . . .	Accidents. . .	59,2		35,2		3,2		1,2		0,9		0,3		100	
	Tués. . . .		23,6		38,9		10,2		6,8		10,9		9,6		100
Saxe. . . .	Accidents. . .	63,4		26,4		2,5		1,6		1,6		2,5		100	
	Tués. . . .		10,0		9,2		3,2		3,8		4,8		69,0		100

TABLEAU N° 12. — RÉPARTITION DES VICTIMES DU GRISOU (TUÉS ET BLESSÉS) D'APRÈS LA NATURE DES LÉSIONS SUBIES.

NOMS DES GROUPES de bassins 1	NATURE DES LÉSIONS ET RAPPORT P. 100 AU NOMBRE TOTAL DES VICTIMES (tués et blessés)															TOTAUX		
	Brûlés				Asphyxiés			Contusionnés ou eusevelis sous des éboulements			Lésions inconnues							
	Tués	Blessés		Ensemble	Tués	Blessés	Ensemble	Tués	Blessés	Ensemble	Tués	Blessés	Ensemble	Tués	Blessés	Ensemble		
		grièvement	non grièvement															
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
1. Nord.	143	p.100 36,4	p.100 74	p.100 125	p.100 342	p.100 15	p.100 18	p.100 33	p.100 16	p.100 2	p.100 18	p.100 28	p.100 23	p.100 51	p.100 202	p.100 242	p.100 444	
2. Loire	628	46,0	248	368	1244	99	»	99	13	0,5	4,6	11	13	24	751	639	1390	
3. Gard.	47	21,4	69	77	193	19	»	19	4	0,7	1,7	18	21	39	88	170	258	
4. Bourgogne et Nivernais.	114	34,0	29	48	191	106	28	134	10	1,4	3,2	12	4	16	242	109	351	
5. Tarn et Aveyron.	18	19	29	66	4	4	4	40,0	3,0	»	3,0	1	1	2	23	50	73	
6. Auvergne.	15	12	18	45	10	»	10	»	»	»	»	1	4	5	26	34	60	
7. Hérault.	41	11	5	57	17	»	17	»	16	3	»	6	3	9	80	22	102	
8. Ouest.	17	12	41	70	1	»	1	»	»	1	1	1	4	5	19	58	77	
9. Creuse et Corrèze.	»	2	2	2	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	2	
10. Vosges méridionales.	21	2	5	28	41	5	41	6	3	6	7	»	6	6	68	13	81	
11. Vosges septentrionales.	7	4	10	21	5	3	3	8	3	4	3	3	3	3	18	21	39	
12. Alpes occidentales.	»	2	2	2	»	»	»	»	1	1	2	»	»	»	1	3	4	
Lignite { 1. Provence.	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	2	
{ 2. Haut-Rhône.	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	3	
Mines diverses.	2	3	3	8	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	6	8	
Totaux.	1053	488	733	2274	317	49	366	69	25	94	81	79	160	1520	1374	2894	100	
Moyennes.	38,5	17,9	26,8	83,2	11,6	1,8	13,4	2,5	0,9	3,4	81	79	160	52,6	47,4	100		

(1) NOTA. — Pour le calcul des proportions p. 100, on a retranché du nombre total des victimes (dernière colonne) le nombre de celles dont les lésions étaient inconnues (sauf dans les colonnes 15 et 16).

(1) NOTA. — Pour le calcul des proportions p. 100, on a retranché du nombre total des victimes (dernière colonne) le nombre de celles dont les lésions étaient inconnues (sauf dans les colonnes 15 et 16).

TABLEAU N° 13. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS D'APRÈS LES CAUSES D'INFLAMMATION DU GRISOU.

GROUPES DE BASSINS	FEU NU						LAMPES DE SURETÉ								TRAVAIL à la poudre	CAUSES dou- teuses ou in- connues	TOTAUX
	Lampes à feu nu, allu- mettes, etc.	Foyers d'aérage	Incendie	Ensemble	Ouvertes	Détério- rées	Ayant eu leur tamis porté au rouge	Flammes chassées hors du treillis par suite d'un		Ensemble							
								courant d'air vif	mouve- ment brusque								
Nord	{ Nombres absolus. . . 24 N. proportionnels. . . 26,2	{ 0 0	{ 0 0	{ p.100 p.100	{ 13 14,3	{ 6 6,7	{ 4 4,4	{ 3 3,3	{ 3 3,3	{ 32,0	{ 38 41,8	{ 1 »	{ 92 100				
Loire	{ Nombres absolus. . . 263 N. proportionnels. . . 68,1	{ 0 0	{ 10 2,6	{ p.100 70,7	{ 48 12,3	{ 14 3,6	{ 13 3,3	{ 5 1,3	{ 10 2,6	{ 23,1	{ 24 6,2	{ 12 »	{ 401 100				
Gard	{ Nombres absolus. . . 26 N. proportionnels. . . 26,5	{ 0 0	{ 0 0,0	{ p.100 26,5	{ 29 29,6	{ 9 9,2	{ 4 4,1	{ 1 1,0	{ 6 6,1	{ 50,0	{ 23 23,5	{ 32 »	{ 130 100				
Bourgogne et Nivernais.	{ Nombres absolus. . . 18 N. proportionnels. . . 53,0	{ 0 0	{ 1 2,9	{ p.100 55,9	{ 5 14,7	{ 1 2,9	{ 1 2,9	{ 2 5,8	{ 3 8,9	{ 50,0	{ 3 8,9	{ 9 »	{ 43 100				
Tarn et Aveyron. — Nombres absolus.	18	0	0		4	0	0	0	3		3	1	29				
Auvergne. — Nombres absolus.	10	0	0		3	0	0	2	0		1	5	21				
Hérault. — Nombres absolus.	8	0	0		1	1	0	10	0		0	5	25				
Ouest. — Nombres absolus.	4	0	0		2	5	2	1	1		3	8	26				
Creuse et Corrèze. — Nomb. absolus.	1	0	0		0	0	0	0	0		0	0	1				
Vosges méridionales. — N. absolus. . .	2	0	0		0	2	1	0	0		2	1	8				
Vosges septentrionales. — N. absolus.	0	0	1		3	0	0	0	0		4	1	9				
Totaux et moyennes. { Nombres absolus. . . 376 Nombr. proportionnels. . . 52,9		0	12		108	38	25	24	26		101	75	100				
Comparaison avec les pays étrangers. (Nombres proportionnels.)																	
France	p. 100 52,9	p. 100 0	p. 100 1,7	p. 100 54,6	p. 100 15,2	p. 100 5,4	p. 100 3,5	p. 100 3,4	p. 100 3,6	p. 100 31,1	p. 100 14,3	»	100				
Belgique	22,7	5,1	0,5	28,3	21,5	13,0	»	2,4	2,7	39,6	32,1	»	100				
Prusse.	46,2	0,3	»	46,5	43,2	5,7	3,3	2,1	11,2	33,5	18,0	»	100				
Saxe.	97,5	»	»	97,5	1,1	»	1,1	0,3	»	2,5	»	»	100				

TABLEAU N° 14. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS DE GRISOU

GROUPES DE BASSINS		DÉGAGEMENT DE GAZ						CHOMAGE			
		SUBIT Faibles, souf- flards	LENT ET CONTINU				En-semble	Quel-ques heures (durée d'un repas, change-ment de poste)	Un jour (diman-ches et fêtes)	Deux jours et plus	
			dans des chemi-nées, remontes en cul de sac, poches, fronts de taille, etc.	sous des planchers établis dans des puisards ou derrière des cloisons ou des remblais	dans des chantiers						
					inondés ou incen-diés	aban-donnés ou barrés					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Nord.	{Nomb. d'accid. {Proport. p. 100.	12 16,0	33 44,0	2 2,7	0 0,0	0 0,0	47 62,7	2 2,7	5 6,7	0 0,0	
Loire.	{Nomb. d'accid. {Proport. p. 100.	14 5,1	80 29,1	3 1,1	1 0,4	22 8,0	120 43,7	28 10,2	13 4,8	11 5,1	
Gard.	{Nomb. d'accid. {Proport. p. 100.	4 4,4	27 30,0	1 1,1	1 1,1	7 7,8	40 44,4	11 12,2	9 10,0	4 4,4	
Bourgogne et Nivernais.	{Nomb. d'accid. {Proport. p. 100.	1 3,0	12 36,4	1 3,0	4 12,1	3 9,1	21 63,6	2 6,1	5 15,2	1 3,0	
Tarn et Aveyron.	{Nomb. d'accid.	0	6	2	1	5	14	5	1	0	
Auvergne.	id.	0	3	0	0	0	3	2	3	0	
Hérault.	id.	2	7	0	0	2	11	1	0	0	
Ouest.	id.	1	1	3	1	0	6	0	0	1	
Creuse et Corrèze	{ id.	0	1	0	0	0	1	0	0	0	
Vosges méridion.	{ id.	0	2	1	0	1	4	0	0	0	
Vosges septentrion.	{ id.	2	0	1	0	1	4	0	0	0	
Totaux.		36	172	14	8	41	271	51	36	20	
Proportion p. 100. . .			6,4	30,8	2,5	1,4	7,3	48,4	9,1	6,4	3,6

Comparaison avec les pays

NOMS DES PAYS	DÉGAGEMENT DE GAZ		
	SUBIT	LENT ET CONTINU	
		sous des planchers établis dans des puisards ou derrière des cloisons ou des remblais	dans des galeries, chantiers, tailles, avec ou sans interruption de travail
France.	p. 100 6,4	p. 100 2,5	p. 100 72,9
Belgique.	13,4	4,6	67,5
Prusse.	16,7	0,9	68,6
Saxe.	13,5	0,4	78,

(1) 8,5 p. 100 si l'on compte tous les accidents qui ont coïncidé avec une baisse du baromètre

D'APRÈS LES CAUSES DE DÉGAGEMENT ET D'ACCUMULATION DU GAZ.

ACCUMULATION PAR SUITE DE VICES DE L'AÉRAGE														CAUSES douteuses ou inconnues		TOTAUX
En-semble	GÉNÉRAL				LOCAL				En-semble							
	Renversement ou ralentissement de la ventilation par suite de perturbations atmosphériques	Mise en marche, arrêt ou dérangement du venti- lateur	Dérangement fortuit, disposi- tion vicieuse du courant d'air	Absence ou insuffi- sance de la venti- lation	Interrup- tion accidentelle par éboulement	Dérangement par suite d'ou- verture prolongée de portes d'aérage	Galerie de retour d'air									
								10		11	12	13	14			
7	5	0	5	8	1	2	0	21	18	93						
9,4	6,7	0,0	6,7	10,5	1,3	2,7	0,0	27,9	»	100						
33	3	6	14	44	27	4	1	99	126	400						
20,1	1,1	2,2	5,1	16,1	9,8	1,5	0,4	36,2	»	100						
24	2	1	0	9	8	6	0	26	41	131						
26,6	2,2	1,1	0,0	10,0	8,9	6,8	0,0	29,0	»	100						
8	0	1	0	2	1	0	0	4	9	42						
24,3	0,0	3 0	0,0	6,1	3,0	0,0	0,0	12,1	»	100						
6	0	0	0	3	0	0	0	3	4	27						
5	2	0	0	4	1	0	1	8	5	21						
1	1	0	1	3	0	1	1	7	7	26						
1	0	0	0	4	1	1	0	6	12	25						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1						
0	0	0	2	1	0	1	0	4	1	9						
0	0	0	1	2	1	0	0	4	2	10						
107	13	8	23	80	40	15	3	182	225	783						
19,1	2,3	1,4	4,1	14,3	7,2	2,7	0,5	32,5	»	100						

étrangers. (Nombres proportionnels.)

ACCUMULATION PAR SUITE DE VICES DE L'AÉRAGE					TOTAUX
GÉNÉRAL			LOCAL		
Mise en marche, arrêt ou dérangement du ventilateur	Renversement ou ralentissement de la ventilation par suite de perturbations atmosphériques	Dérangement fortuit, disposition vicieuse du courant d'air	Interruption accidentelle par éboulement	Dérangement par suite d'ouverture prolongée de portes d'aérage	
p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	p. 100	
1,4	2,3	4,1	7,2	3,2	100
6,6	1,2 (1)	»	2,6	4,1	100
4,3	»	1,2	5,8	2,3	100
0,4	0,8	0,8	4,1	2,0	100

dépassant 1/2 millimètre par heure.

dépassant 1/2 millimètre par heure.

TABLEAU N° 15. — RÉPARTITION DES ACCIDENTS D'APRÈS LES FAUTES COMMISES PAR LE PERSONNEL.

GROUPES DE BASSINS	FAUTES OU NÉGLIGENCE COMMISES										TOTAUX	OBSERVATIONS			
	par les exploitants				par les porions ou les maîtres ouvriers		par les ouvriers autres que les victimes		par les victimes				CAUSES PORTÉES ou inconnues		
	Infractions aux règlements administratifs ou aux arrêtés préfectoraux	Disposition vicieuse dans l'organisation des travaux	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100	p.100					
Nord	{ Nombres absolus.	1	4,6	3	4,7	1	4,6	5	7,8	54	84,3	31	95(1)	100	(1) Dont 1 tenant à deux causes et compté deux fois. (2) Dont 26 tenant à deux causes et comptés deux fois. (3) Dont 3 tenant à deux causes et comptés deux fois.
Loire	{ Nombres absolus.	8	3,4	5	4,9	57	21,8	40	3,8	181	69,4	168	420(2)	100	
Gard	{ Nombres proportionnels.	1	4,4	2	2,3	7	8,0	4	4,6	74	84,0	49	137(3)	100	
Bourgogne et Nivernais.	{ Nombres absolus.	3	11,1	4	14,7	2	7,4	0	0	18	66,8	16	43	100	
Tarn et Aveyron. — Nombres absolus	{ Nombres proportionnels.	2	0	0	0	1	1	1	1	43	12	29	7	21	100
Auvergne. — Nombres absolus	{ Nombres proportionnels.	0	0	0	0	3	0	0	0	41	10	26	42	26	100
Hérault. — Nombres absolus	{ Nombres proportionnels.	0	1	1	0	2	0	1	1	43	12	26	4	4	100
Ouest. — Nombres absolus	{ Nombres proportionnels.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	9	5	10	100
Creuse et Corrèze. — Nombres absolus.	{ Nombres proportionnels.	0	1	1	0	0	0	0	0	5	10	826	100	100	100
Vosges méridionales. — Nomb., absolus.	{ Nombres proportionnels.	1	1	1	0	0	0	0	0	384	75,4	316	826	100	100
Vosges septentrionales. — N. absolus.	{ Nombres proportionnels.	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	826	100	100	100
Totaux	{ Nombres proportionnels.	16	3,4	16	3,4	73	14,3	21	4,4	384	75,4	316	826	100	100
Moyennes	{ Nombres proportionnels.	16	3,4	16	3,4	73	14,3	21	4,4	384	75,4	316	826	100	100

Comparaison avec les pays étrangers. (Nombres proportionnels.)									
France.	P. 100	P. 100	P. 100	P. 100	P. 100	P. 100	P. 100	P. 100	P. 100
Prusse.	3,4	44,3	4,1	75,4	4,1	75,4	4,1	75,4	4,1
Saxe.	"	12,0	5,2	82,8	5,2	82,8	5,2	82,8	5,2
Moyennes	31,7	41,0	6,1	84,6	6,1	84,6	6,1	84,6	6,1

Comparaison avec les pays étrangers. (Nombres proportionnels.)

France	p. 100	3,4	p. 100	44,3	p. 100	75,4	400
Prusse	p. 100	3,4	p. 100	42,0	p. 100	82,8	400
Saxe	p. 100	3,7	p. 100	31,7	p. 100	64,6	100

TABLEAUX RÉSUMÉS.

TABLEAU N° 16

DONNANT PAR GROUPES DE BASSINS :

1° Le relevé des cas où le rôle des poussières de charbon a été signalé ;

2° Le relevé des cas d'asphyxie simple par le grisou, sans inflammation de ce gaz.

NOMS des GROUPES DE BASSINS	GRISOU		POUSSIÈRES DE CHARBON				ASPHYXIE			
	Nombre d'acci- dents G	Tués T	Accidents		Tués		Accidents		Morts	
			Nombre A	Rapport P G	Nombre t	Rapport t T	Nombre A	Rapport A G	Nombre a	Rapport a T
			p. 100		p. 100		p. 100		p. 100	
Nord	94	202	1	1,1	0	0	2	2,1	2	1,0
Loire	403	751	3	0,7	2	0,3	2	0,5	2	0,3
Gard	134	88	3	2,2	1	1,1	4	3,0	7	8,0
Bourgogne et Nivernais	43	247	1	2,3	0	0	»	»	»	»
Tarn et Aveyron	29	23	2	6,9	4	17,2	»	»	»	»
Auvergne	21	26	»	»	»	»	»	»	»	»
Hérault	26	80	»	»	»	»	»	»	»	»
Ouest	26	19	1	3,9	0	0	1	3,9	2	2,5
Creuse et Corrèze	1	0	»	»	»	»	»	»	»	»
Vosges méridionales	9	68	»	»	»	»	»	»	»	»
Vosges septentrionales	10	19	»	»	»	»	1	11,0	2	3,0
			»	»	»	»	1	10,0	1	5,3
Comparaison avec les pays étrangers.										
France	808	1.523	11	1,3	7	0,5	11	1,3	16	1,0
Prusse	1.240	661	177	14,3	?	?	46	3,7	49	7,5
Saxe	236	498	?	?	?	?	43	5,5	19	3,8

LISTE DES FIGURES.

- Fig. 1.* Production annuelle moyenne pendant la période 1870-1879.
Fig. 2. Nombre moyen des mines exploitées, grisouteuses et non grisouteuses. — Proportion p. 100 des mines à grisou.
Fig. 3. Nombre des accidents et des victimes du grisou. — Rapport p. 100 aux accidents de toute nature et à leurs victimes.
Fig. 4. Rapport des victimes à la production et au personnel.
Fig. 5. Répartition d'après leur âge des ouvriers occupés en France dans les mines.
Fig. 6. Répartition des accidents de grisou par mois.
Fig. 7. — — — jours de la semaine.
Fig. 8. — — — d'après le lieu de la mine où ils se sont produits.
Fig. 9. Répartition des accidents, mortels ou non, d'après le nombre des victimes, tués ou blessés, faites par chacun d'eux.
Fig. 10. Répartition des accidents mortels d'après le nombre des tués faits par chacun d'eux.
Fig. 11. Fréquence et importance relatives des accidents mortels, selon le nombre des tués faits par chacun d'eux.
Fig. 12. Répartition des victimes d'après la nature des lésions subies.
Fig. 13. Répartition des accidents d'après les causes de dégagement et d'accumulation du gaz.
Fig. 14. Répartition comparative des accidents de grisou d'après les causes de dégagement et d'accumulation du gaz en France, en Belgique, en Prusse et en Saxe.
Fig. 15. Répartition comparative des accidents de grisou d'après les causes d'inflammation du gaz, en France et à l'Étranger.
Fig. 16. Répartition des accidents de grisou d'après les fautes commises et les responsabilités encourues.

BULLETIN.

ACTES DE COURAGE ET DE DÉVOUEMENT.

ACCIDENTS ARRIVÉS DANS LES MINES ET LES CARRIÈRES.

Extrait de rapports du ministre de l'intérieur approuvés par le Président de la République en 1886 ().*

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.	
			MÉDAILLES	
			en or.	en argent.
				MENTIONS honorables. — LITTRÉS de félicitations.

29 janvier 1886.

DORDOGNE.			classes.	
TOURNAIRE, inspecteur général des mines.	Chancelade. Effondrement des carrières (octobre 1885)	A fait preuve d'un dévouement exceptionnel dans la direction des travaux de sauvetage.		Lettre de félicitations.
BARGETON (Louis-Ernest), préfet de la Dordogne.	Id.	A courageusement payé de sa personne en visitant les travaux de sauvetage et s'est exposé au point d'être pris dans les éboulements.	1 ^{re}	
MOURET (Georges), ingénieur des ponts et chaussées.	Id.	A fait preuve d'un zèle et d'une abnégation au-dessus de tout éloge en explorant les galeries, afin de trouver une voie permettant de porter secours aux ouvriers ensevelis sous l'effondrement.	1 ^{re}	
DUSSAUX (Emile), entrepreneur de travaux publics à Périgueux.	Id.	A montré le plus grand dévouement dans l'exécution des travaux de sauvetage et n'a pas hésité à braver tous les dangers pour encourager les travailleurs. Déjà titulaire de la médaille d'argent de 1 ^{re} classe.	2 ^e	

(*) Cet extrait fait suite à celui qui a été publié dans le 2^e volume de 1885 (*Bull.*), p. 638.

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.		
			MÉDAILLES		MENTIONS honorables — LETTRES de félicitations.
			en or.	en argent.	
29 janvier 1886 (suite).					
DORDOGNE (suite).			classes.		
MARTINEAU (Eugène), entrepreneur de travaux publics à Périgueux.	Chancelade. Effondrement des carrières (octobre 1883) (suite).	S'est particulièrement distin- gué en dirigeant les travaux de déblaiement entrepris pour por- ter secours à des personnes en- sevelies sous les décombres des maisons qui s'étaient écroulées par suite de l'effondrement des carrières.	1 ^{re}		
LEGRAIN (Toussaint), ingénieur des ponts et chaussées.			2 ^e		
CRUCHET (Félix), dit THÉODORE, contre-maî- tre carrier à Trélissac.			2 ^e		
PUYJARINET (Eloi), contre-maître carrier à Chancelade.	Id.	Ont rivalisé de zèle et de dé- vouement dans la même circon- stance.	2 ^e		
MOREAU (Jean), ouvrier carrier à Chancelade.			2 ^e		
GABAL (Henri), contre-maître mineur.			2 ^e		
SALESSE (Paul), ingénieur en chef des chemins de fer.				Mention honorable.	
ADISSON (François), maître charpentier à Périgueux.				Id.	
MADELOR (Léon), fac- teur surveillant des lignes télégraphiques à Périgueux.				Id.	
MAUROUX (Emile), instituteur public à Chancelade.	Id.	Se sont signalés en prenant part aux travaux de sauvetage.		Id.	
RIBEYROL (Elie), carrier à Chancelade.				Id.	
CHANTAUD (Emile), ouvrier carrier à Chancelade.				Id.	
PERSOUILLE, ouvrier mineur.				Id.	

