

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867

A PARIS

RAPPORTS DU JURY INTERNATIONAL

PUBLIÉS SOUS LA DIRECTION

DE M. MICHEL CHEVALIER

SUBSTANCES MINÉRALES

PAR

A. DAUBRÉE

Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines,
Professeur à l'École impériale des Mines et au Muséum d'histoire naturelle.

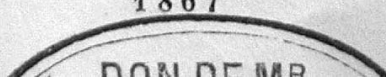


PARIS

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE ADMINISTRATIVES DE PAUL DUPONT

45, RUE DE GRENELLE-SAINT-HONORÉ, 45.

1867



CLASSE 40

PRODUITS DE L'EXPLOITATION DES MINES ET DE LA MÉTALLURGIE

SECTION I

SUBSTANCES MINÉRALES

PAR M. DAUBRÉE.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION GÉNÉRALE.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur les divers produits de l'art et de l'industrie, qui occupent à l'Exposition une si brillante et si large place, par une tendance naturelle de l'esprit, on ne songe guère à ces humbles matériaux qui ont servi à les produire, et qui se sont comme effacés devant eux. Quand on admire les machines à vapeur, à la fois si puissantes et si soumisses, on oublie bien facilement le bloc de houille et le monceau de minerais, qui leur ont donné naissance.

C'est seulement lorsque le génie de l'homme a élaboré et transformé la matière brute, que la substance première est arrivée, en quelque sorte, à une nouvelle phase, qu'elle devient apte à revêtir des formes propres à nous émouvoir diversement.

Les substances mères, qui donnent l'existence à ces mille

objets, outils, appareils, sont devenues une condition indispensable de la vie de nos sociétés. A raison de l'extrême variété de leurs emplois et du rôle capital que plusieurs d'entre elles jouent dans l'économie sociale, les substances minérales exigent, chaque jour, dans les diverses régions du globe, un plus grand développement de forces et d'activité, pour les arracher aux profondeurs qui les recèlent.

Les combustibles minéraux, la houille, et même le lignite, sources de chaleur et de force, ont été, de toutes parts, l'objet d'explorations très-étendues, soit dans la profondeur, soit dans les diverses régions du globe. Pour les pays qui en sont abondamment pourvus, ces combustibles forment, en effet, un gage de prospérité et de puissance dans le présent et dans l'avenir. L'abondance avec laquelle le pétrole a surgi, d'une manière si inattendue, du sol de l'Amérique du Nord, lui a créé un emploi qui l'a fait rechercher de toutes parts et qui a porté l'attention sur les gîtes de la même substance, que renferment d'autres contrées. Tandis que certaines exploitations de minerais métalliques, se sont considérablement développées, d'autres, déjà très-importantes, ont récemment pris naissance. Le fer, le zinc, l'or et surtout l'argent, vont nous offrir des exemples remarquables de ces progrès. Certaines matières dites pierreuses, qui ne servent pas à l'extraction des métaux, et notamment la pyrite de fer, les sels de potasse, la chaux phosphatée, nous montreront également quels services peuvent rendre ces corps, en apparence si insignifiants, dès qu'ils sont reconnus et appréciés.

Il peut paraître, au premier abord, que l'esprit humain, dans la découverte des matières minérales, joue un rôle moins élevé que celui qu'il sait prendre, lorsqu'il s'agit de les mettre en œuvre; car aucun travail de spéculation ne saurait faire produire au sol ce qu'il ne contient pas. Cependant, l'initiative personnelle et l'esprit d'observation sont souvent très-utiles, quelquefois indispensables pour développer, comme on l'a fait dans ces derniers temps, cette source de richesse.

Si le hasard a souvent contribué à la découverte de minerais utiles, il est incontestable que certaines données théoriques sont de première valeur pour les reconnaître, et elles sont bien plus nécessaires encore, lorsqu'il s'agit d'en poursuivre avantageusement l'exploitation.

Après avoir été conjecturales dans les siècles antérieurs, ces données théoriques se sont constituées en un corps de doctrine, et l'étude de la terre est devenue une véritable science, celle qu'on nomme Géologie. Depuis qu'elle est devenue positive, non-seulement la géologie éclaire d'une vive lumière les faits fondamentaux de l'histoire du globe terrestre; mais, alliée à la minéralogie et à la chimie, qui servent à discerner les corps bruts susceptibles d'être mis à profit, elle rend de plus en plus de services dans la découverte et l'extraction des substances minérales, en apprenant à les poursuivre à travers toutes les particularités de leurs gisements.

Cette utilité est attestée par les progrès de chaque jour. Qu'il s'agisse de la recherche ou de l'exploitation de combustibles et de minerais métalliques, du régime souterrain des eaux ou même de la culture du sol, la géologie intervient, en coordonnant les données d'observation, auxquelles elle sert de guide. C'est ainsi que, depuis que l'utilité des phosphates minéraux est reconnue, on peut les trouver, pour ainsi dire, à priori, à certains niveaux bien déterminés de la série des terrains stratifiés.

Sans aller sur le terrain, sans même sortir de l'examen des produits de l'Exposition, on reconnaît partout cette utile intervention des vues théoriques dans l'application, en ce qui concerne la richesse minérale.

Aux États-Unis, des régions à peine conquises par la civilisation et souvent encore inhabitées, sont explorées dans leur constitution minérale, et représentées par des descriptions géologiques; c'est ce que nous voyons, notamment pour les contrées situées à l'ouest des Montagnes-Rocheuses, y compris la Californie. Dans les colonies anglaises, la même im-

portance fondamentale est attribuée à la géologie. Les cartes géologiques de la province de Victoria, celles de l'Inde anglaise, exécutées avec soin et sur une grande échelle, attestent hautement l'utilité de son rôle. Une autre vaste colonie australienne de l'Angleterre, la Nouvelle-Galles du Sud, a également un explorateur géologique spécial, auquel est dû, en grande partie, le haut intérêt de l'exposition des roches utiles qu'on y rencontre.

Ces observations nous montrent la voie qu'il convient de suivre, lorsqu'il s'agit d'utiliser les ressources d'un pays et de rechercher les gisements de minéraux qu'il contient, que la civilisation l'occupe depuis des siècles, ou qu'elle s'y soit implantée seulement depuis quelques années.

Une série d'autres documents qui figurent à l'Exposition, les cartes topographiques de certains gîtes, ainsi que les collections, bien méthodiquement classées, qui s'y rapportent, attestent également l'importance que l'industrie attribue partout aux faits théoriques, observés avec précision.

On voit pourquoi des considérations géologiques doivent intervenir nécessairement dans l'exposé qui suit. Ce sont elles qui font ressortir les rapports des faits entre eux, et les empêchent de rester stériles, en demeurant isolés. Il n'est guère douteux, en effet, que nous ne foulions aux pieds beaucoup d'utiles matériaux, dont la valeur est encore méconnue. De cette coordination des caractères de gisement découlent des conclusions pratiques et, comme des règles, pour guider dans les découvertes ultérieures, même pour les contrées éloignées. Cette dernière observation justifie peut-être l'étendue donnée à ce rapport. Non-seulement, il comprend les substances exploitées en très-grand nombre, que fournit le règne minéral; mais la conclusion utile à tirer de certaines découvertes ne pourrait être déduite, si ces découvertes elles-mêmes avaient été mentionnées d'une manière trop vague et trop générale. Toutefois, il est impossible de donner une description, même succincte, des principaux objets présentés et d'en nommer les

exposants, pour rendre hommage à tant d'efforts. Nous avons dû nous borner à mentionner ce qui constitue des faits nouveaux, présentant dès aujourd'hui de l'intérêt, ou pouvant acquérir de l'importance dans l'avenir.

Les diverses substances minérales brutes, que l'on extrait des mines, minières et carrières, qui forment l'objet de ce rapport, seront groupées comme il suit :

I. Combustibles. — II. Bitumes. — III. Minerais de fer. — IV. Minerais des métaux autres que le fer. — V. Minéraux servant aux industries chimiques. — VI. Minéraux d'ornement. — VII. Minéraux divers complétant la série des minéraux utiles. — VIII. Collections de roches, minéraux et minerais (1).

§ 1. — Aperçu historique.

L'histoire du travail offre un assez haut intérêt, même au point de vue purement technique, pour qu'on ait eu l'heureuse idée de le représenter à l'Exposition de 1867. Aussi semble-t-il que ce soit se conformer à l'esprit qui a présidé à cette manifestation que de faire une excursion préalable dans le domaine des anciens.