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.		
			MÉDAILLES		MENTIONS honorables. — LETTRES de félicitations.
			en or.	en argent.	
29 janvier 1886 (suite).					
DORDOGNE (<i>suite</i>).			classes.		
MONTEREY, ouvrier mineur.	Chancelade.	Se sont signalés en prenant part aux travaux de sauvetage.		Mention honorable.	
ESPITALIER, ouvrier mineur.	Effondrement des carrières (octobre 1885) (<i>suite</i>).		Id.		
BAVIE, ouvrier mineur.			Id.		
DELTOR, ouv. mineur.				Id.	
SEINE - ET - OISE.					
JOSSE (Hubert), entrepreneur de travaux publics, à Poligny.	Guipereux, commune d'Hermeray. Eboulement dans un puits (8 avril 1885).	A exécuté dans le puits presque tous les déblais nécessaires pour retrouver le corps du puisatier, victime de l'accident.	1 ^{re}		
BACHELIER (Charles-Eugène) dit DUTANT, menuisier, à Rambouillet.	Id.	A également exposé ses jours en plaçant les bois nécessaires pour étayer les parois du puits.	2 ^e		
BOUCHER, chef cantonnier au service vicinal, à Rambouillet.				Mention honorable.	
DÉSOURME (François), ouvrier charpentier, à Rambouillet.	Id.	Ont coopéré avec zèle et dévouement à l'exécution des mêmes travaux.		Id.	
PIQUET (Auguste), mètreur-vérificateur, à Rambouillet.				Id.	
SAURANT (Charles), ouvrier menuisier, à Rambouillet.				Id.	
17 février 1886.					
DORDOGNE.					
BITRY (Philippe), clerc d'avoué, à Périgueux.	Chancelade. Effondrement des carrières (octobre 1885)	1881-1885. A fait preuve de dévouement dans diverses circonstances, notamment lors de la catastrophe des carrières de Chancelade.		Mention honorable.	

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.	
			MÉDAILLES en or. en argent.	MENTIONS honorables. — LETTRES de félicitations.
17 février 1886.				
SAÔNE-ET-LOIRE.				
			classes.	
GAUDRY (Pierre), ouvrier mineur. GUEUX (Louis), ouvrier mineur.	Mines de schistes bitu- mineux de Surmoulin. Accident au puits des Thélots. (28 juin 1885.)	Se sont signalés par leur cou- rage et leur présence d'esprit.		Lettre de félicitations. Id.
22 mars 1886.				
AVEYRON.				
SOUSTELLE (Aristide- Adrien), maître mineur principal.	Mine de houille des Paleyrets, régie d'Aubin. Incendie du 22 juillet 1885	A exposé sa vie en cherchant à porter secours à un ouvrier sur- pris par l'incendie. S'était déjà signalé dans des circonstances analogues.	1 ^{re}	
SEINE-ET-OISE.				
LÉVY, ingénieur des mines. WALDMANN, ingénieur des ponts et chaussées. BAUMGARTH, conducteur des ponts et chaussées.	Guipereux, commune d'Hermeray. Eboulement dans un puits (8 avril 1885).	Ont dirigé avec le plus grand dévouement les travaux entrepris pour le sauvetage d'un ouvrier enseveli sous un éboulement au fond d'un puits. MM. Lévy et Waldmann sont déjà titulaires de la médaille d'ar- gent de 2 ^e classe. M. Baumgarth a précédemment obtenu une mention honorable. S'est signalé en coopérant avec un zèle digne d'éloges à l'exé- cution des mêmes travaux.	2 ^e	Lettre de félicitations. Id.
DES RUE, chef cantonnier des ponts et chaussées.	Id.		2 ^e	
16 avril 1886.				
LOIRE.				
BE NOIT, ingénieur, directeur de la Compa- gnie des Grandes- Flaches, propriétaire de la concession de Montbressieux. BESSON (Claude), ouvrier mineur.	Concession de Montbres- sieux. Incen- die au puits Ste-Mélanie. (9 juin 1885)	Ont fait les plus courageux efforts pour essayer de sauver trois ouvriers qui ont péri asphy- xiés par suite d'un incendie sou- terrain.	1 ^{re}	
			2 ^e	

[illegible]

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.	
			MÉDAILLES	MENTIONS honorables.
			en or. en argent.	— LÉTTRES de félicitations.
10 juillet 1886.				
GARD.		classes.		
RICHARD (Martin), ouvrier mineur.	Carrières de phosphate de chaux de Tavel. Accident du 16 septembre 1885.	N'a pas hésité à exposer sa vie pour porter secours à deux de ses camarades ensevelis sous un éboulement.	2 ^e	
18 octobre 1886.				
DRÔME.				
MARLON, chef d'exploitation de la carrière.	Carrière de Chanabasset, commune de Saint-Paul.	Se sont particulièrement dis- tingués en organisant et en diri- geant les secours portés à trois ouvriers ensevelis sous un ébou- lement.	2 ^e	
BERTHET (Antoine), maître mineur à la même carrière.	Trois-Châ- teaux. Accident du 30 avril 1886.	Le sieur Berthet est déjà titu- laire de la médaille d'argent de 2 ^e classe.	1 ^{re}	
MARLON (Paul), boiseur, employé à la même carrière.				Lettre de félicitations.
CHABRIER, surveillant, employé à la même carrière.				Id.
BERTHET (Jules), employé à la même carrière.				Id.
BERTHET (Louis), employé à la même carrière.	Id.	Belle conduite dans la même circonstance.		Id.
CHARRIÈRE aîné, employé à la même carrière.				Id.
VINCENT, employé à la même carrière.				Id.
DEYRAUD (Henri), employé à la même carrière.				Id.

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.	
			MÉDAILLES	MENTIONS honorables.
			en or. en argent.	— LETTRES de félicitations.
18 octobre 1886 (suite).				
PAS-DE-CALAIS.			classes.	
SERGEANT (Constant), père, cantonnier, à Moyenneville. SERGEANT (Marcel), fils, cantonnier, à Moyenneville.	Carrière à Moyenneville. Accident du 22 décembre 1885.	Se sont dévoués pour porter secours à deux ouvriers ensevelis sous un éboulement dans une carrière de sable et de cailloux. Le sieur Sergeant père est déjà titulaire de la médaille d'argent de 2 ^e classe.	1 ^{re} 2 ^e	
SEINE-ET-MARNE.				
BAZIR (Eugène-Élysée), manouvrier, à Maurevert.	Maurevert, commune de Chaumes. Accident du 10 juillet 1886	A sérieusement exposé sa vie pour porter secours à une petite fille tombée dans une carrière profonde et remplie d'eau.	2 ^e	
27 décembre 1886.				
DORDOGNE.				
VITAL, ingénieur en chef de l'arrondisse- ment minéralogique de Bordeaux.				Lettre de félicitations.
BOUTIRON, ingénieur ordinaire des mines.				Id.
MOURET, ingénieur ordinaire des ponts et chaussées, à Périgueux.			1 ^{re} rappel	
LAUGIER-MATHIEU (Paul), préfet du départe- ment de la Dordogne.	Chancelade. Effondrement des carrières. (octobre 1885)	Chancelade. Se sont particuliè- rement distingués par leur cou- rage et leur dévouement lors des recherches effectuées dans les carrières de Chancelade pour dé- couvrir les corps des ouvriers victimes de la catastrophe du 25 octobre 1885.	1 ^{re} 1 ^{re}	
DUSSAUX, entrepre- neur de travaux publics à Périgueux.			1 ^{re}	
MARTINE, garde-mines principal à Périgueux.			1 ^{re}	
JEANNIN, garde-mines de 1 ^{re} classe, à Angoulême.			1 ^{re}	

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE des faits.	RÉCOMPENSES décernées.	
			MÉDAILLES	MENTIONS honorables.
			en or. en argent.	— LETTRES de félicitations.
27 décembre 1886 (suite).				
DORDOGNE (<i>suite</i>).				
ISAAC, chef de cabinet du préfet de la Dordogne.			1 ^{re}	
RIBEYROL, contre- maître de carrière.			1 ^{re}	
LADEULL, ouvrier car- rier.			2 ^e	
TOUZA, id.			2 ^e	
ROBERT, id.	Chancelade.	Août 1886. Se sont particuliè- rement distingués par leur cou- rage et leur dévouement lors des recherches effectuées dans les carrières de Chancelade pour dé- couvrir les corps des ouvriers victimes de la catastrophe du 25 octobre 1885.		Mention honorable
DESMAISON, id.	Effondrement			Id.
BENOIT, id.	des carrières.			Id.
NADAUD, id.	(octobre 1885)			Id.
BAYLET, id.				Id.
CANNAT, id.				Id.
MARIS, id.				Id.
RIBIÈRE fils, id.				Id.
SAINT-MARTIN, id.				Id.
PARMENTIER, id.				Id.
PRALON, id.				Id.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE LA PRUSSE DE 1881 A 1885.

Nous extrayons les tableaux suivants de la statistique de l'in-
dustrie minière en Prusse pour l'année 1885 :

I. — Production minière de 1881 à 1885.

PRODUITS.	1881	1882	1883	1884	1885
<i>Combustibles minéraux et hydrocarbures.</i>					
Houille. tonnes	43.780.545	47.097.376	50.611.018	51.867.646	52.879.004
Lignite. tonnes	10.412.153	10.798.091	11.826.630	12.055.697	12.387.284
Asphalte. tonnes	15.905	12.996	20.411	19.005	19.401
Huile minérale. tonnes	2.871	5.989	2.495	3.633	2.695
Total.	54.211.474	57.914.490	62.460.554	63.945.981	65.288.384
<i>Sels alcalins.</i>					
Sel gemme. tonnes	207.858	210.130	208.241	197.247	205.492
Sel obtenu par dissolu- tion. tonnes	247.006	251.679	258.199	258.854	255.517
Kainite. tonnes	160.325	141.272	230.071	203.120	195.391
Autres sels de potasse. tonnes	385.107	553.029	609.742	585.016	529.539
Sels de soude. tonnes	2.543	3.472	30	80	27
Boracite. tonnes	77	86	151	153	121
Total.	1.002.916	1.159.668	1.306.434	1.244.470	1.186.087
<i>Minerais métalliques.</i>					
Minerais de fer. tonnes	3.933.314	4.027.473	4.118.331	4.186.075	3.925.783
Id. de zinc. tonnes	659.211	693.369	676.796	631.235	679.787
Id. de plomb. tonnes	148.790	157.236	149.445	141.108	140.337
Id. de cuivre. tonnes	515.359	558.851	604.407	583.582	611.337
Id. d'argent et d'or. tonnes	122	115	96	67	59
Id. de cobalt. tonnes	33	66	98	41	29
Id. de nickel. tonnes	7	15	15	31	11
Id. d'antimoine. tonnes	57	42	33	16	14
Id. d'arsenic. tonnes	443	451	225	1.196	1.487
Id. de manganèse. tonnes	11.086	4.670	4.574	7.751	14.696
Pyrites employées comme minerais de soufre. tonnes	124.925	157.961	148.717	149.428	115.195
Sulfates et aluns divers. tonnes	17.084	22.283	10.734	11.745	5.453
Total.	5.410.431	5.622.532	5.713.471	5.712.275	5.494.178
Total général.	60.624.821	64.696.690	69.480.459	70.902.726	71.968.649

II. — Nombre d'ouvriers employés dans les mines de 1881 à 1884.

ANNÉES.	MINES de charbon.	MINES de lignite.	MINES métalliques.	AUTRES mines.	TOTAL.
1881	162.951	19.959	69.984	7.885	260.779
1882	172.397	20.108	71.644	8.208	272.357
1883	184.099	21.197	72.347	8.590	286.233
1884	190.707	21.614	70.513	9.067	291.901

III. — Production des usines métallurgiques de 1881 à 1885.

PRODUITS.	1881	1882	1883	1884	1885
	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Fonte au bois.	31.614	31.854	33.370	30.999	31.337
Fonte au coke	2.141.295	2.435.694	2.542.608	2.587.898	2.633.537
Total pour la fonte. . . .	2.172.909	2.467.548	2.575.978	2.618.897	2.664.874
Zinc.	105.345	113.272	116.644	125.183	128.911
Plomb.	81.656	86.811	84.809	88.460	87.216
Litharge.	3.203	2.739	3.839	3.573	3.126
Cuivre.	14.624	14.886	16.189	16.675	17.424
Mattes cuivreuses.	1.079	886	545	300	343
Nickel.	82	121	109	126	145
Smalt.	16	27	21	21	34
Etain.	»	»	»	77	120
Régules d'antimoine. . . .	239	159	104	131	149
Antimoine métallique. . . .	18	17	24	12	»
Manganèse	4	5	12	11	7
Produits arsénicaux.	112	251	58	370	522
Soufre.	2.571	3.365	3.753	3.803	3.190
Acide sulfurique ordinaire. .	188.079	211.825	222.761	250.545	246.473
Acide sulfurique fumant. . .	1.514	3.643	2.219	9.351	8.619
Sulfate de fer.	5.235	5.237	4.872	5.158	4.801
Sulfate de cuivre.	2.385	2.176	2.517	3.120	2.587
Sulfate de fer et de cuivre. .	436	367	411	300	254
Sulfate de zinc.	352	435	567	692	683
Ogres	130	185	184	186	161
Total.	2.580.009	2.913.955	3.035.636	3.126.991	3.169.639
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.
Argent.	145.201	161.520	172.865	184.876	195.035
Or	211	82	102	146	130
Cadmium.	3.367	3.671	2.419	2.768	3.267
Total.	148.779	165.273	175.386	187.790	198.432

On voit par le tableau I que, sauf un léger ralentissement dans l'extraction des sels alcalins et dans celle des minerais de fer, la

production minérale du royaume de Prusse s'est accrue d'une façon constante pendant ces cinq dernières années. Pour les combustibles minéraux, l'extraction a augmenté de 11 millions de tonnes de 1881 à 1885.

La production des usines métallurgiques a suivi aussi une marche régulièrement ascendante pendant ce laps de temps. La fabrication de la fonte s'est élevée de 500.000 tonnes.

Depuis 1884, les statistiques prussiennes ne fournissent plus aucun chiffre de production relatif au fer ni à l'acier.

(Extrait par M. PELLÉ, ingénieur des mines, de la Zeitschrift für das Berg, Hütten und Salinenwesen im preussischen Staate 1886.)

MINES DE NICKEL DU DISTRICT DE THIO

(NOUVELLE-CALÉDONIE).

Le district de Thio est celui qui contient les gisements de nickel actuellement reconnus comme les plus riches et les plus productifs de notre colonie (*). Les principaux d'entre eux sont ceux du plateau de Thio, compris entre la rive gauche de la rivière de Thio et son affluent le ruisseau Kouango, la mer, la rive droite de la rivière Dothio et son affluent le ruisseau Kouanahoué; ce plateau, d'une étendue totale d'environ 1.900 hectares, renferme plusieurs filons de nickel dirigés pour la plupart du nord au sud, et qui, au voisinage de la surface, se subdivisent en un grand nombre de veines, particulièrement dans les endroits où les serpentines étaient le plus disloquées.

Les mines ouvertes sur ce plateau par la Société *le Nickel* se divisent en trois groupes, reliés entre eux par une voie ferrée d'une longueur totale de près de 8 kilomètres, comprenant deux plans inclinés automoteurs dont la pente est de près de 45° et qui permettent de descendre le minerai du plateau sur le bord de la rivière de Thio; les travaux ont été commencés en 1875 et

(*) *Annales des mines*, 1^{er} vol. de 1886, p. 666.

1876; ils portent sur plusieurs filons de 1 à 2 mètres de puissance en général; celui des mines Rose et Plourivo est dirigé N. 39° E. et forme au voisinage de la surface de puissants amas, qui sont exploités à ciel ouvert; à la mine Beaucourt, on a exploité, par galeries, un filon nord-sud, de 10 mètres de puissance. Un quatrième groupe de travaux, appartenant à la même société, porte sur un filon de deux mètres de puissance, situé sur la rive gauche de la rivière Dothio, et qui n'a encore été attaqué qu'à la surface. L'ensemble de ces mines a fourni, dans les six années 1880-1885, un total de 28.933 tonnes de minerai, d'une teneur moyenne de 10,5 p. 100. En outre, on a abandonné dans les déblais, du moins dans les premiers temps de l'exploitation, comme n'ayant que peu de valeur, une quantité considérable de minerai tenant de 3 à 11 p. 100 de nickel, qu'on s'occupe actuellement de reprendre pour le laver et l'enrichir.

Il a été extrait, pendant la même période, près de 1.200 tonnes de minerai de six autres mines, moins importantes, du district de Thio, dont trois sont situées également sur le plateau, tandis que les autres se trouvent sur la rive droite et dans le haut de la rivière de Thio : ces dernières sont ouvertes sur une série de filons de 2 mètres de puissance moyenne et sur un amas considérable; la teneur du minerai atteint 12 et 14 p. 100, mais l'éloignement de ces mines et le défaut de moyens de transport économiques en a fait suspendre provisoirement l'exploitation.

Enfin, d'importants amas ont été découverts en 1883 au voisinage du ruisseau Kouangoa, affluent de la rivière de Thio, qui marque la limite entre les serpentines constituant le massif du plateau de Thio et les mélaphyres, affleurant sur divers points de la rive droite : les travaux d'exploitation de la mine Tournourou, ouverts sur ce gisement en novembre 1885, avaient déjà donné, au 1^{er} juin 1886, un total de 600 tonnes de minerai légèrement quartzeux tenant en moyenne 10 p. 100 de nickel; le minerai, trié et mis en sacs, est descendu au fond de la vallée au moyen de deux câbles tendus, d'une portée de 500 mètres, sur lesquels on fait glisser les sacs, suspendus par une fourche en bois dur; il est transporté de là, après un lavage et un nouveau triage, à dos de cheval, puis par voiture, jusqu'au point d'embarquement sur la rivière de Thio.

La crise qui sévit sur l'industrie a, malheureusement obligé les exploitants, en 1886, à ralentir ou même à suspendre l'exploitation d'un certain nombre de ces mines, mais il est à espérer que la situation ne tardera pas à s'améliorer; et si le projet,

déjà mis en avant, de substituer le nickel au cuivre pour la fabrication de la monnaie de billon française, venait à être définitivement adopté, l'industrie minérale de la colonie prendrait immédiatement un essor considérable.

(Extrait d'un rapport de M. CROISILLE, garde-mines, sur les mines du district de Thio.)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DIXIÈME.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

Étude sur le bassin houiller de Waldenburg (Basse-Silésie); par M. L. Bochet.	Pages 221
Étude sur les gisements de minerai de fer du centre de la France; par M. de Grossouvre.	311

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

Commission d'étude des moyens propres à prévenir les explosions de grisou dans les houillères. — Analyse sy- noptique des rapports officiels sur les accidents de grisou en France de 1817 à 1881, dressée au nom de la Com- mission; par MM. Jules Petitdidier et Charles Lalle- mand :	
Septième fascicule.	11
Huitième fascicule. (<i>Fin</i>).	521
Résultats de l'enquête faite en Angleterre par une Commis- sion spéciale sur les accidents de mines; par M. Lorieux.	403
Mémoire sur l'aérage des mines dans le bassin houiller de la Ruhr (Westphalie); par M. L. Bochet.	143
Note sur un accident survenu au puits des Rosiers (conces- sion du Quartier-Gaillard. Loire), par suite d'une rupture de câble.	200
Étude sur les salines de Roumanie; par M. Maxime Pellé.	270

MÉTALLURGIE. — MINÉRALURGIE.

Bulletin des travaux de chimie exécutés en 1884 et en 1885

Pages

dans les laboratoires départementaux de Caen, Clermont- Ferrand, le Mans, Marseille, Mézières, Saint-Étienne, Troyes, Videssos, Alger, Constantine et Oran.	427
---	-----

OBJETS DIVERS.

Rapport sur le règlement belge du 28 mai 1884 concernant l'emploi et la surveillance des appareils à vapeur et sur sa comparaison avec le décret français du 30 avril 1880; par M. Julien.	5
Éloge de M. Charles Combes, inspecteur général des mines, directeur de l'École nationale des mines; par M. J. Ber- trand.	92
Rapport présenté à la Commission centrale des machines à vapeur au nom de la sous-commission chargée d'étudier la question de la réglementation des récipients de gaz sous pression; par M. A. Michel-Lévy.	203
Bulletin des accidents arrivés dans l'emploi des appareils à vapeur pendant l'année 1885.	214
Notice nécrologique sur M. Tournaire, inspecteur général des mines; par M. Castel.	254
Grande-Bretagne. — Loi de 1886 sur les mines de houille. — Notice et traduction; par M. L. Aguilhon.	419
Étude et enquête sur les conditions d'installation et de fonc- tionnement des chaudières de première catégorie chauffées par les flammes perdues des foyers métallurgiques.	482
Rapport sur l'explosion de la chaudière du bateau à vapeur <i>le Tape-Dur</i> à l'écluse de Bougival (Seine-et-Oise); par M. A. Michel-Lévy.	511

BULLETIN.

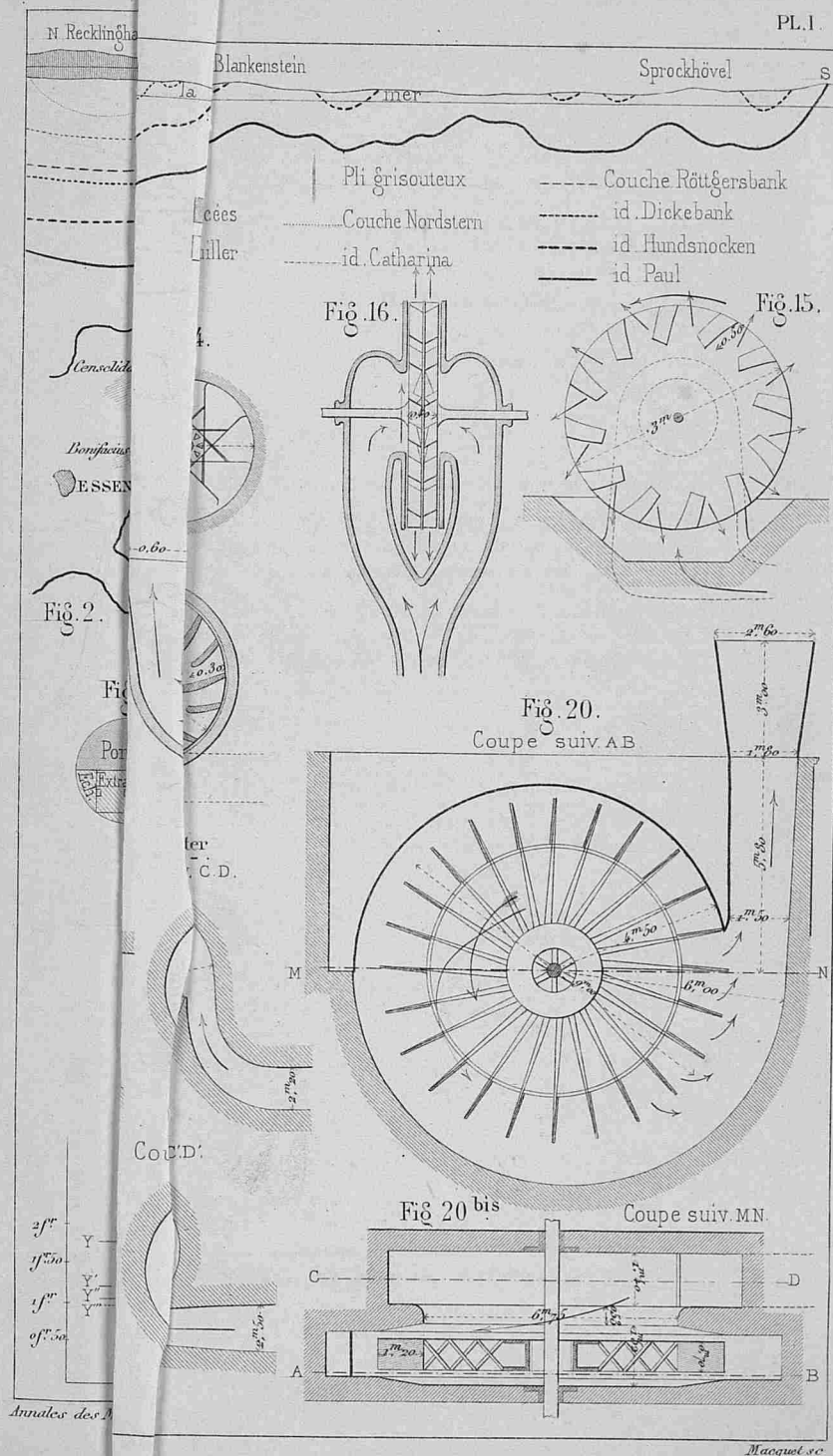
Actes de courage et de dévouement : accidents arrivés dans les mines et les carrières.	599
Statistique de l'industrie minière de la Prusse de 1881 à 1885.	607
Mines de nickel du district de Thio (Nouvelle-Calédonie).	609

EXPLICATION DES PLANCHES

DU TOME DIXIÈME.

- Pl. I. — Aérage des mines dans le bassin houiller de la Ruhr.
 Pl. II. — Carte et coupe géologiques du bassin houiller de Waldenburg.
 Pl. III et IV. — Étude sur les salines de Roumanie.
 Pl. V et VI. — Gisements de minerai de fer du centre de la France.
 Pl. VII. — Explosion de la chaudière du bateau à vapeur *le Tape-Dur*.

PARIS. — IMP. C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.



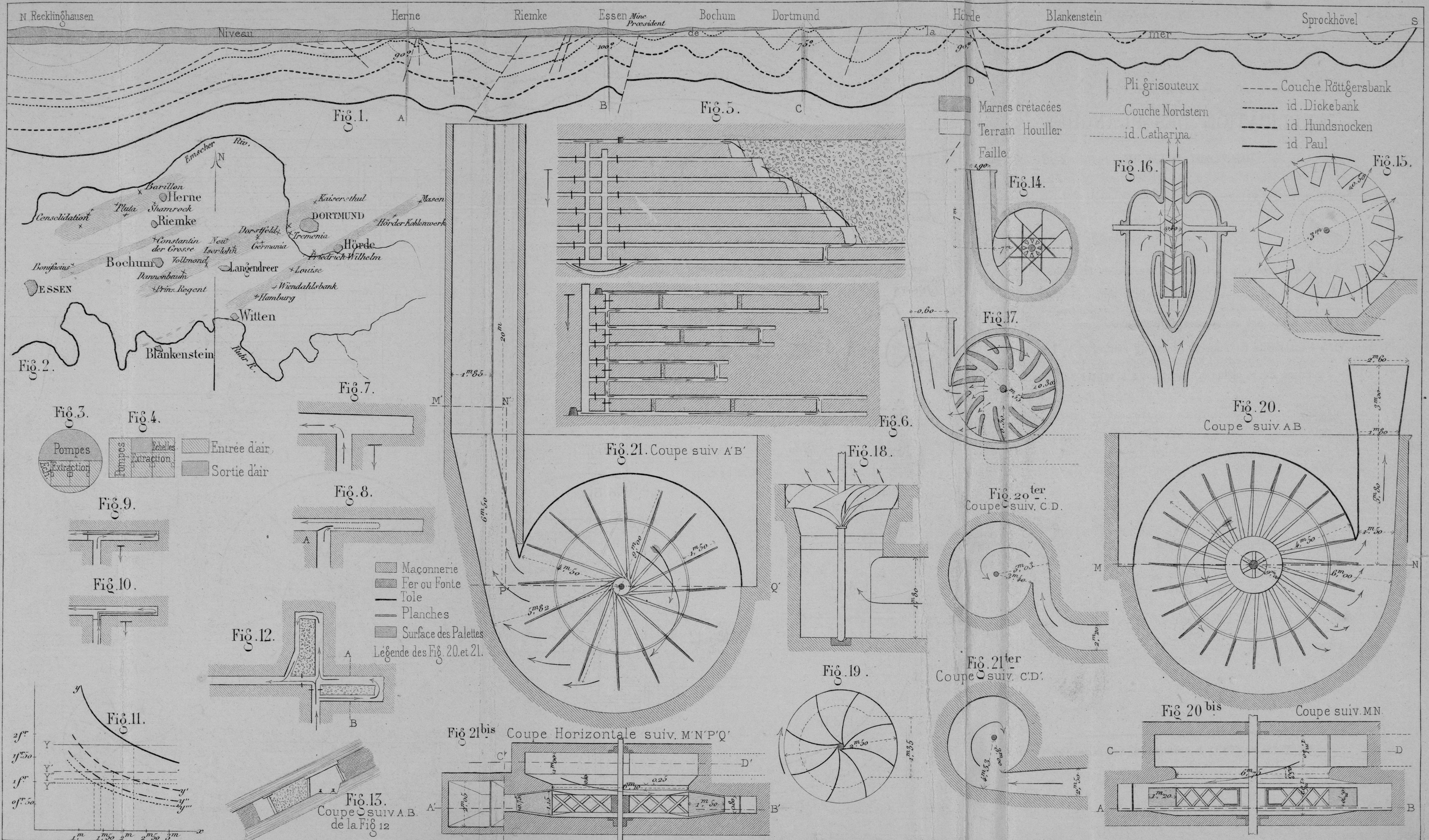
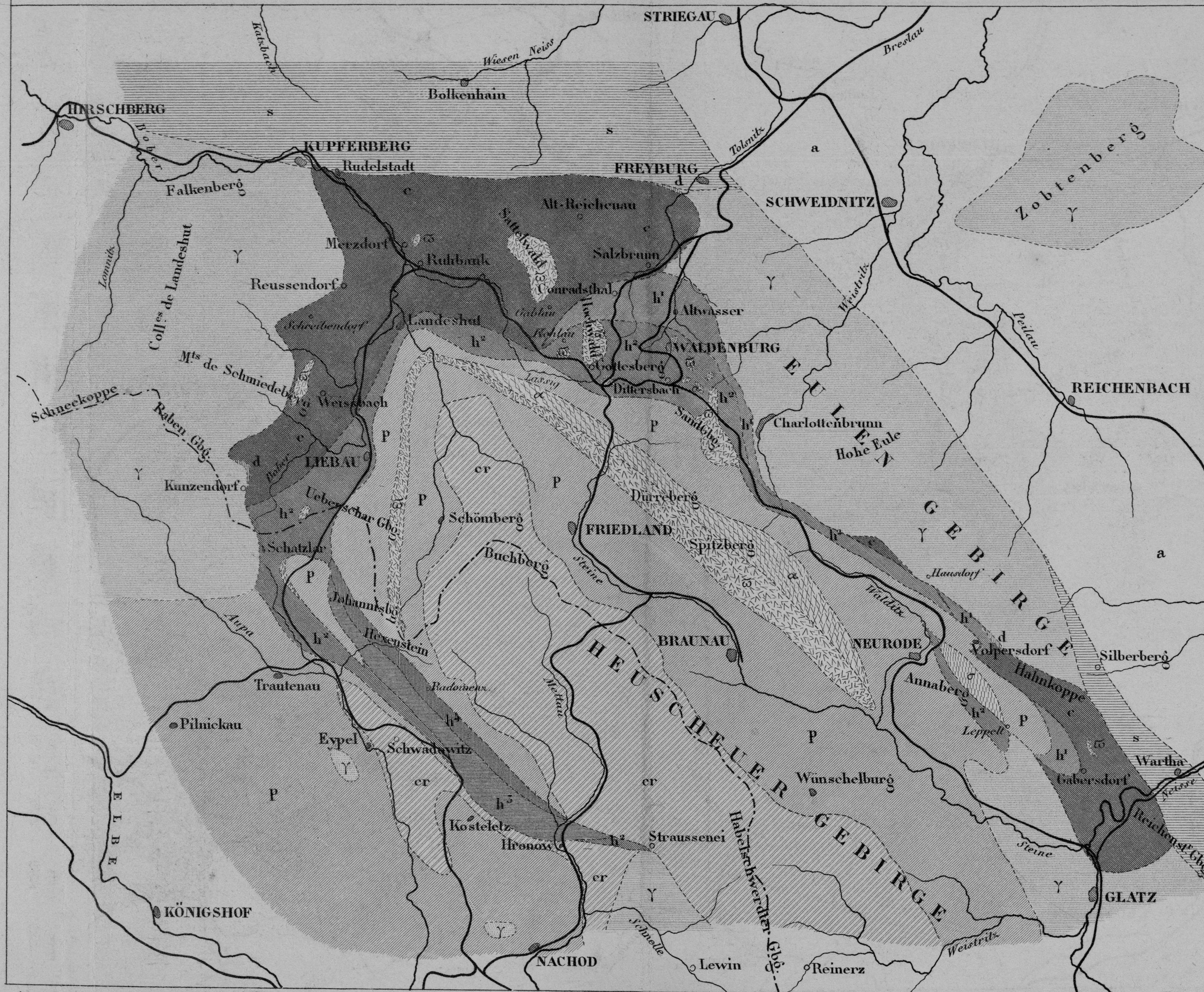


Fig. 1. CARTE GÉOLOGIQUE DU BASSIN HOILLER DE WALDENBURG (BASSE SILÉSIE)
Echelle de 400,000



Légende
de la Carte

a Alluvions

cr Crétacé

p Permien

h⁴ de Radowenz

h⁵ de Schwadowitz

h² de Waldenburg

h¹ d'Altwasser

c Culm

d Dévonien

s Silurien

γ Gneiss et Micaschiste

⊕ Porphyre

α Aphanite

σ Gabbro

Légende
de la Coupe

Terrains de première consolidation

Terrain houiller

Terrain permien

Terrain crétacé

Etages houillers

S.W.

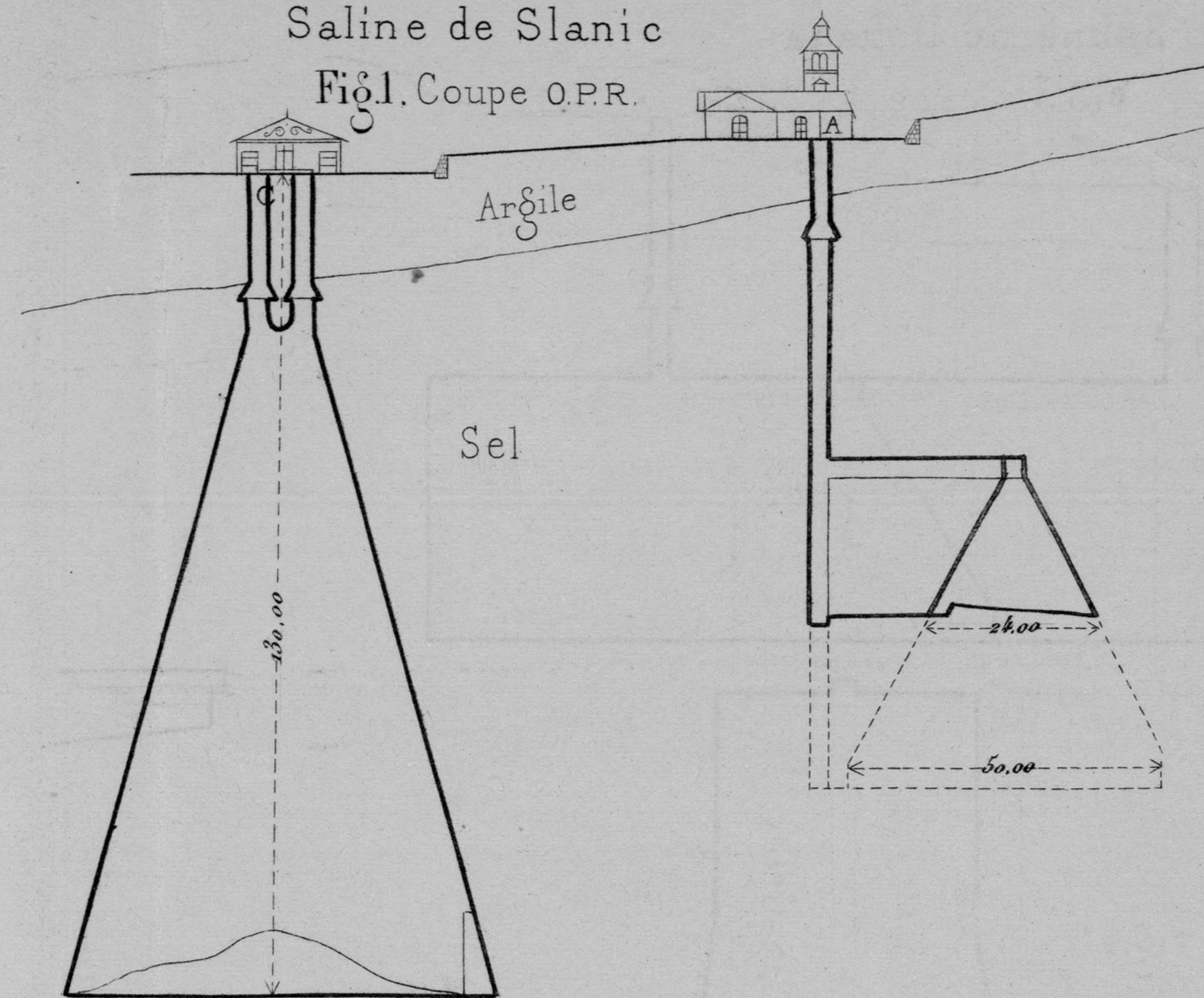
Fig. 2. Coupe transversale schématique du bassin

N.E.

Maquet sc

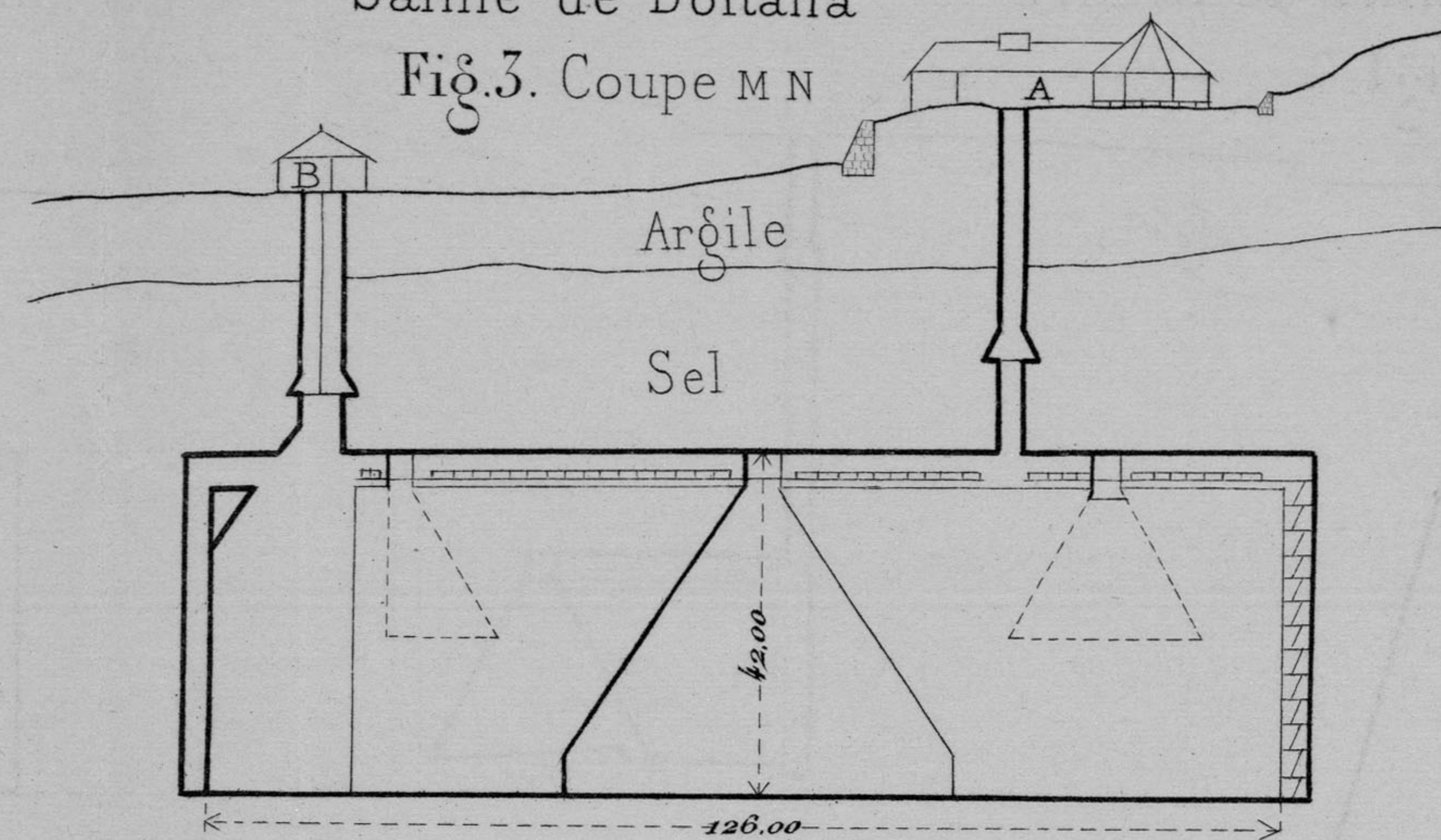
Saline de Slanic

Fig. 1. Coupe O.P.R.



Saline de Doftana

Fig. 3. Coupe M N



Saline de Tirgu-Oena

Fig. 5. Coupe s.T.V.