Dans la galerie consacrée à cette histoire, l'Espagne et la Gaule nous offrent surtout de précieux documents. On voit, par exemple, d'intéressants instruments des antiques exploitations de l'Espagne et du Portugal, qui, d'après ce que nous apprend Strabon, fournissaient aux Romains des quantités considérables de métaux de toute espèce : l'or, l'argent, le plomb, le cuivre, l'étain et le fer. Ce sont des paniers en sparte, goudronnés et fixés dans une monture en bois, qui leur servaient dans les mines, à l'extraction des eaux, au lieu de seaux, comme on en emploie aujourd'hui. Le plus grand des trois qui

(1) L'auteur de ce rapport croit devoir prévenir que quelques-uns des nombreux chiffres statistiques sont donnés tels qu'ils lui ont été fournis, sans qu'il ait eu le temps ou la possibilité de les vérifier.

sont exposés est de la contenance de 150 litres. Parmi les autres objets, également trouvés dans les mines, nous mentionnerons des haches en bronze et un marteau en pierre, provenant d'une ancienne mine de cuivre des Asturies; des coins en fer, tenailles, lampes de mineur en terre cuite, vases en verre, une amphore encore pleine de minerai réduit en poussière, et une chaudière en plomb.

De nombreuses antiquités romaines ont été trouvées également en Portugal, dans la mine de San-Domingos, que les Romains exploitaient pour le cuivre, et qui est devenue l'une des plus importantes mines de pyrite. Ils y avaient établi quatorze roues hydrauliques à couronne, chacune de 6 mètres de diamètre, qui servaient à élever l'eau à des niveaux successifs; l'une d'elles figure au Conservatoire des Arts et Métiers de Paris. La série des vues photographiques de la Sierra de Carthagène montre d'ailleurs des excavations encore parfaitement conservées, et provenant d'exploitations à ciel ouvert, qui remontent à l'époque romaine.

Il est encore bien d'autres indices des procédés qui servaient, dans l'antiquité, à l'art du mineur. Ainsi, l'or disséminé en petite quantité dans les quartzites siluriens, sur la limite des Asturies et de la province de Léon, sur plus de 60 kilomètres de distance, était exploité par les Romains. On peut encore voir, à Las-Babias, d'après M. Amalio Maestre, inspecteur général des mines, des points où ils attaquaient la roche, d'abord en la chauffant, puis en y versant de l'eau pour l'étonner. Il existe aussi des vestiges de canaux qui apportaient, de plusieurs kilomètres, l'eau nécessaire à ces travaux; on trouve d'immenses excavations, des dépôts formés de débris des roches aurifères, et même des lavoirs. En différents lieux, on a rencontré des meules à bras en porphyre, qui paraissent avoir servi au broyage du minerai.

Enfin, une plaque épaisse de litharge, provenant de la province de Barcelone, confirme ce fait, que les Romains traitaient le plomb argentifère par la coupellation, pour en extraire l'ar-

gent. Des faits nombreux, que je dois à l'obligeante communication de M. Maestre, le prouvent plus positivement encore. Tels sont des saumons de plomb des environs de Carthagène, dont a été extrait l'argent, et des gâteaux d'argent, provenant de ce plomb (1).

D'autres documents, relatifs à l'Exposition, confirmeraient aussi ce que nous dit Strabon sur les exploitations de mines en Italie, en Macédoine et en Grèce.

Sans être aussi célèbres que l'Espagne, et sans posséder d'aussi nombreux vestiges des exploitations antiques, les Gaules avaient aussi de nombreuses exploitations métalliques. C'est à ce dernier pays que nous limiterons cet aperçu, en coordonnant et en résumant quelques-uns des documents que nous avons pu recueillir.

Les auteurs anciens ont souvent parlé de l'or et de la *Gallia aurifera*. On n'ignore pas, en effet, qu'ils extrayaient l'or de diverses rivières, telles que l'Ariège (*Aurigera*), qui doit son nom à l'orpaillage dont elle était l'objet, dès une époque reculée. Mais ce que l'on sait moins généralement, c'est que notre pays fournissait des métaux sur de nombreux points qui, pour la plupart, ne sont aujourd'hui l'objet d'aucune exploitation.

Les principaux métaux exploités sans nul doute dans les Gaules, dès l'époque romaine, ou peut-être antérieurement, sont, à part l'or : l'argent et le plomb, le cuivre, l'étain et le fer.