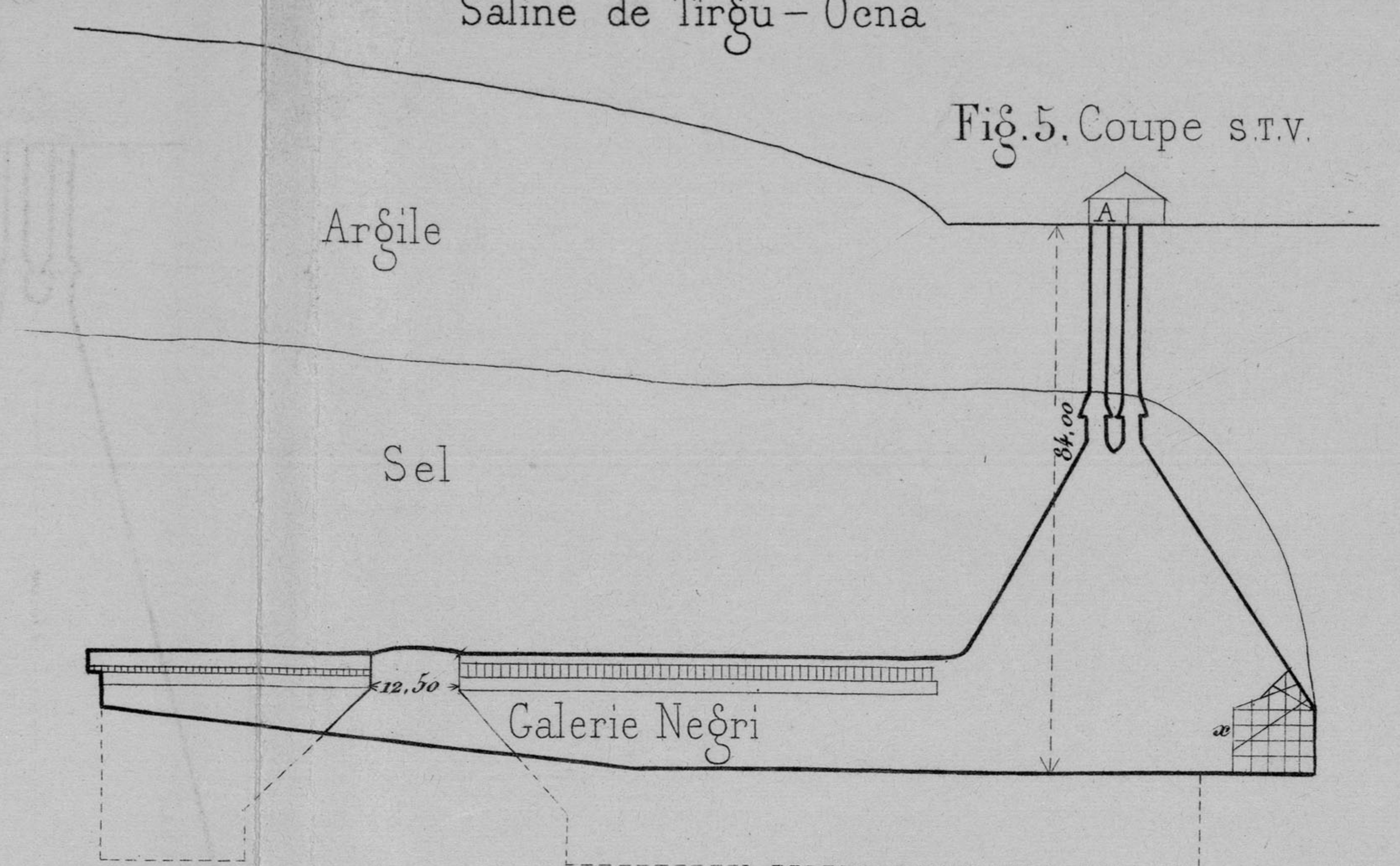


Fig. 4. Plan

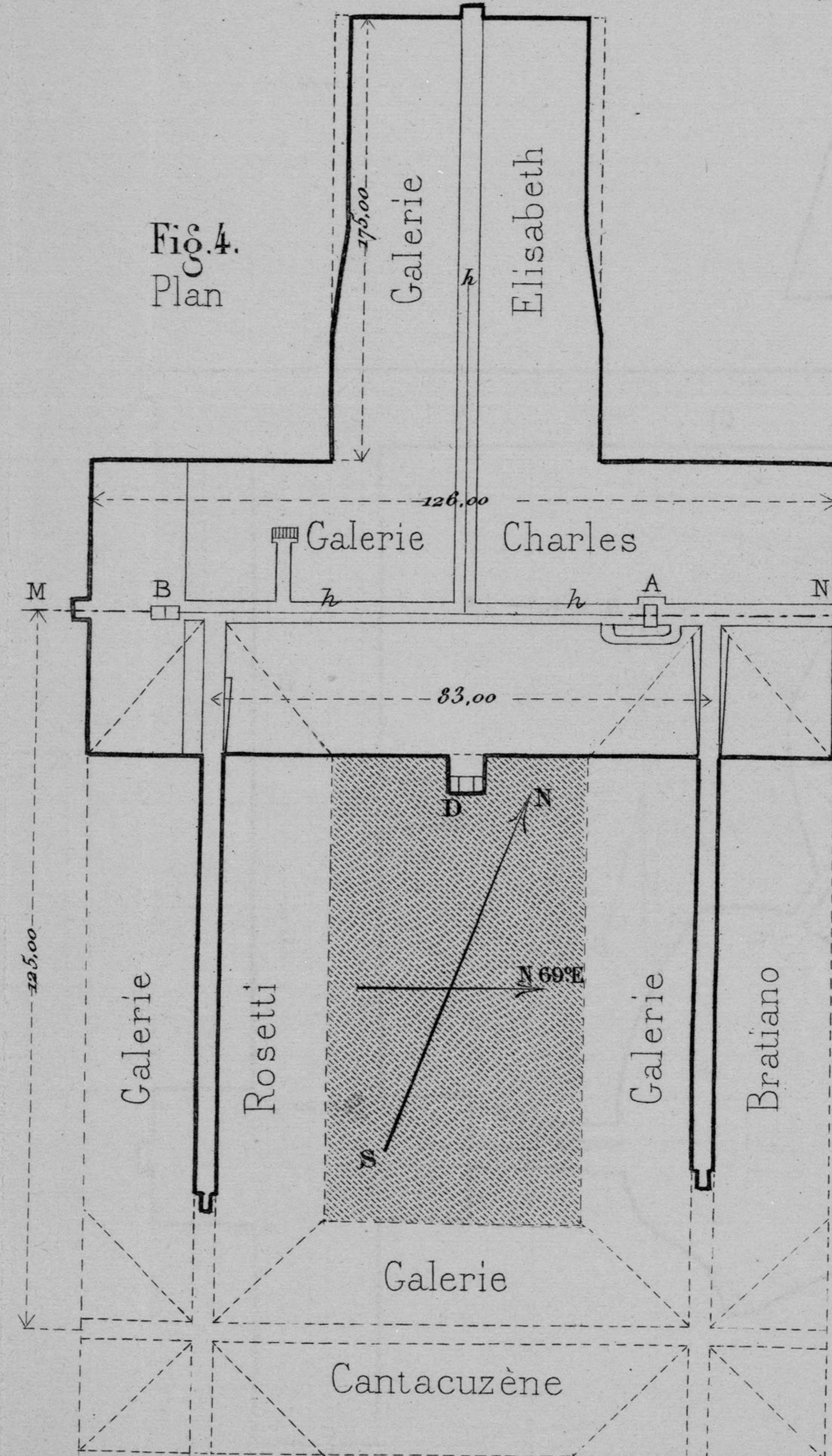
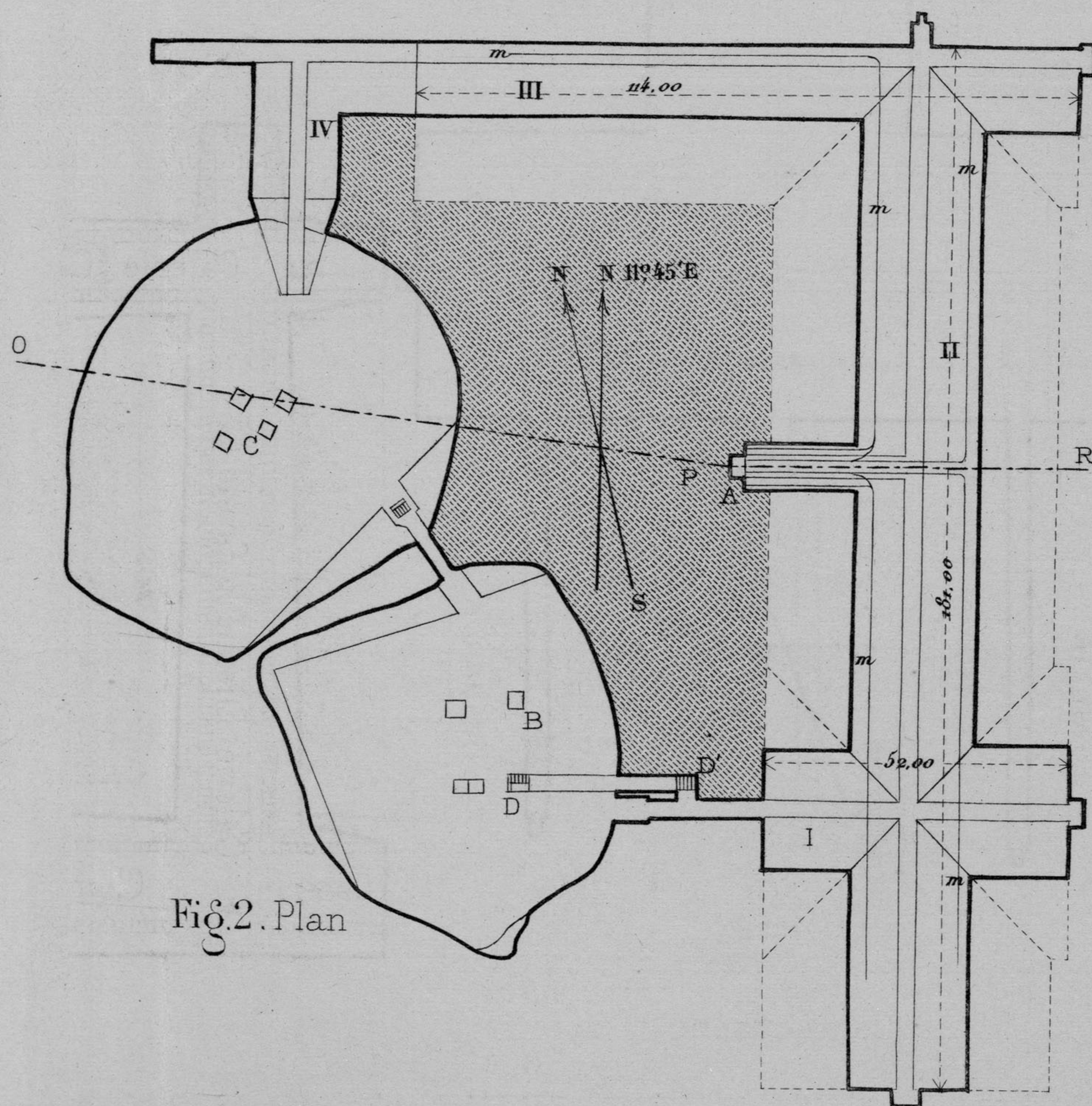
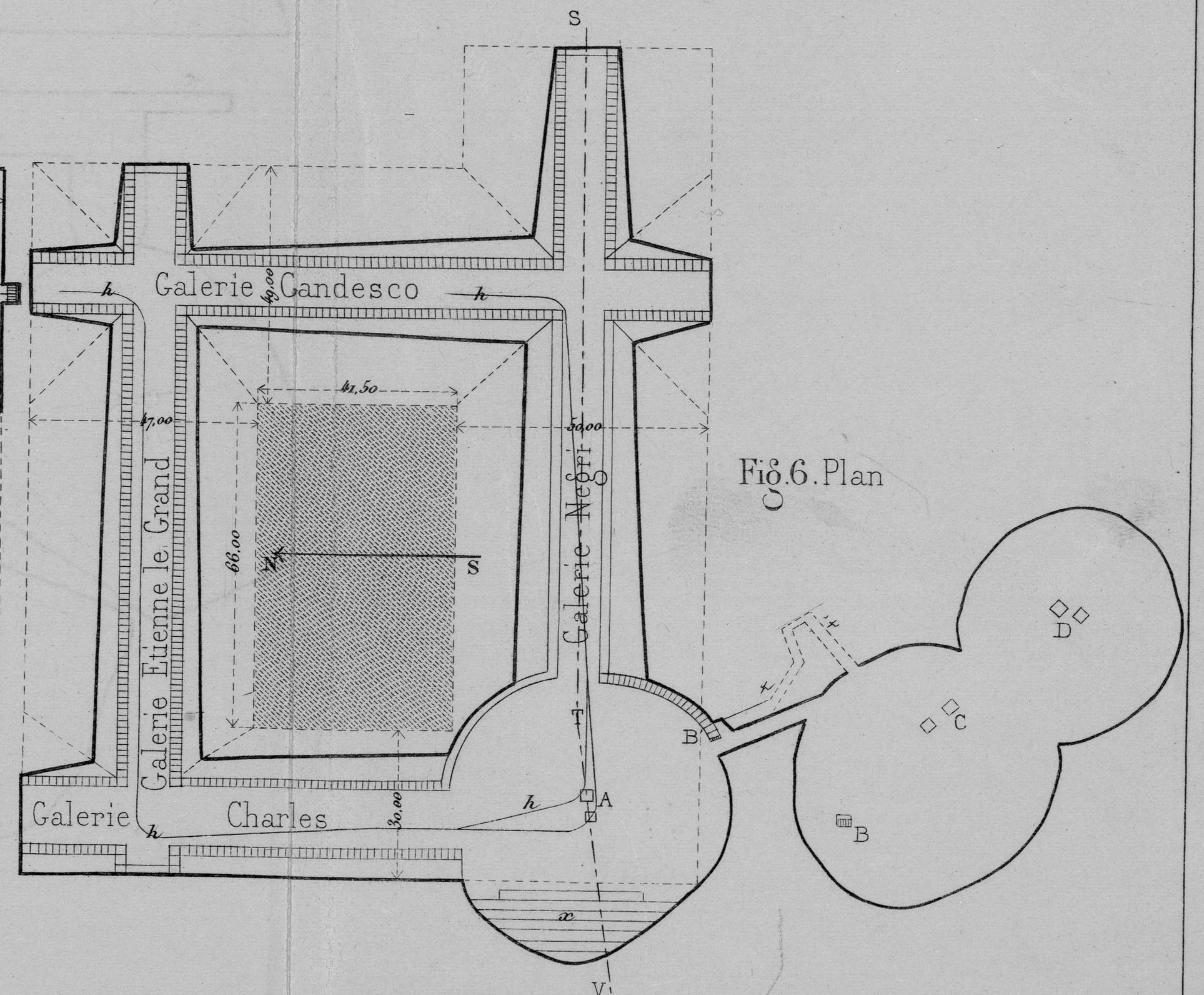