Galène argentifère. — On sait que les mines d'argent proprement dites sont rares sur le territoire des Gaules, qui n'en renferme guère qu'à Huelgoat (Finistère), Allemont (Isère), Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin) (2). En général, c'est dans

(1) Au cap de Gate, près d'Almeria, M. Maestre a découvert 52 fourneaux. Dans cette même province, on trouve, en outre, des scories qui renferment 10 à 12 pour 100 de plomb.

(2) On pourrait aussi citer Curcy, dans le Calvados, et quelques localités peu importantes.

le sulfure de plomb, connu sous le nom de galène, que l'argent se rencontre, bien qu'en faible proportion (quelques millièmes).

Malgré les difficultés que présente l'extraction de l'argent, nos pères étaient parvenus à résoudre ce problème, peut-être bien avant l'occupation romaine. Tacite, en effet, signale les mines des Ruthènes comme très-productives. Or, on sait qu'elles ne renferment que de la galène argentifère. Les anciens ont surtout exploité dans le pays des Ruthènes, plus tard le Rouergue, comprenant aujourd'hui une partie du département de l'Aveyron, les groupes des environs de Villefranche, particulièrement le filon de la Maladrerie, ainsi que ceux des environs de Milhau. Dans ces diverses localités, on a trouvé des fragments de poteries romaines. Citons aussi les mines romaines de l'Argentière (Ardèche).

La mine de Macôt en Savoie, a donné lieu, à l'époque romaine, à des travaux très-vastes qui ont été retrouvés en 1828. On n'a l'explication probable de travaux singuliers, qui ont traversé perpendiculairement le filon sans l'exploiter, que depuis 1861, époque où l'on a rencontré, à 400 mètres au sud-est du filon principal, un autre filon, de 2 mètres de puissance seulement, mais beaucoup plus riche en plomb, et de plus, riche en cuivre gris, ce qui fait présumer une grande teneur en argent. Il est probable que les travaux des Romains qui se dirigeaient vers ce filon, avaient pour but de l'exploiter.

Bien d'autres gîtes de galène argentifère étaient exploités dans la Gaule. Il paraît en avoir été ainsi, par exemple, à Vialas (Lozère), aux environs de Bessèges (Gard), et peut-être, dans certaines mines, dont l'origine remonte à une époque immémoriale, comme à Huez (Isère), à l'Argentière (Hautes-Alpes), aux environs de Saint-Girons (Ariège), à Melle (Deux-Sèvres), à Confolens (Charente), à Pontgibaud (Puy-de-Dôme) et à Saint-Avold (Moselle).

Cuivre. — Les localités qui fournissent le cuivre sont beau-

coup moins nombreuses que celles d'où l'on tire le plomb. Cependant, dans la Gaule même, le cuivre fut exploité à une époque très-reculée, bien qu'il le soit bien peu aujourd'hui. Des signes indubitables d'exploitation romaine, et peut-être antérieure, se voient à Rozières, près Carmaux (Tarn). Il en est de même aux mines de cuivre de Baigorry (Basses-Pyrénées), où l'on a recueilli des médailles d'Octave, d'Antoine et de Lépide. A Saint-Gaudens (Haute-Garonne), au Coffre (Ariège), à Chessy (Rhône), on a signalé des vestiges d'exploitations romaines. A Cabrières, département de l'Hérault, on a rencontré dans les mines de cuivre que l'on a explorées il y a quelques années, un grand nombre de galeries ouvertes en entier au pic, une agrafe antique et des débris de poterie romaine, sur l'une desquelles on lisait le nom du fabricant Julius.

A Vaudrevange, près Sarrelouis, sur les confins du département de la Moselle et sur le territoire prussien, à l'entrée d'une galerie percée dans le grès bigarré, en un point où cette roche est parsemée de petits grains de cuivre carbonaté vert et bleu, on lit, gravée dans le roc, une inscription romaine (1). Le minerai que fournit cette mine est si pauvre, qu'on ne saurait le traiter par voie sèche, et qu'il faut, au préalable, soumettre la roche à l'action de l'acide chlorhydrique. Aussi, il y a lieu de supposer que le minerai dont il est question était exploité, non pas pour l'extraction du métal, mais comme matière colorante, à cause de sa couleur bleue; on sait, en effet, que c'était une mine d'azur dans le moyen âge.

Étain. — L'étain dont il n'existe, en France, aucune mine régulière en activité, y était exploité, de même que le cuivre, dans le plateau central et probablement dans la Bretagne.

(1) Cette inscription est restée inachevée :

INCEPTA OFFI
CINA EMILIANA
NONIS MART

Aux environs de Vaulry (Haute-Vienne), où le minerai d'étain a été découvert, en 1812, disséminé dans de puissants filons quartzeux, il existe de vastes excavations, certainement ouvertes dans un but d'extraction minérale. En outre, à proximité de certaines d'entre elles, on remarque des scories provenant du traitement du minerai d'étain, et renfermant une quantité notable de ce métal.

D'autres régions du plateau central présentent, dans les mêmes conditions de gisement, des excavations semblables à celles de Vaulry. C'est ainsi que M. Mallard, ingénieur des mines, a pu les étudier près de Millemilange, Forgeas, Antraigues, la Chaise et Montebas. Dans cette dernière localité, située dans la commune de Soumans, sur les confins de la Haute-Vienne et de la Creuse, les excavations consistaient en trous de forme conique, profonds de 8 à 10 mètres en moyenne, avec une largeur de 30 à 40 mètres à l'orifice. Ces trous sont au nombre d'une trentaine environ. L'analogie que ces fouilles présentent, avec celle de Vaulry, fit penser à M. Mallard, dès 1859, qu'elles avaient pu servir à l'exploitation d'un filon stannifère. Il examina les roches du déblai et trouva, en effet, parmi celles-ci, des échantillons volumineux d'étain oxydé. On commença alors des recherches qui se poursuivent actuellement d'une manière très-active. Ces gîtes d'étain nous seraient peut-être inconnus, sans les travaux de nos pères, les Gaulois.

On a encore trouvé d'anciennes exploitations d'étain sur un puissant filon quartzeux, dans le département de la Creuse, aux environs de Bénévent, Mourioux et Ceyroux, et dans le département de la Haute-Vienne, non loin de Saint-Yrieix. Dans ces deux départements, l'étain n'existe pas seulement dans la roche, mais aussi à l'état d'alluvions, comme on le remarque, par exemple, à Cieux; et ceux qui ne craignaient pas d'aller extraire l'étain, au milieu d'une gangue aussi difficile à attaquer que le quartz, ne devaient pas négliger de l'isoler des sables, par un simple lavage.

Du reste, la recherche de l'étain n'était peut-être pas le seul but de ces intrépides mineurs. Les indices d'or que l'on a trouvés dans les filons stannifères de Vaulry et de Cieux, la présence de ce précieux métal, dans les alluvions de presque toutes les vallées qui descendent de la chaîne de Blond, doivent faire supposer que ce métal fixait aussi leur attention. Ce qui confirme dans cette supposition, c'est que, dans cette partie du Limousin, ces excavations sont désignées sous le nom d'*aurières*, et qu'on retrouve une étymologie semblable à un grand nombre de localités avoisinantes.

Quant à l'époque de tous ces travaux, elle est certainement fort ancienne; tout porte à reculer sa date à l'époque gallo-romaine ou plutôt à l'époque gauloise.

Fer. — Longtemps avant le commencement de l'ère chrétienne, la fabrication du fer, dans la Gaule, avait acquis une grande importance, et même, à ce qu'on croit, un haut degré de perfection. On connaît, en effet, par le témoignage de César, que les *Magnæ ferrariæ* de la Gaule fournissaient du fer en assez grande quantité pour que les Venètes, habitants les côtes de l'Océan, pussent en forger les chaînes des ancres de leurs vaisseaux, qui résistaient victorieusement aux tempêtes, tandis que les câbles de chanvre, qui servaient à retenir les vaisseaux romains, se brisaient fréquemment pendant les tourmentes.

On peut, il est vrai, objecter que les relations commerciales pouvaient apporter, au port de Vannes, les chevilles et les chaînes de fer dont parle César; mais les faits qu'il cite pour Bourges sont plus concluants: au siège d'Avaricum (Bourges), les Romains élevaient des terrassements pour attaquer la ville; mais les assiégés minaient ces ouvrages en arrivant par des galeries souterraines, qu'ils établissaient d'autant plus facilement qu'ils avaient l'habitude de ce genre de travail, par l'exploitation des mines de fer. Ce témoignage montre que, dès cette époque, non-seulement les mines de fer étaient

exploitées, mais qu'elles l'étaient par travaux souterrains.