Fig. 6. Plan



Grandes - Salines

Fig. 1. Coupe PQ

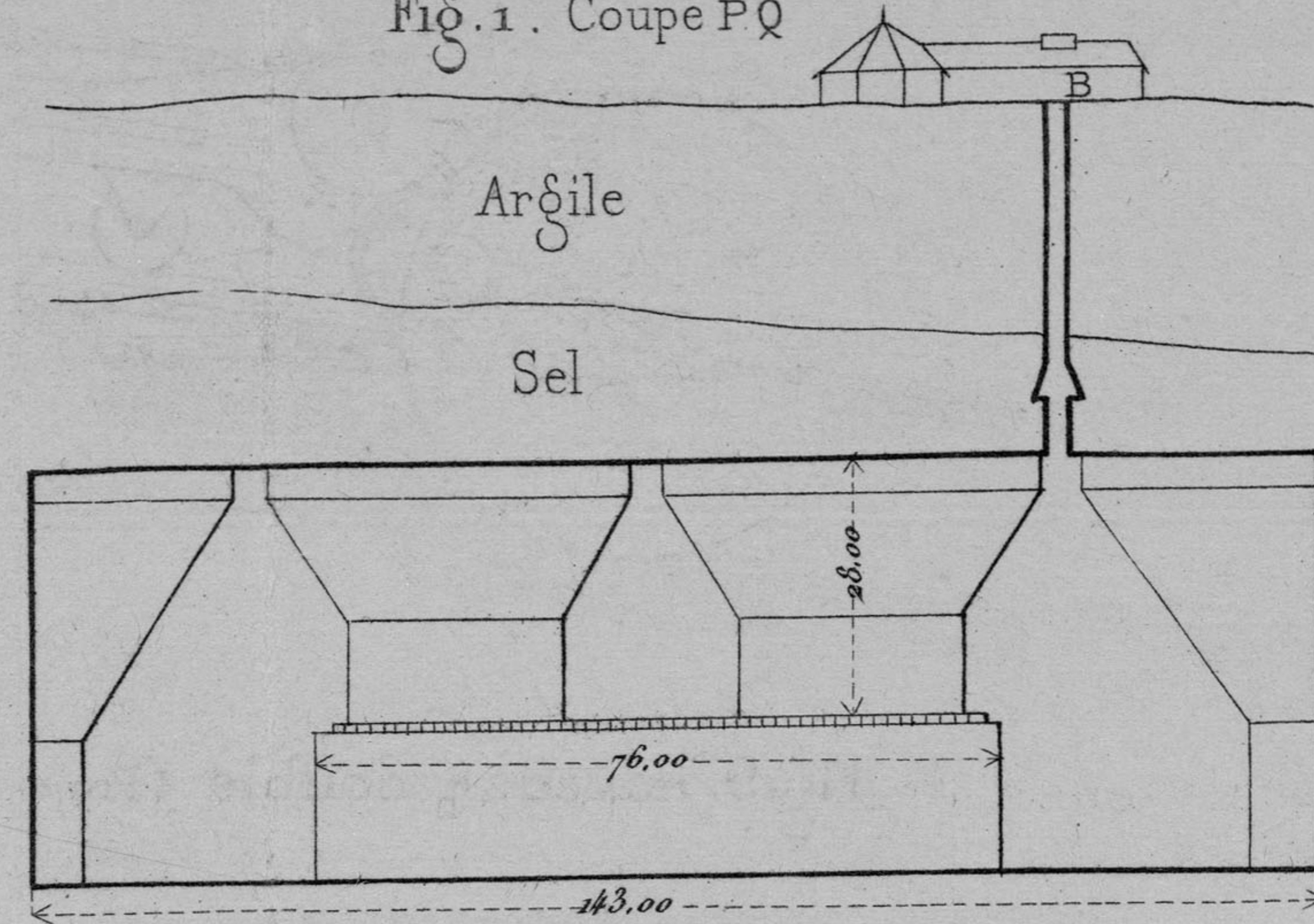


Fig. 2. Plan

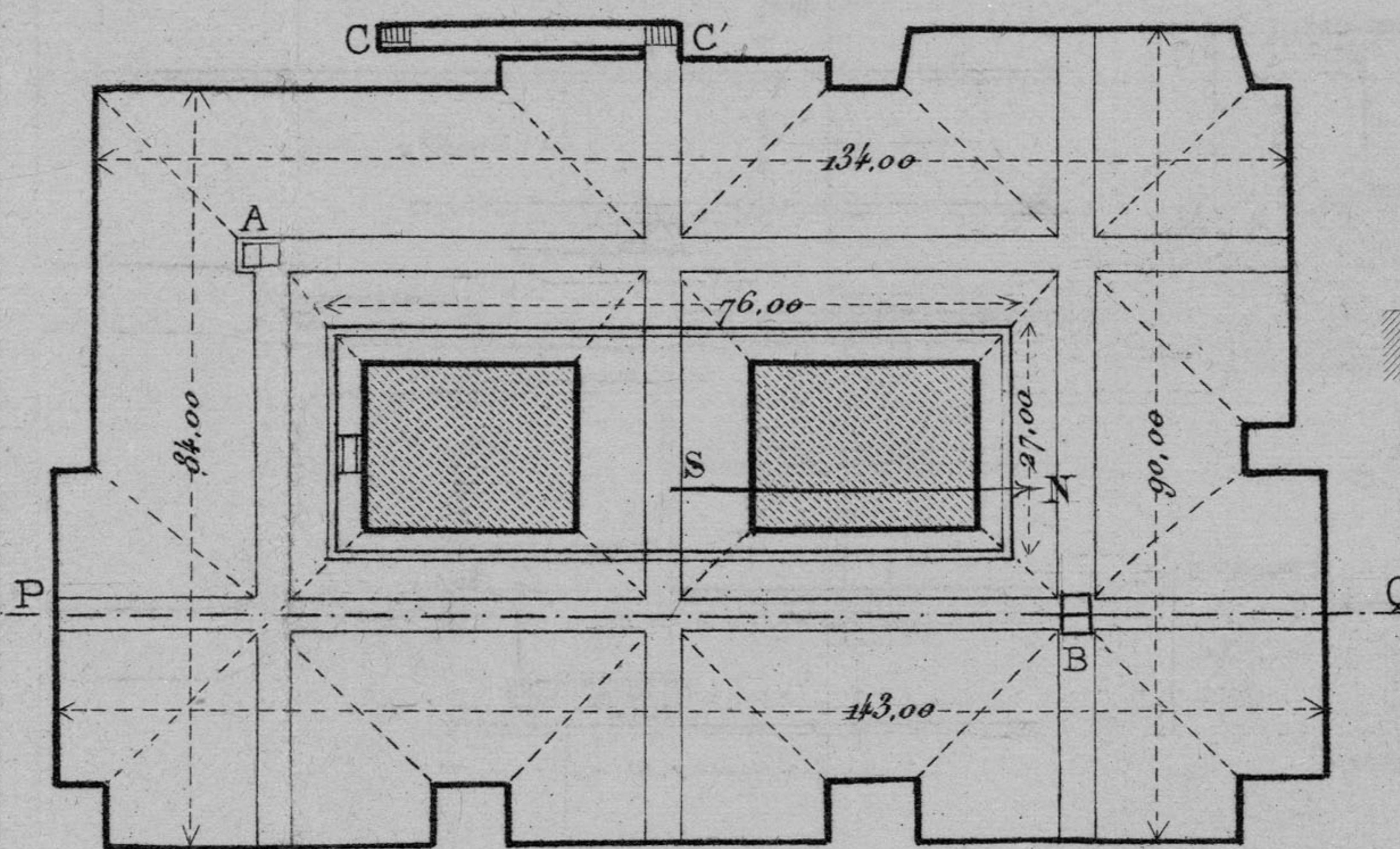


Fig. 3. Partie Supérieure des galeries de Slanic

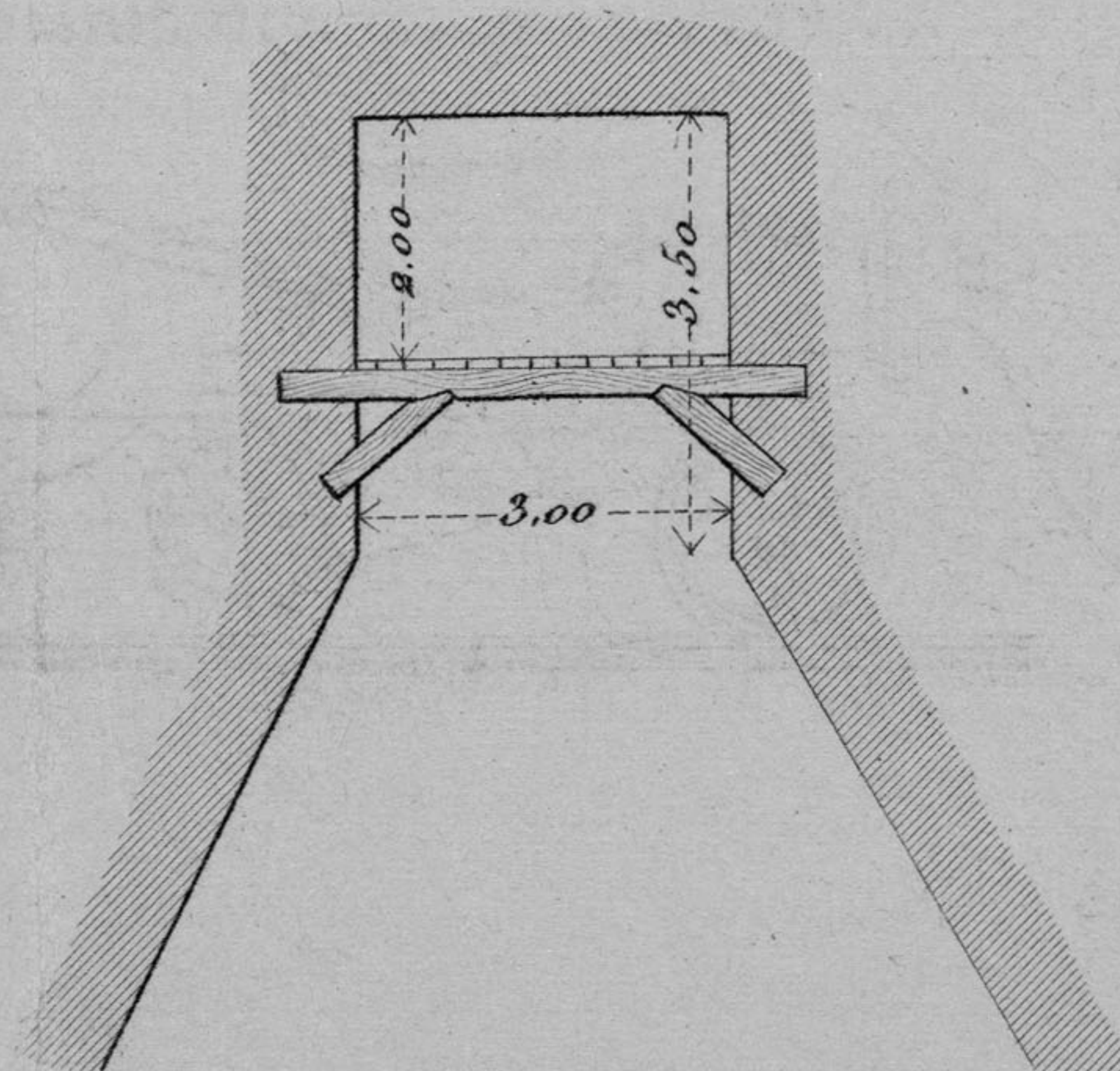


Fig. 6. Coupe de la Galerie II à Slanic

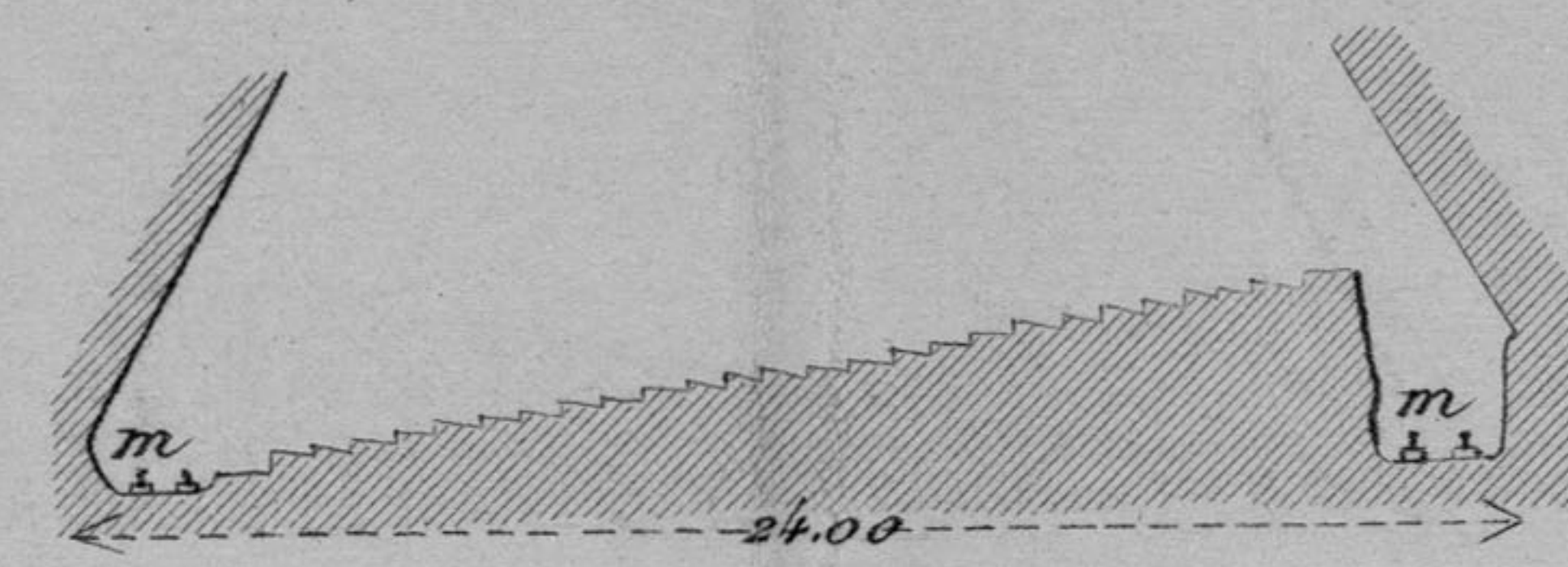


Fig. 7. Abatage mécanique

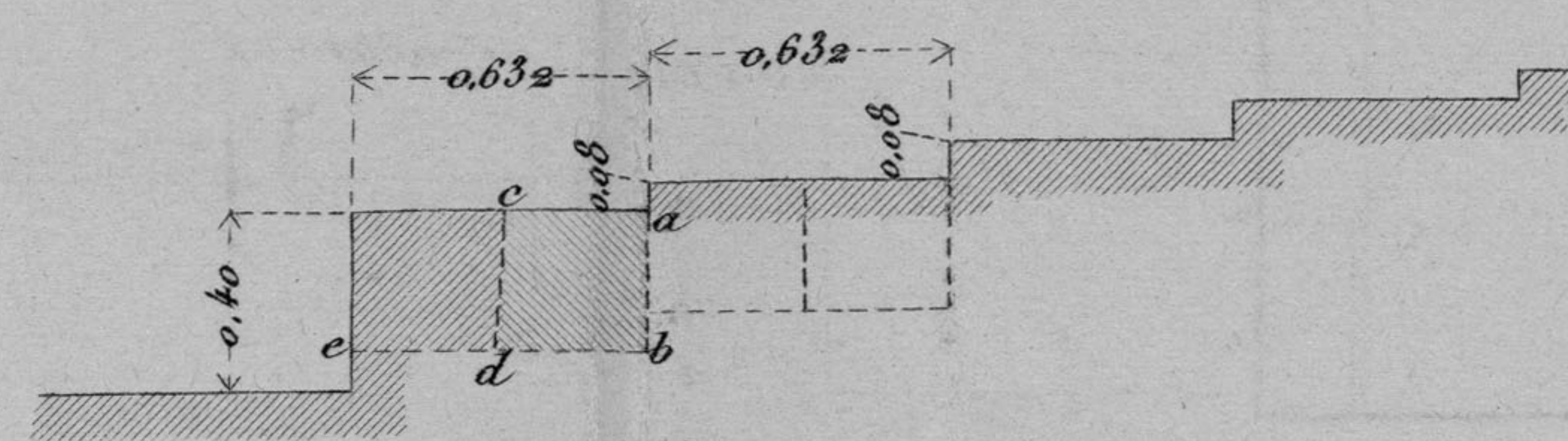


Fig. 8. Haveuse double (Elevation)

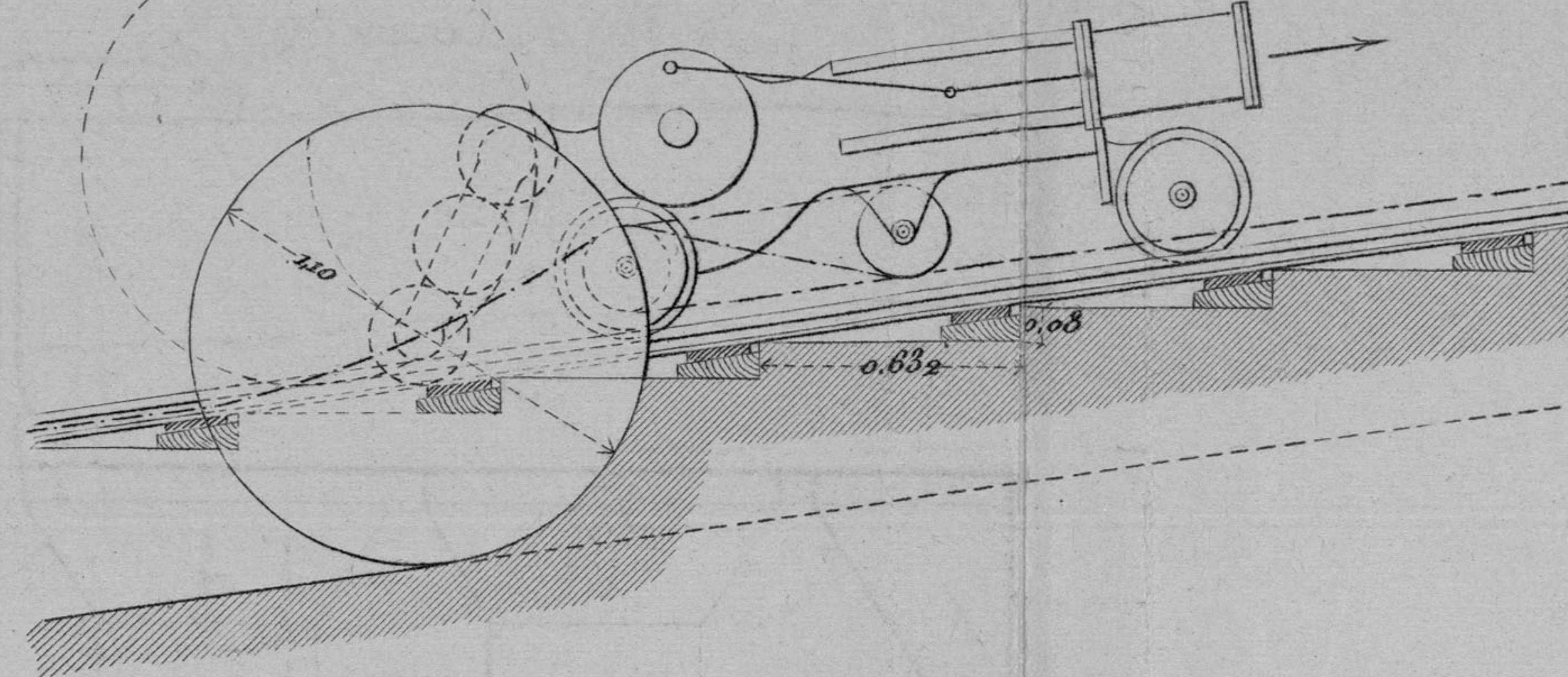


Fig. 9. Haveuse double (Projection horizontale)

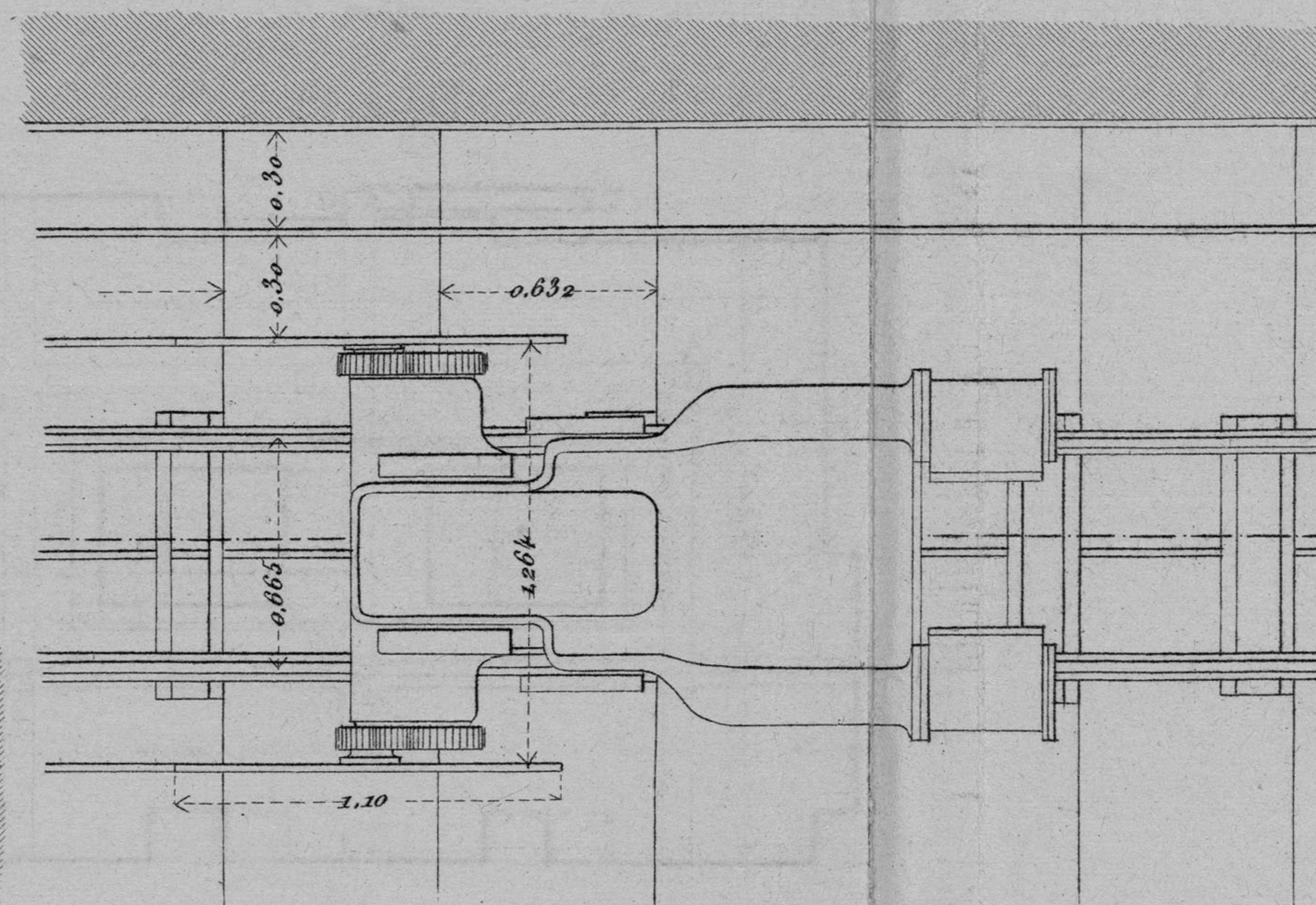


Fig. 14. Haveuse horizontale (Projection horizontale)

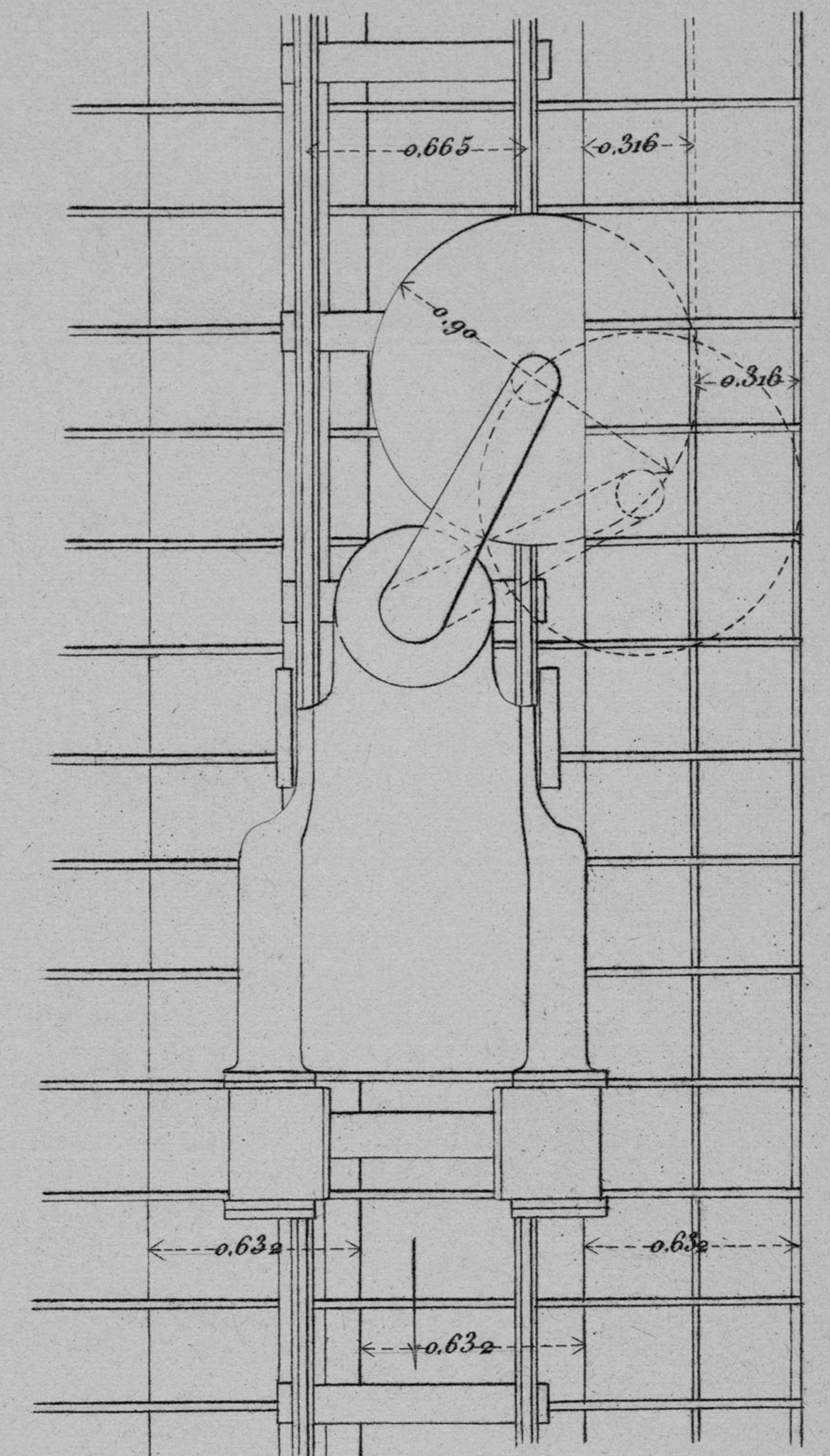
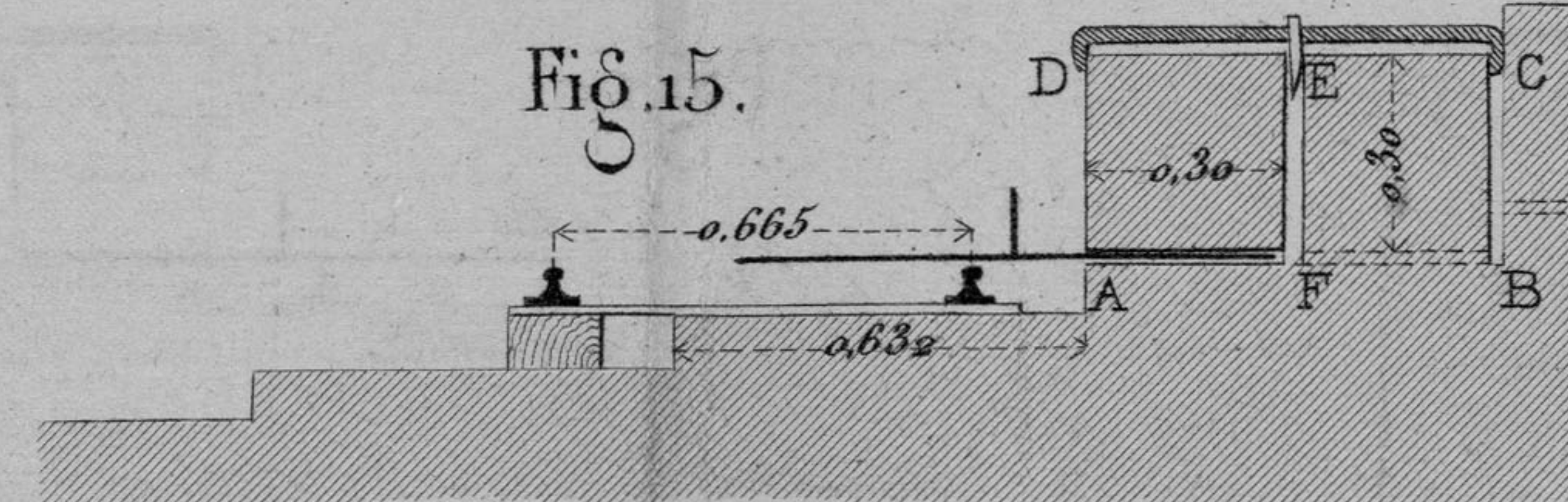


Fig. 15.