Parmi les monceaux considérables de scories, que l'on trouve dans une foule de régions de la France, il en est qui remontent non-seulement au moyen âge, mais à l'époque romaine, et peut-être même bien au delà. On a, en effet, trouvé dans ces *ferriers*, des monnaies et des tuiles à rebord, dont la date n'est pas douteuse et qu'on doit rapporter aux Romains. Ailleurs, M. Bouillet, de Clermont, a signalé des bracelets et des médailles de l'époque romaine, dans des ferriers maintenant recouverts de végétation. Enfin, quelquefois l'âge reculé des scories est également prouvé par ce fait que les voies romaines en étaient empierrées : par exemple, dans le département de la Mayenne, entre Ballé et Épineux et ailleurs, d'après M. de Caumont.

Il existe de nombreuses traces de l'industrie du fer dans la partie du Senonais, désignée sous le nom de forêt d'Othe et dans celle du Gatinais qui avoisine la Puyssaye. Ces pays, compris dans les départements actuels de l'Yonne et de l'Aube, sont constitués par la craie, que recouvre un dépôt superficiel tertiaire. Ces *ferriers*, en forme de cônes atteignant parfois 10 à 12 mètres de hauteur, se trouvent dans deux conditions bien distinctes : d'abord dans les forêts des hauts plateaux, où leur richesse en fer est considérable et, en outre, dans les vallées, au voisinage des cours d'eau, où ils sont plus pauvres et se rapprochent davantage des laitiers proprement dits. Les premiers correspondent peut-être à une industrie dans l'enfance, tandis que les autres sont le résultat d'opérations perfectionnées (1).

A l'aspect de ces quantités si considérables de scories, on se demande quelle longue suite d'années il a fallu, pour les produire, à des hommes qui n'avaient d'autre force que celle de leurs bras, qui ne forgeaient le fer que pour en fabriquer

(1) Les ferriers de cette partie de la France ont été étudiés par M. Cartois; le résultat de ces recherches est consigné dans la *Statistique de l'Aube* de M. Raulin, p. 479.

des épées, des haches d'armes, et quelquefois des chaînes de navire.

Outre les ferriers de l'Yonne et de l'Aube, nous citerons ici ceux de la Côte-d'Or, aux environs des mines de Thoste et de Beauregard, qui sont encore exploitées aujourd'hui; ceux de l'Aveyron, aux environs de Kaimar, près Lunel; ceux d'Indre-et-Loire où, sur plusieurs points, il existe de ces scories anciennes en quantités vraiment surprenantes; ceux de la Vienne, particulièrement aux environs de Charroux; ceux de la Nièvre, près Clamecy; ceux de la Sarthe, aux environs du Mans, où on a découvert des médailles romaines, notamment à Allones; ceux de la Seine-Inférieure, près de Forges; ceux de l'Eure, près Bernay, où ces débris ont été examinés par M. Le Prévost; ceux de l'Orne, aux environs de l'Aigle et de Rugles; ceux de la Mayenne, où ces scories ont servi à l'empierrement de voies romaines sur différents points; ceux de la Haute-Marne, à Ronchaires, où des médailles du Haut-Empire ont été trouvées dans le fond d'un puits traversant les mines, ainsi que dans la Meuse, à Treveray. Il existe, dans beaucoup d'autres parties de la France, des accumulations de scories qui remontent à une époque très-ancienne et peut-être aussi jusqu'à l'époque romaine; nous citerons, par exemple, la Meurthe; l'Isère; le Gard, à Palmesalade; les Pyrénées-Orientales, au Canigou; l'Ariège, à Viedessos; enfin la Dordogne. Ces derniers, qui proviennent de forges à bras, ont été attribués, par M. Félix de Verneille, à l'époque gauloise.

D'après M. Charles des Moulins, le Périgord est véritablement semé de débris de scories. Il en a trouvé au moins une vingtaine de dépôts aux environs de Lanquais, sur le terrain tertiaire. Le silicate de fer, qui forme les scories, renferme 60 pour 100 de métal. L'un de ces dépôts, remarquable par son volume, est situé au sommet du coteau de Saint-Frond de Coulvey, et occupe au moins 400 mètres carrés; l'antiquité de ce massif est présumée, d'après la transformation de sa

partie superficielle, en terre végétale (1). A Excideuil, suivant M. Guillebot de Nerville, on trouve sept ou huit monceaux principaux de scories ou *crassiers*, provenant d'anciennes forges à bras. A Hautefort, il y en a cinq ou six au moins. Des tas semblables se rencontrent dans le voisinage des minerais de Bergerac. Enfin, il en existe auprès de la limite de la Haute-Vienne, sur la commune de Saint-Martin de Fressengeac, qui proviennent probablement des minerais du Nontronais.