Travail de la haveuse horizontale

Fig. 16

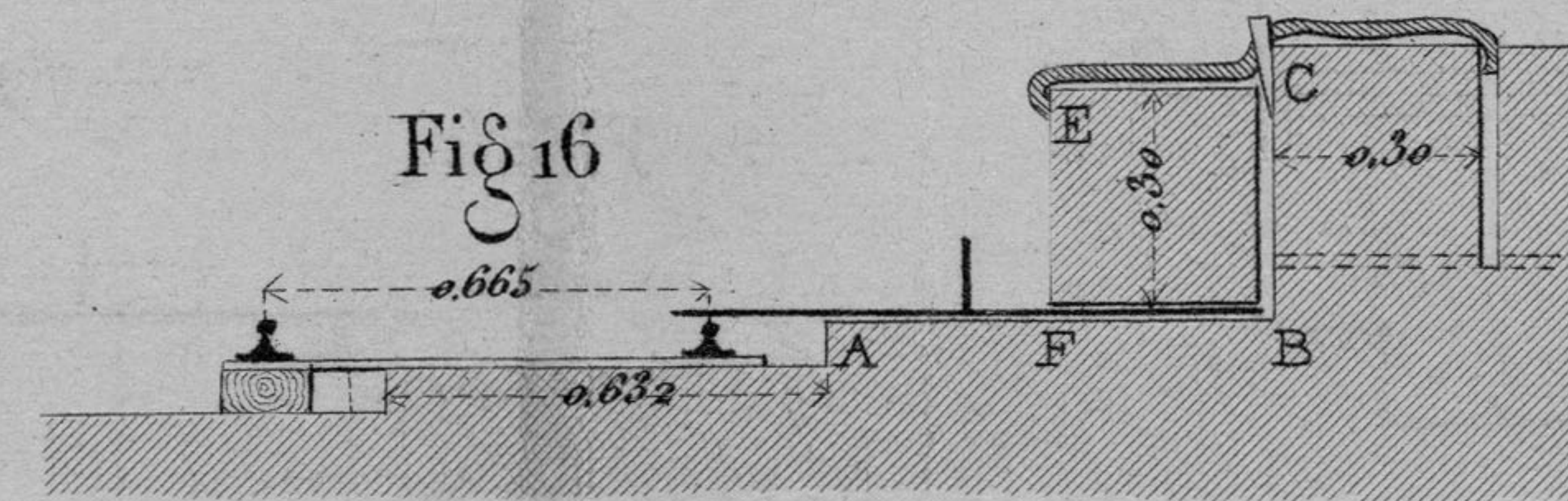


Fig. 4. Abatage à la main

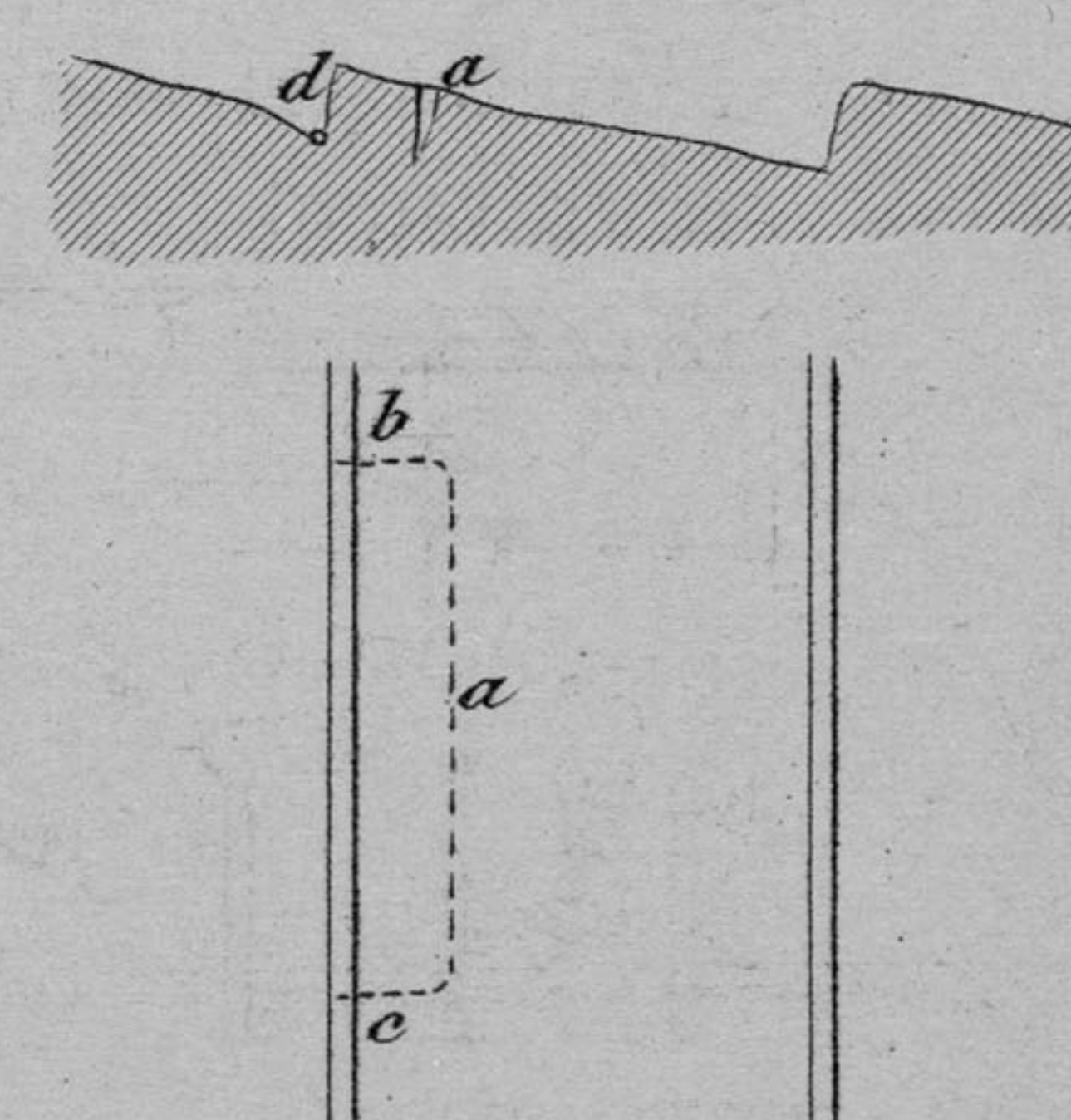


Fig. 5. Percement des Galeries de traçage

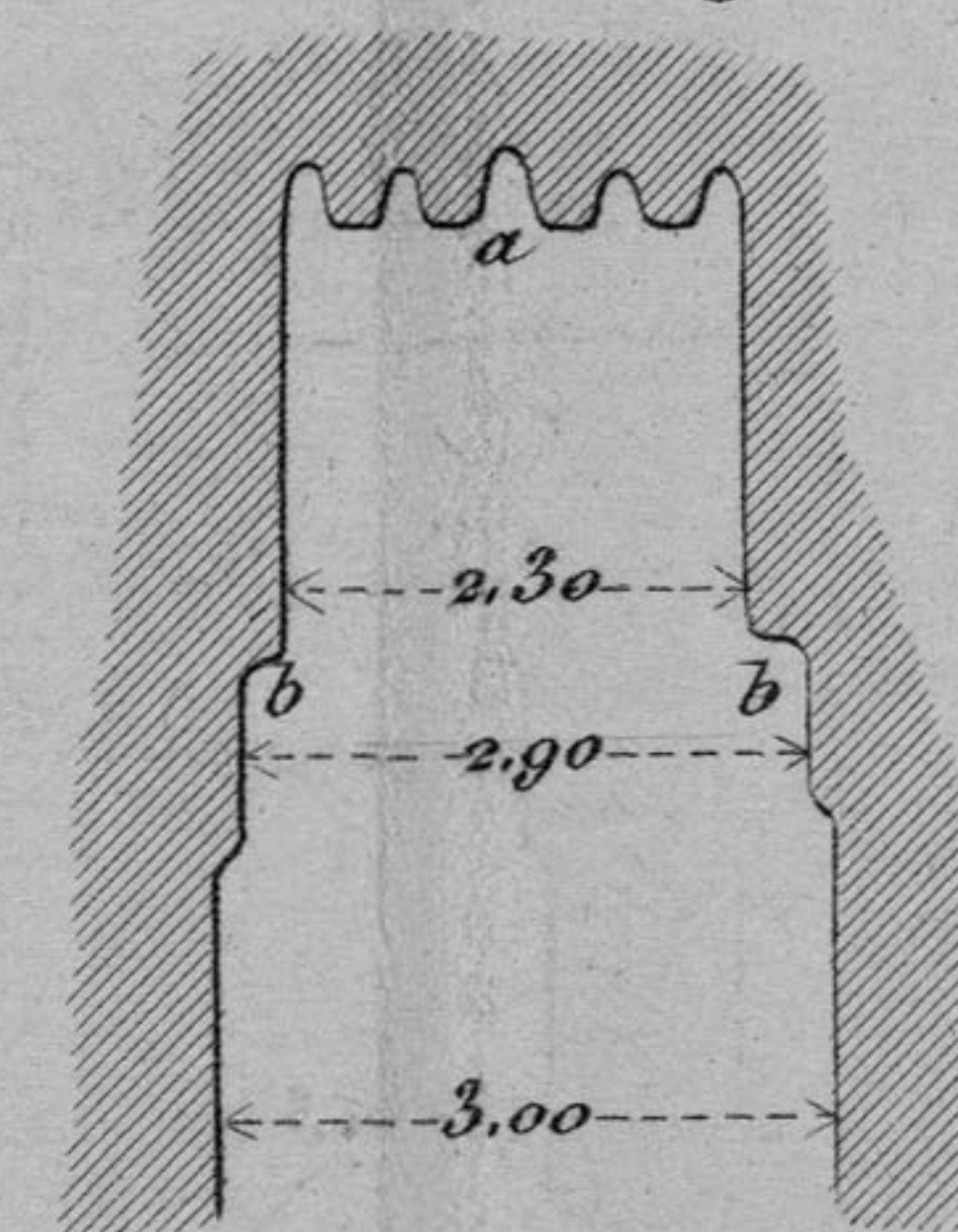


Fig. 10. Encastrement d'un burin

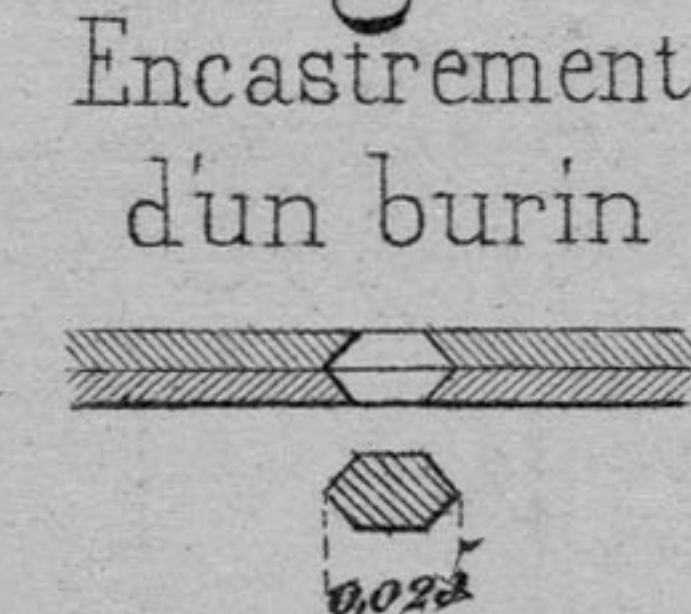


Fig. 11. Différentes Formes des burins

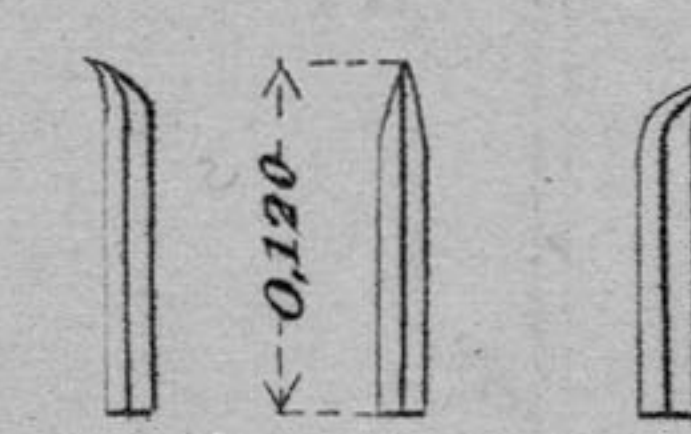


Fig. 12. Haveuse verticale simple (Elevation Longitudinale)

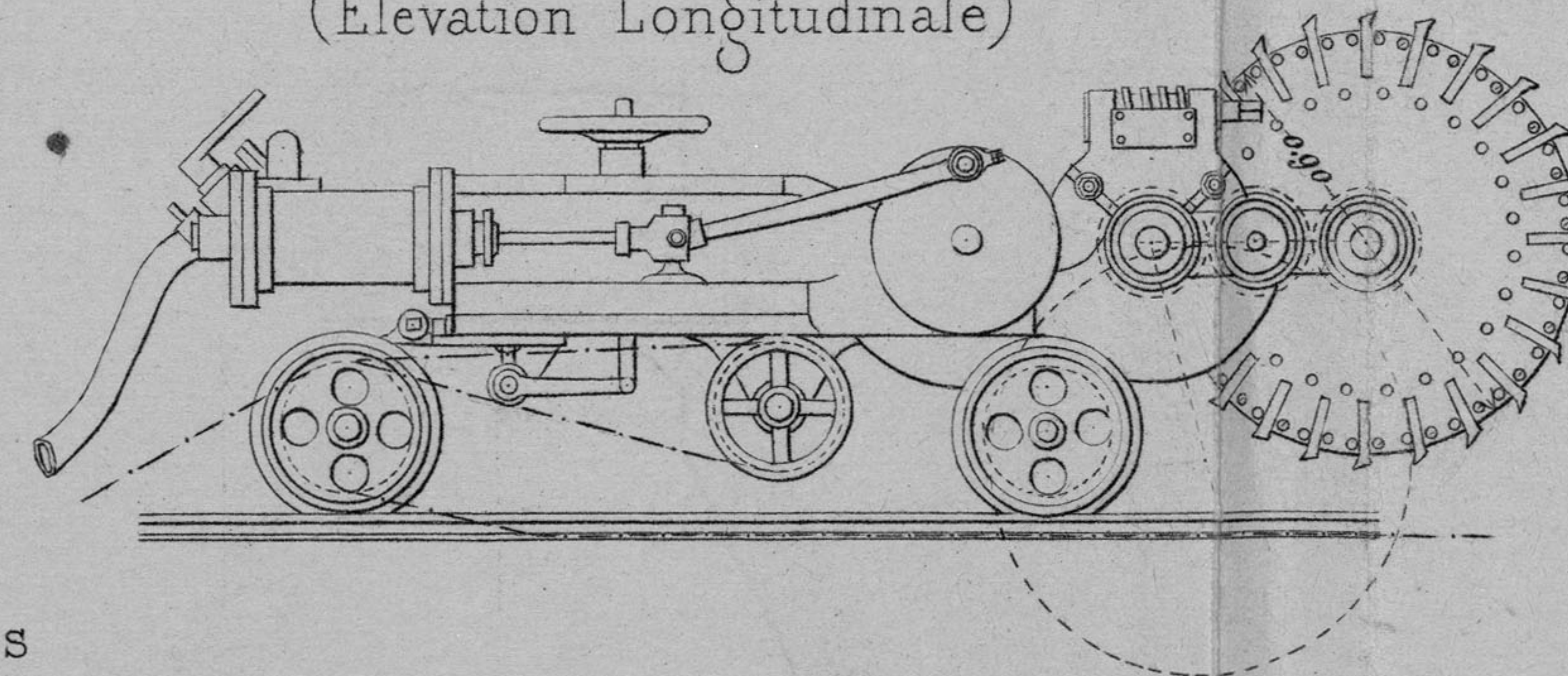


Fig. 13. Haveuse verticale simple (Elevation Latérale)

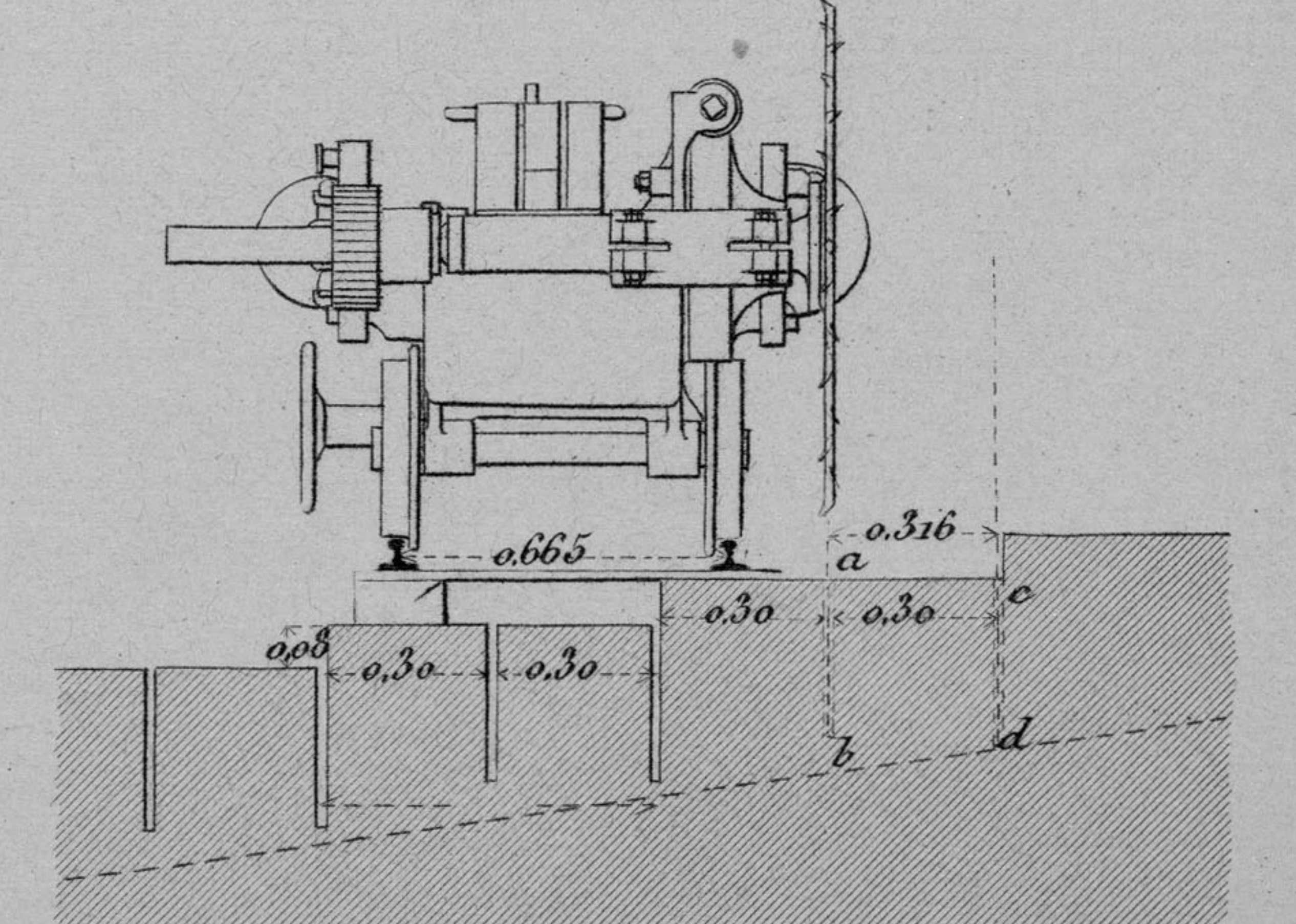
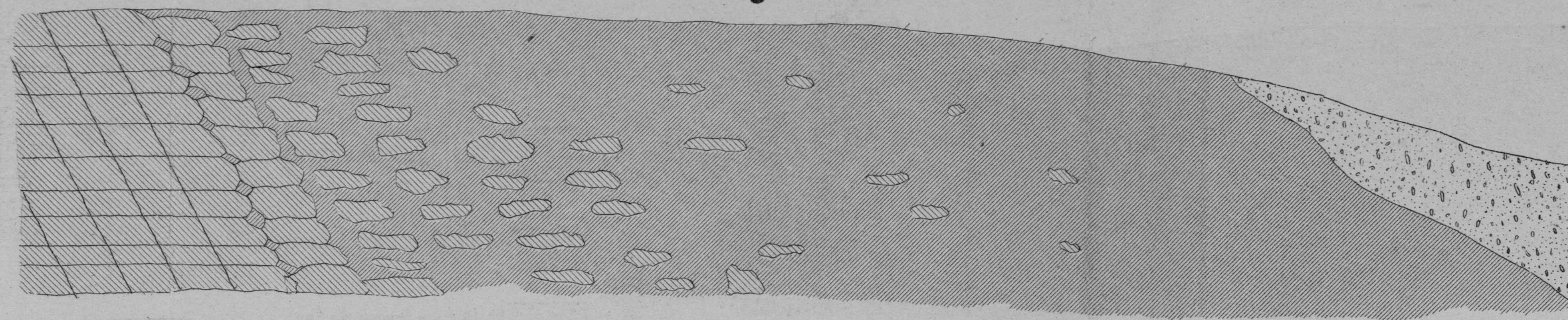


Fig. 1.

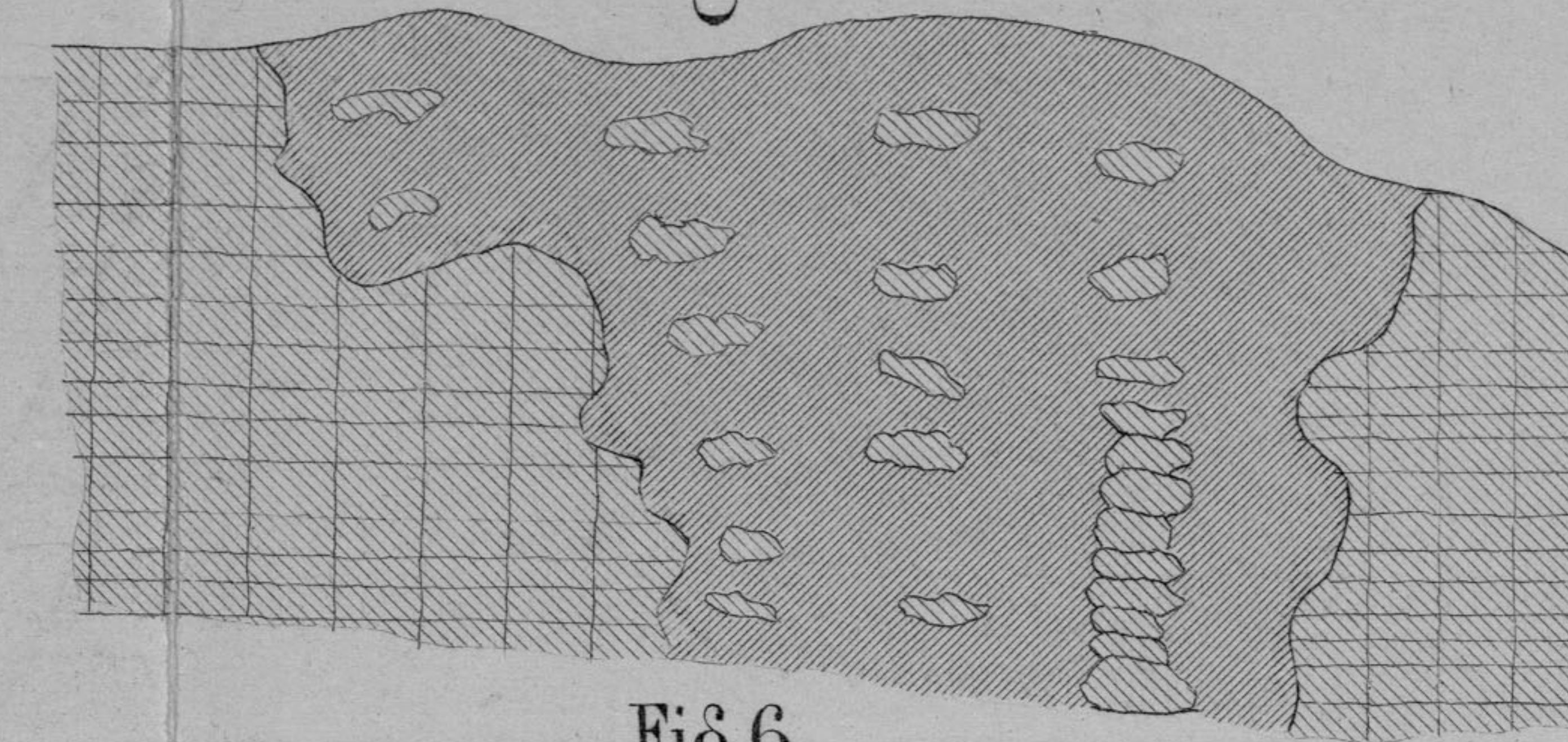
Gisements de minerai de fer en grains.



Légende de la Fig. 1.