On peut mentionner aussi les accumulations de scories qui se rencontrent, en une multitude de points, dans cette province de la Belgique, nommée Entre-Sambre-et-Meuse; en quelques localités, elles forment une couche nivelée qui n'a pas moins de 1^m 50 d'épaisseur.

§ 2. — Observations générales.

D'après les faits qui viennent d'être signalés, nous devons, avant tout, admirer la perspicacité et la finesse d'observation des anciens, en même temps que les connaissances pratiques auxquelles ils étaient déjà arrivés. Ce n'est pas seulement l'or qu'ils savaient reconnaître, même en particules à peine visibles, ni même le minerai de fer, mais des minerais, tels que l'oxyde d'étain, dépourvus de l'éclat métallique, et ordinairement noyés dans une gangue qui les rend presque méconnaissables.

Si l'on poursuit cet aperçu rétrospectif à travers le moyen âge, on voit qu'il existe, dans différentes contrées de l'Europe, quelques centres d'exploitation qui conservent leur importance depuis une époque reculée. Ainsi, l'on sait que les puissants gîtes de fer de l'île d'Elbe, et ceux de fer spathique des Alpes de Styrie, si éminemment propres à la fabrication de l'acier, étaient exploités dès l'antiquité. L'Espagne nous offre les exemples les plus remarquables de cette permanence : telles

(1) Ces anciens vestiges de l'industrie du fer ont été particulièrement décrits par MM. de Taillefer et Jouannet.

sont les mines de mercure d'Almaden, déjà en activité trois siècles avant notre ère, et qui sont restées encore si riches et si productives, ainsi que les gîtes de plomb argentifère des environs de Carthagène; de même les gîtes de pyrite cuivreuse de Rio-Tinto, en Andalousie, et de San-Domingos, en Portugal, après avoir procuré aux Phéniciens et aux Carthaginois du cuivre en quantité considérable, figurent encore aujourd'hui parmi les principales mines de l'Europe.

Mais, le plus généralement il n'en est pas ainsi; on arrive à reconnaître qu'un très-grand nombre de mines, autrefois florissantes, en France et ailleurs, sont aujourd'hui complètement abandonnées. Cet abandon peut avoir plusieurs causes :

Il est des cas où il résulte d'un épuisement réel du gîte, comme il arrive pour certains amas de dimension restreinte. Ce fait paraît aussi avoir été assez fréquent pour les alluvions aurifères. Il y a peu d'années, on a été témoin d'un prompt appauvrissement de ce genre en Californie, pour le lit des rivières qui, après avoir surpris par leur richesse extraordinaire, ne sont déjà plus exploitables.

Le plus souvent, un gîte devient inexploitable sans être épuisé, par suite de modifications, quelquefois considérables, dans les conditions économiques. C'est ce qui s'est passé à toutes les époques et se produit encore journellement pour les filons métallifères. La quantité considérable dont le salaire de la main-d'œuvre s'est accru chez nous depuis le moyen âge, et surtout depuis l'antiquité, est une première cause très-notable de perturbation. C'est ainsi que, dans l'intérieur de l'Afrique, les nègres pratiquent l'orpaillage dans des rivières où les ouvriers européens ne pourraient le faire avec profit. Les Chinois, par leur sobriété et leurs faibles exigences, nous donnent un exemple semblable dans les alluvions aurifères de Californie et d'Australie, dont le monopole leur est resté. D'un autre côté, la valeur des métaux a varié en sens inverse et a subi une diminution considérable qui, pour les principaux d'entre eux, continue encore aujourd'hui, par suite des décou-

vertes qui les ont rendus ou les rendent chaque jour incomparablement plus abondants qu'autrefois. Les anciens, réduits à l'exploitation d'un espace beaucoup plus limité que celui qui est aujourd'hui ouvert à nos investigations, et privés, d'ailleurs, des moyens de transport qui admettent tous les pays à la jouissance d'une même substance, étaient en quelque sorte forcés de tout tirer de leur sol, et par conséquent un minéral, quelque pauvre qu'il fût, était précieux pour eux. Une autre cause d'abandon résulte de l'accroissement de dépenses que présentent nécessairement les travaux que l'on poursuit dans la profondeur, lors même que l'affluence des eaux ne vient pas les aggraver.