- Calcaire jurassique
- Calcaire saccharoïde
- Argile à minerai de fer

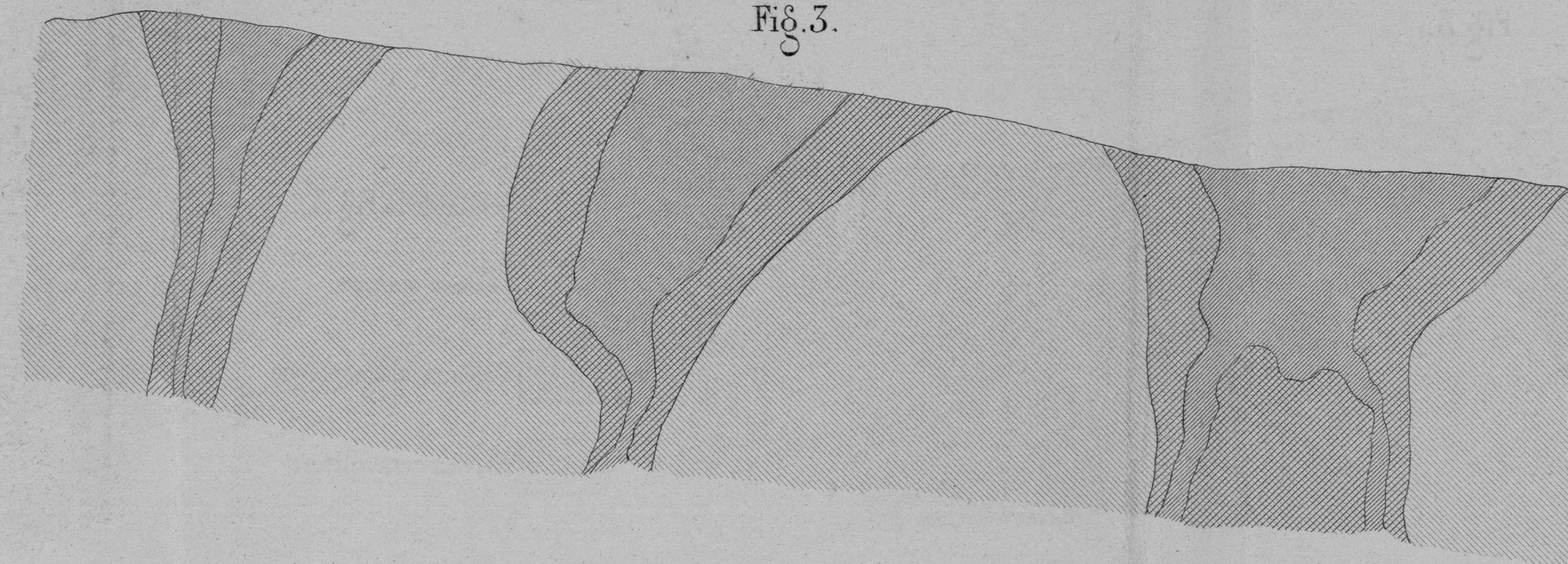
Fig. 2.



Légende de la Fig. 2.

- Calcaire lithographique
- Marnes cristallines

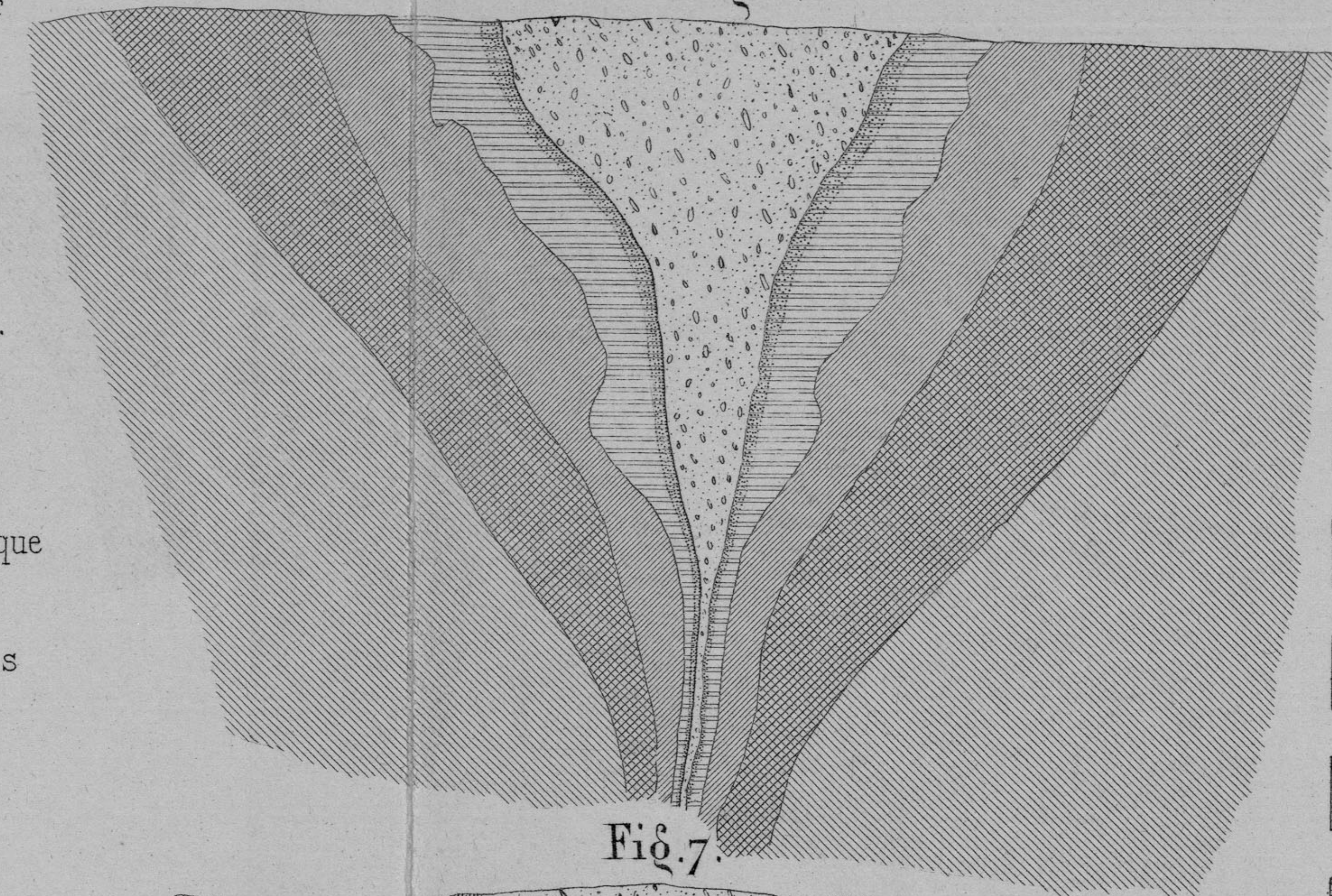
Fig. 3.



Légende de la Fig. 3.

- Calcaire marneux
- Calcaire lithographique
- Marnes cristallines

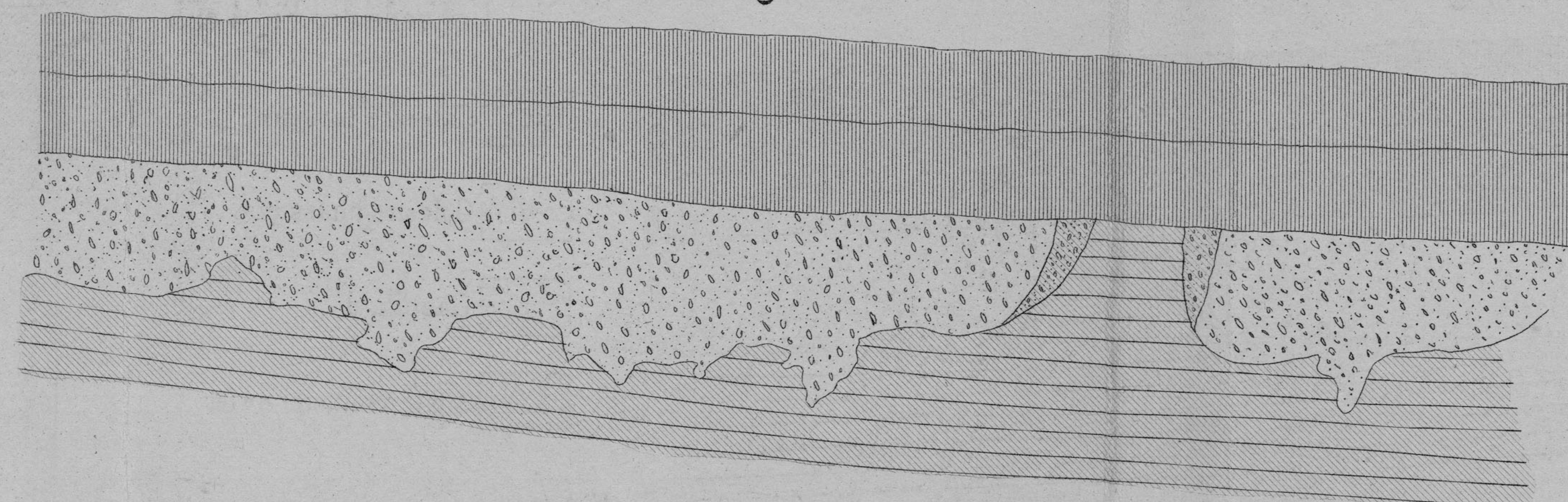
Fig. 6.



Légende des Fig. 6. et 7.

- Calcaire jurassique
- Calcaire lithographique
- Calcaire saccharoïde
- Marnes argileuses cristallines
- Castillard
- Argile à minerai de fer
- Argile stérile

Fig. 4.



Légende des Fig. 4 et 5.

- Calcaire lacustre
- Calcaire jurassique
- Castillard
- Argile à minerai de fer

Fig. 7.

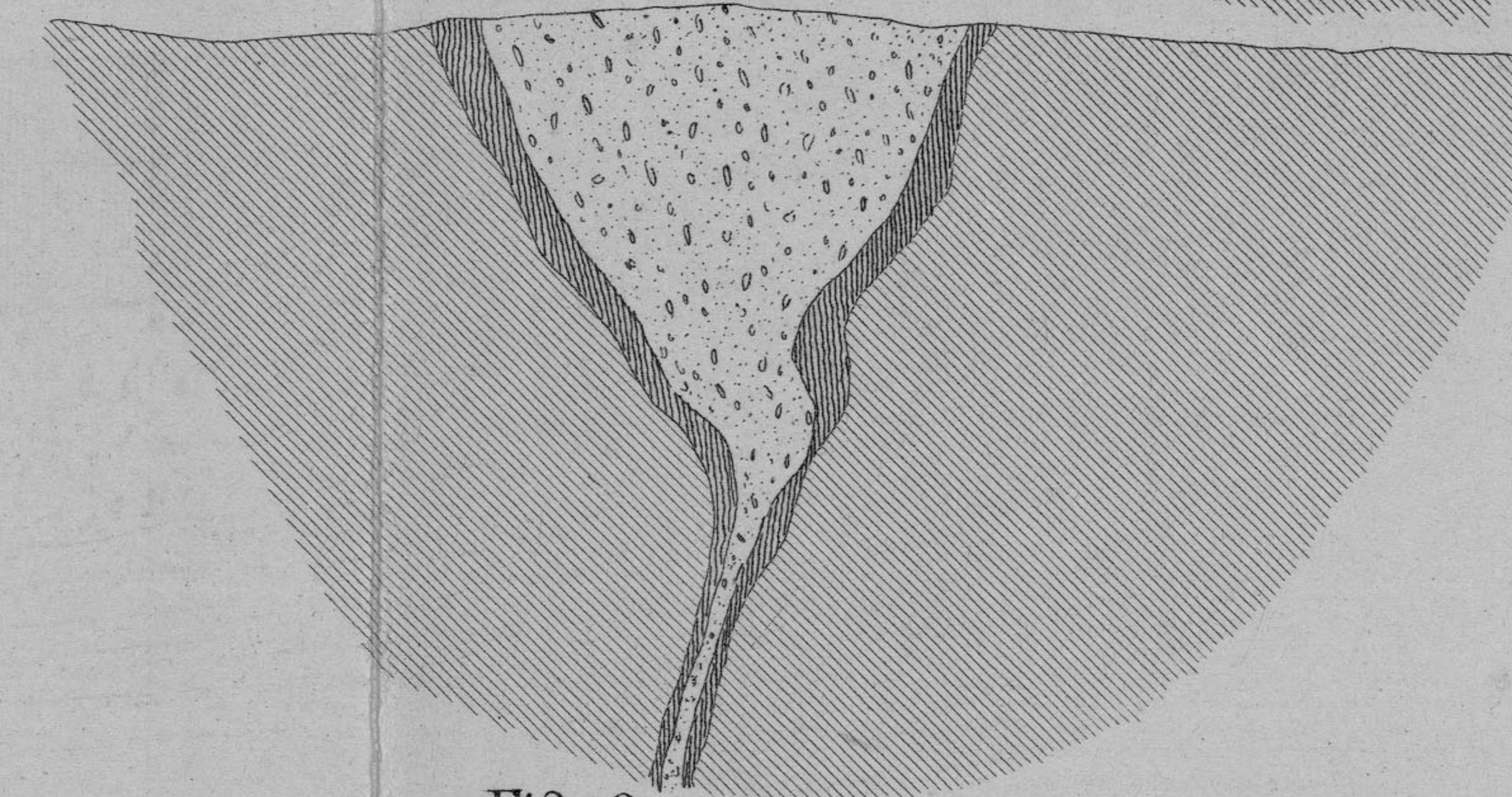
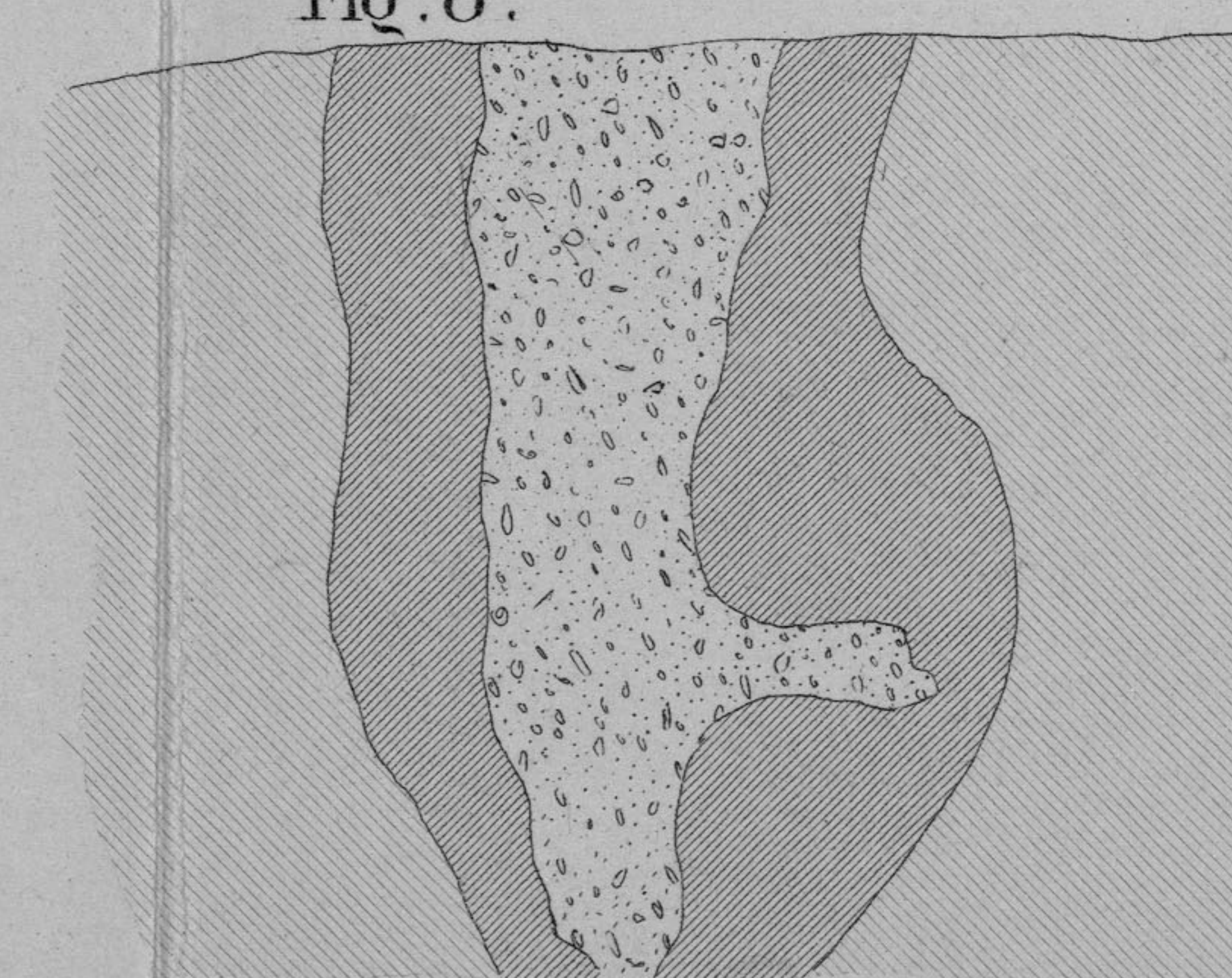


Fig. 8.



Légende des Fig. 8. et 9.

- Calcaire jurassique
- Calcaire à texture cristalline
- Argile à minerai de fer

Fig. 5.

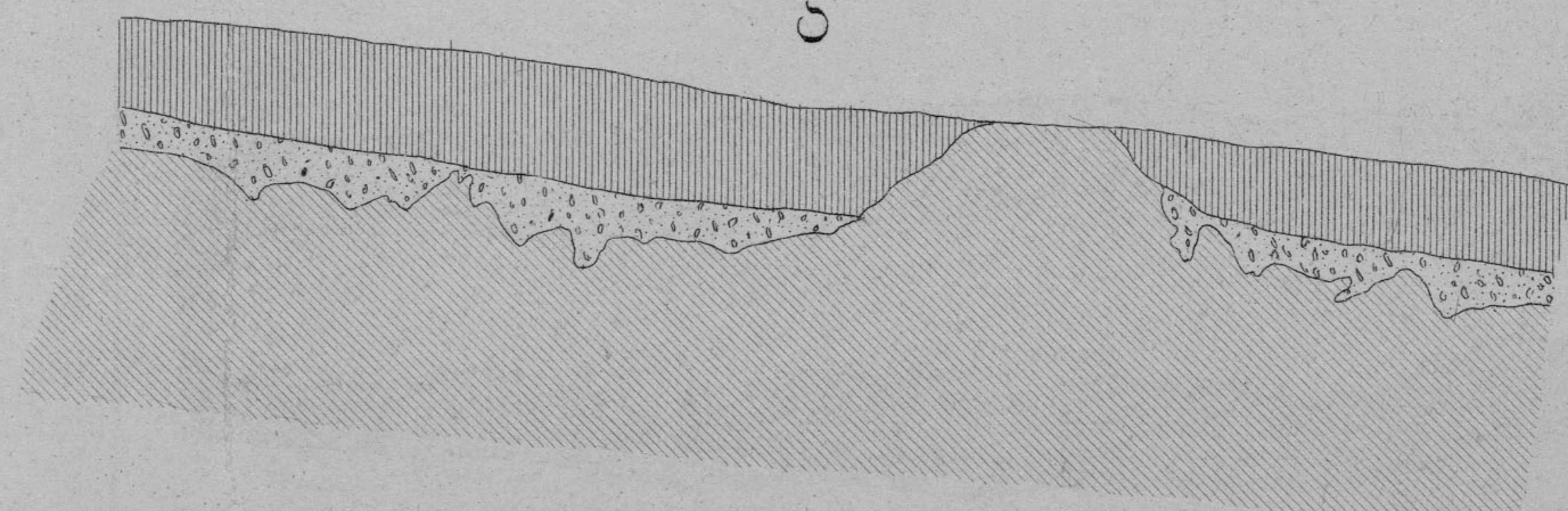
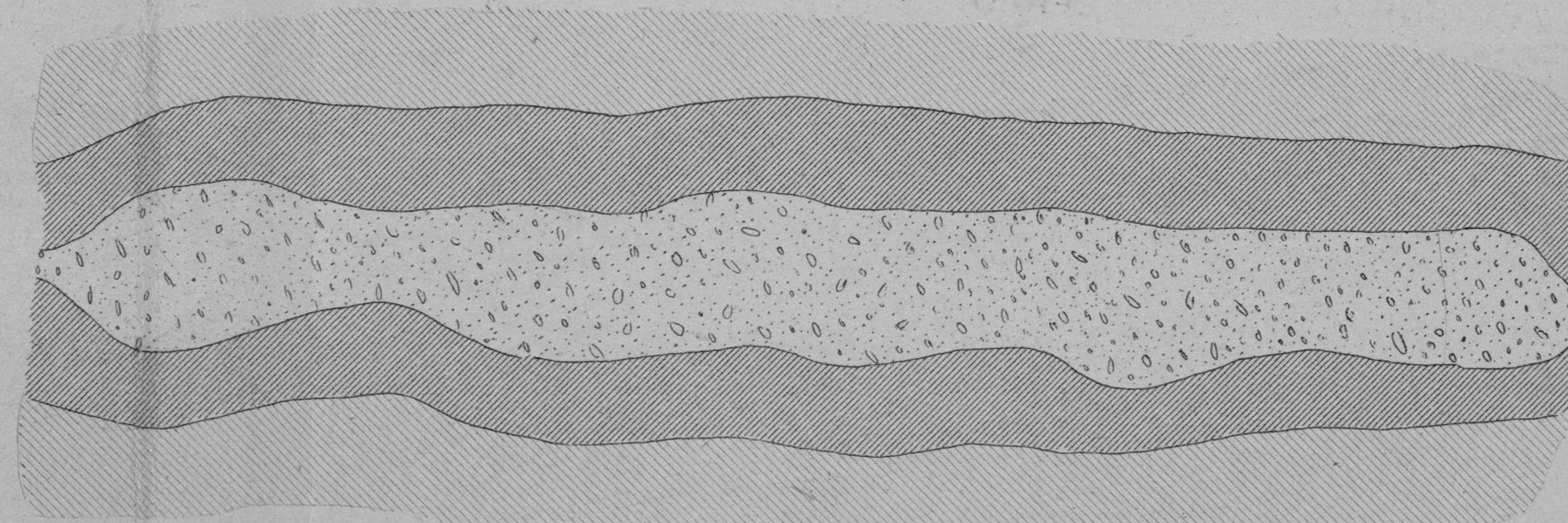
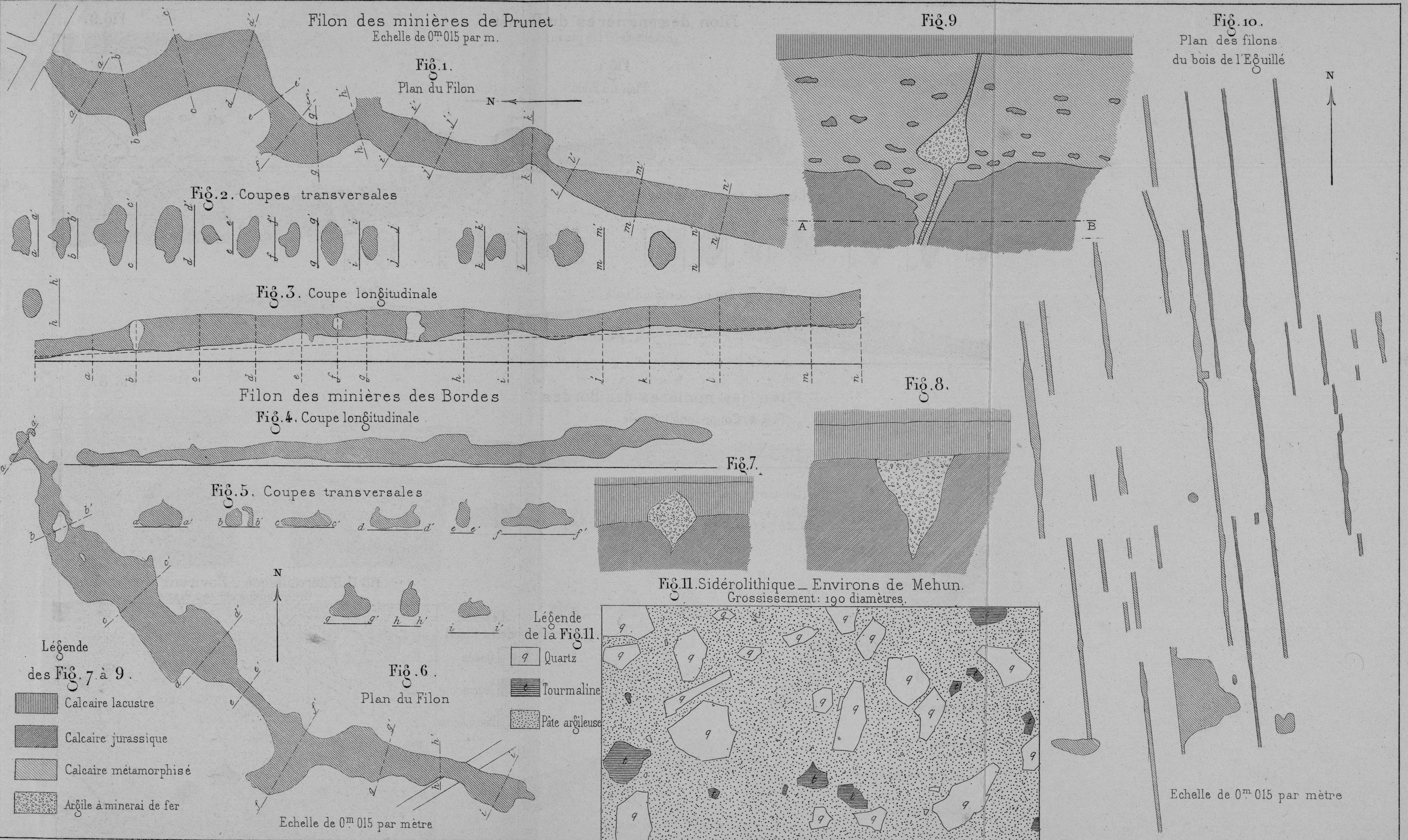


Fig. 9.





Explosion de la Chaudière du bateau à vapeur « le Cape-Dur »

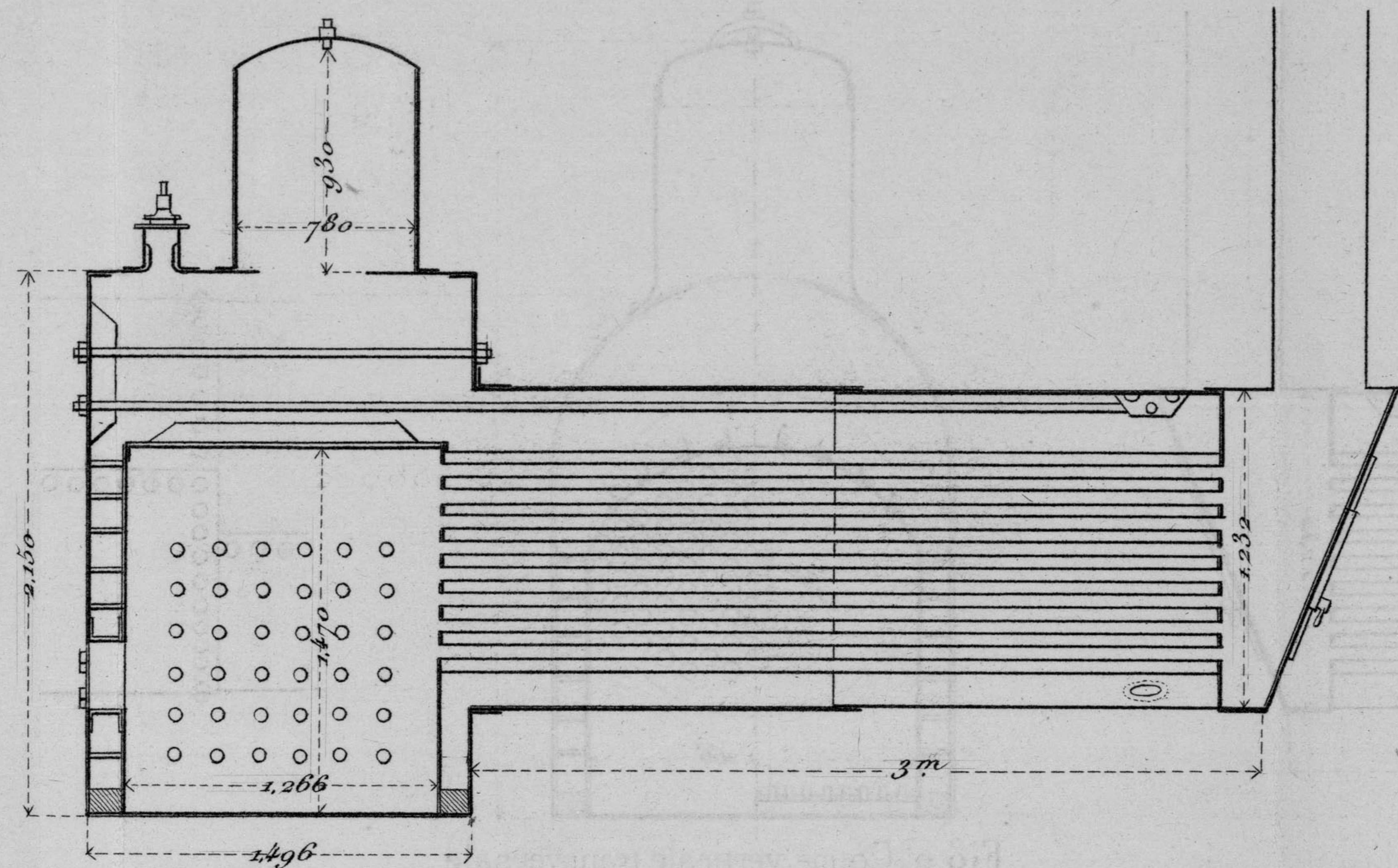


Fig. 1. Coupe longitudinale de la chaudière du Tape-Dur.

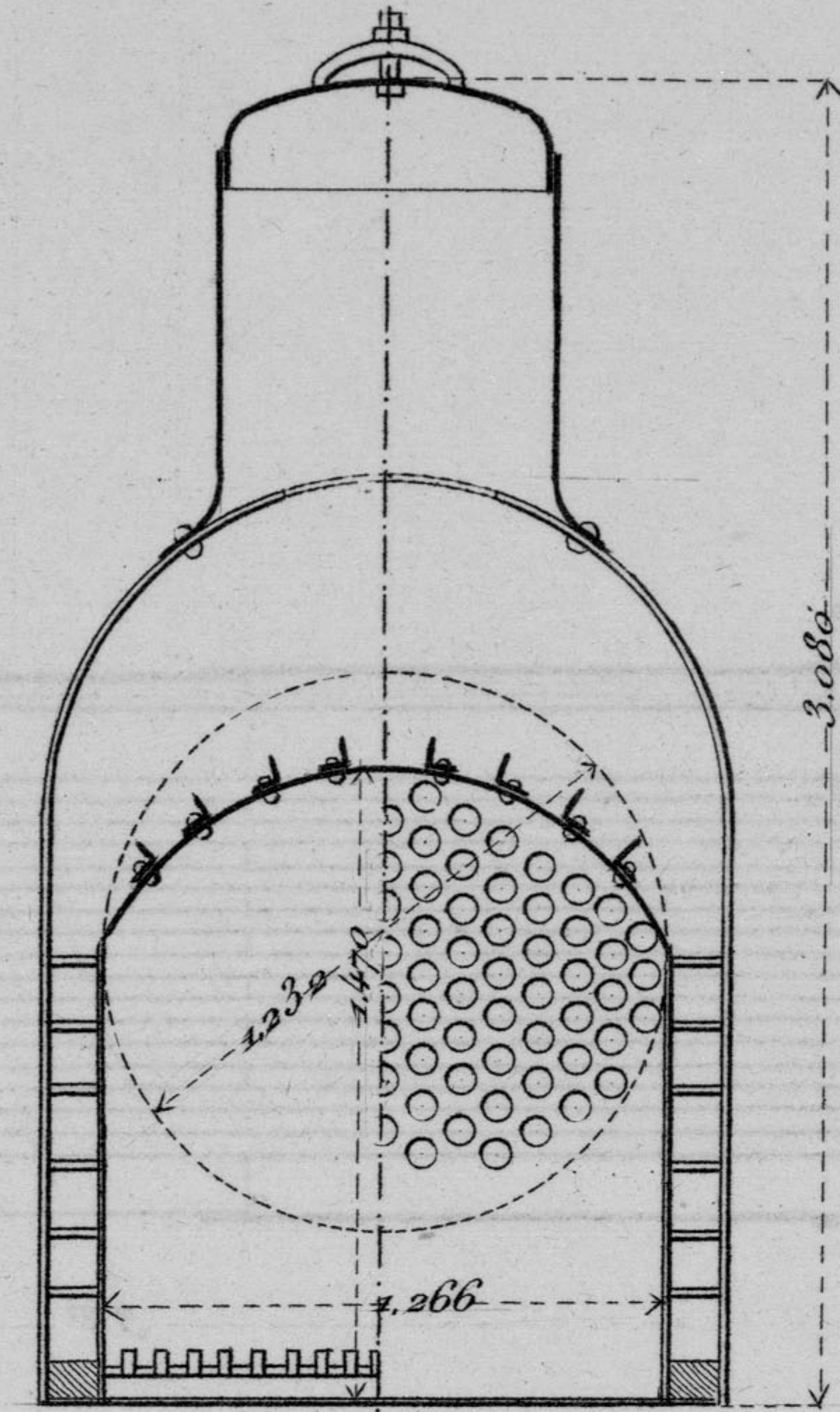


Fig. 2. Coupe verticale transversale passant par le foyer

Fig. 6. Face latérale de gauche.

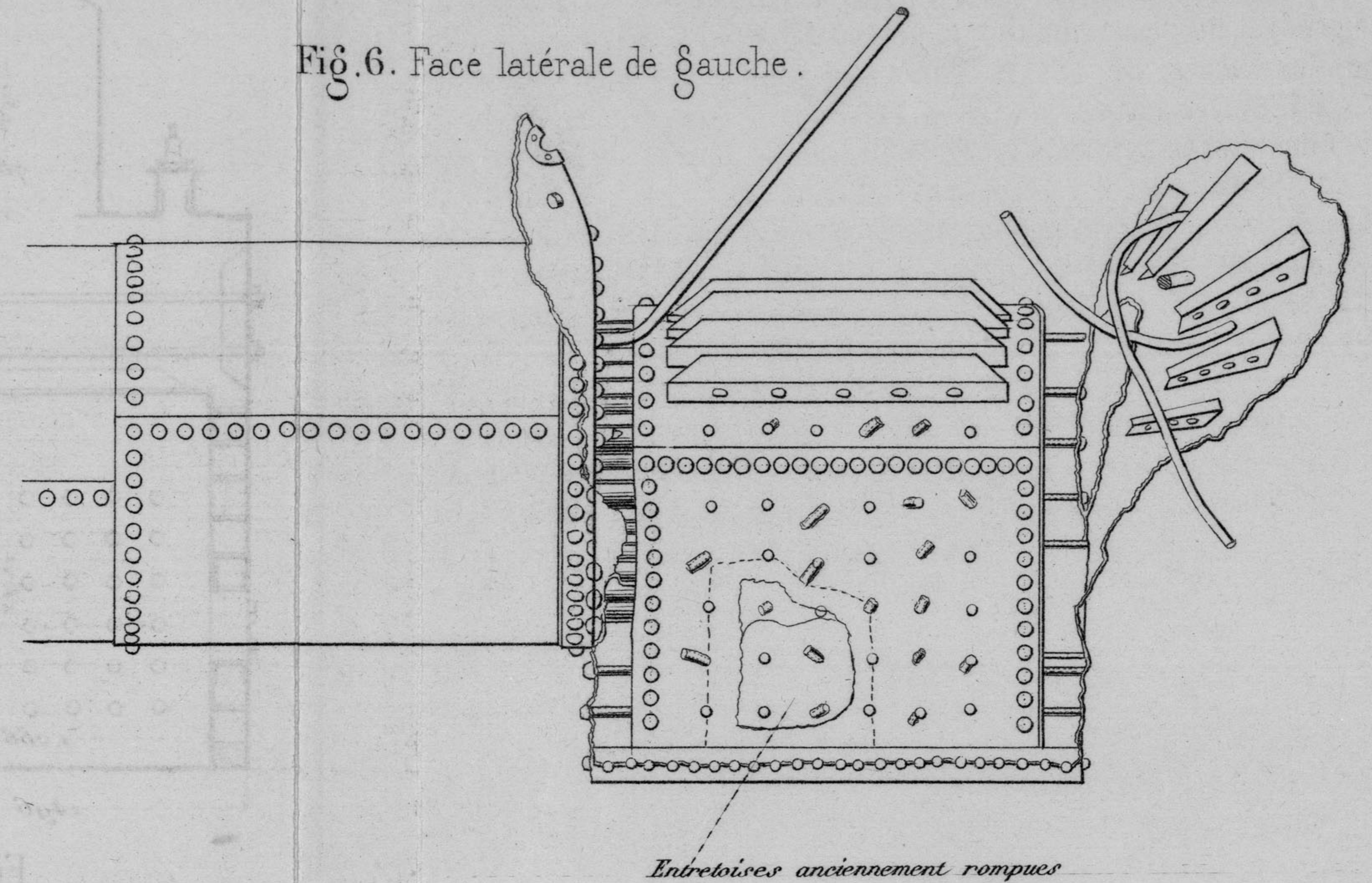
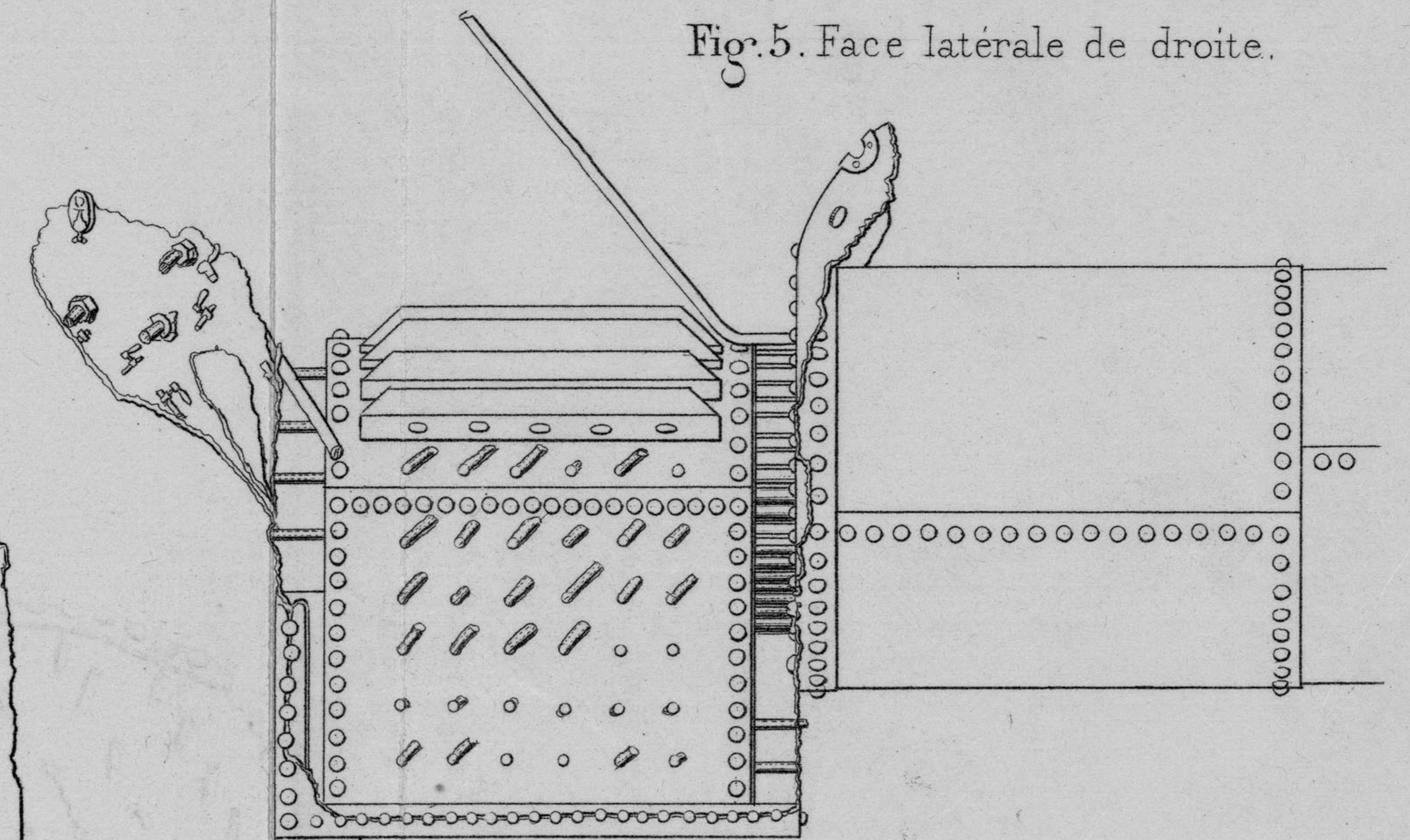


Fig. 5. Face latérale de droite.



Echelle de 0.025 par mètre (Fig. 3, 4, 5, et 6.)

0 1 2 3 mètres

Echelle de 0.02 par mètre (Fig. 1 et 2.)

0 1 2 3 4 mètres

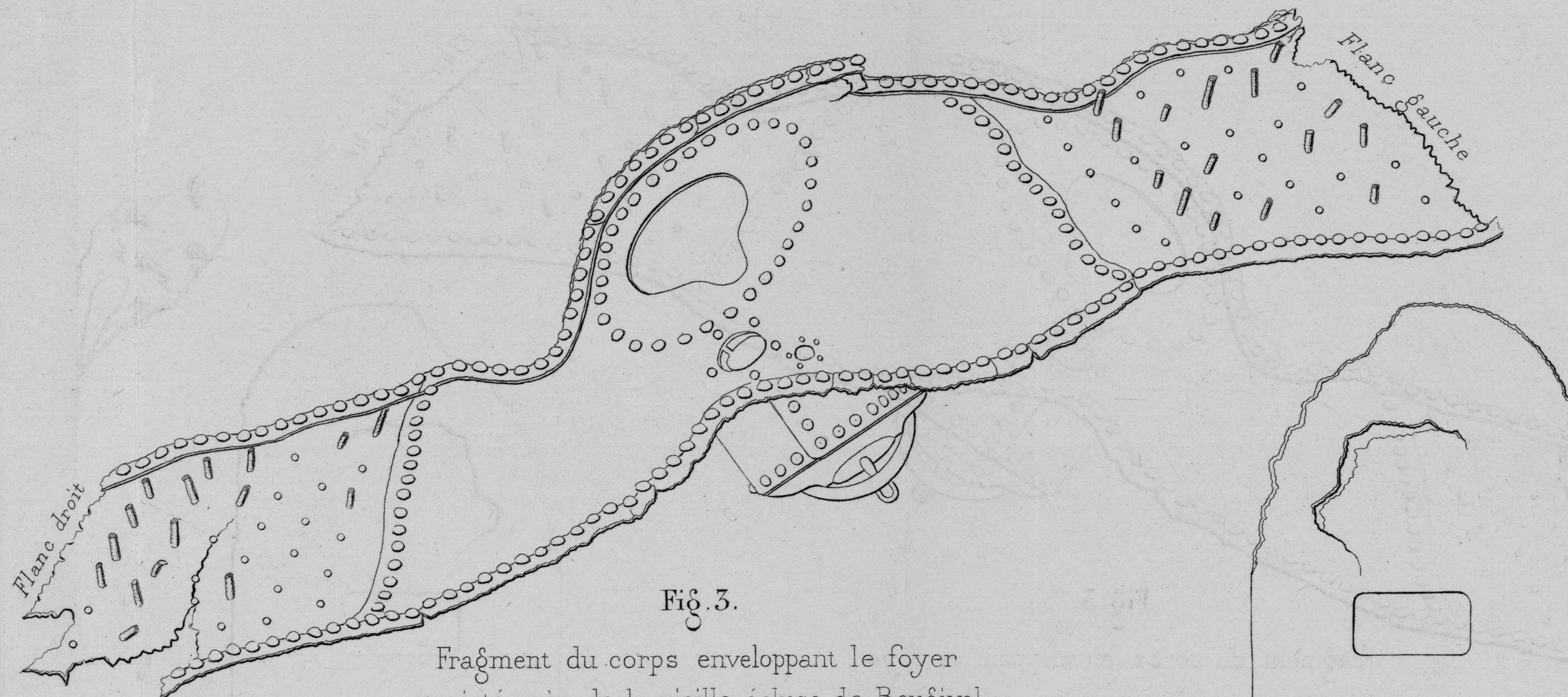


Fig. 3.

Fragment du corps enveloppant le foyer projeté près de la vieille écluse de Bougival.



Fig. 4. Devanture du foyer