Ces causes auxquelles on pourrait, en quelques cas particuliers, en joindre d'autres, telles que les guerres qui sont venues désoler autrefois certains pays et rompre les traditions relatives à l'exploitation, suffisent pour rendre compte de l'abandon de nombreuses mines métalliques, autrefois célèbres, tant en France que dans d'autres pays.

L'amointrissement que subit, en ce moment même, le principal centre de production du cuivre de l'Europe, le Cornwall, nous présente un exemple bien frappant des deux principales influences que nous venons d'indiquer. Ces mines étaient encore très-florissantes il y a vingt ans, lorsque l'accroissement énorme de production de cuivre du Chili et de quelques autres contrées lointaines, joint à l'approfondissement devenu très-considérable, a amené un état de souffrance tel que, dans ces dernières années, la production a diminué de moitié et qu'elle continue encore à décroître.

Toutefois, il ne faudrait pas conclure de ce qui précède que tous les filons métallifères, ceux, par exemple, qui sillonnent par milliers le plateau central de la France, soient délaissés sans retour possible. Si un grand nombre de tentatives de reprises ont été infructueuses, on doit l'attribuer au défaut de capitaux, plus généralement au manque d'une direction habile et persévérante, et aussi à l'absence de traditions sur

les exploitations antérieures. Mais des faits récents, dont l'Exposition elle-même nous fournit le témoignage, prouvent que ces entreprises peuvent encore prospérer, sous une direction judicieuse, éclairée des lumières de la théorie, en même temps que douée du sens pratique.

CHAPITRE II.

COMBUSTIBLES.

§ 1. — Combustibles des différents âges.

La houille est à la fois le plus connu et le plus utile de tous les combustibles que l'on extrait des masses pierreuses qui nous supportent. En produisant la lumière, la chaleur et la force, elle est d'une importance capitale pour l'économie actuelle des sociétés.

Pour ne citer qu'un seul exemple, nous prendrons la Grande-Bretagne, qui est la contrée de l'Europe la plus favorisée pour l'abondance avec laquelle elle est dotée de cette matière. Elle a produit, en 1866, 401 millions de tonnes, dont l'extraction occupe 250,000 ouvriers qui, avec leur famille, représentent environ un million de personnes vivant de cette industrie. Les salaires pour l'exploitation s'élèvent annuellement à plus de 300 millions de francs. La valeur de cette houille, sur le lieu d'extraction, est extrêmement élevée; car elle est de 635 millions de francs. Cependant, les industries dont elle provoque la création autour d'elle, correspondent à un développement de richesse bien plus considérable encore.

Bien que les combustibles minéraux enfouis dans les divers étages des terrains stratifiés, présentent de nombreuses variétés qui passent graduellement de l'une à l'autre, on y distingue trois types principaux, aussi bien d'après leur composition élémentaire qu'au point de vue de leurs usages industriels; ce sont : *le lignite, la houille et l'antracite.*

§ 6. — Minerais de plomb argentifère.

France. — Les filons de galène argentifère, si nombreux en France, particulièrement dans le plateau central et dans la chaîne des Vosges, ne sont exploités régulièrement que dans un très-petit nombre de localités.

L'étude approfondie qu'a faite M. Rivot, ingénieur en chef des mines, des filons de Vialas (Lozère) est d'autant plus importante que les considérations théoriques qui en résultent, portant que les âges relatifs des fractures et des remplissages des filons de diverses directions, ont conduit à des conséquences fort utiles pour l'exploitation de ces filons. L'application des règles établies à Vialas a été confirmée, d'une manière très-heureuse, par les découvertes auxquelles elle a conduit dans le Rouvergue, département du Gard. Ces caractères, dont l'étude a été habilement continuée par M. Crespon, se retrouvent encore dans un grand nombre de filons analogues des départements de la Lozère, de l'Ardeche et du Gard. Ils pourront même servir de guide dans des régions encore plus éloignées.

A Pont-Gibaud (Puy-de-Dôme), où se trouve un groupe de filons depuis longtemps connu, et dont le plomb renferme de deux à quatre dix millièmes d'argent, les exploitations se sont, jusqu'à présent, arrêtées à une profondeur de 100 à 120 mètres, par suite de l'appauvrissement général qui s'est manifesté vers ce niveau. En attendant que de sérieux efforts soient tentés pour reconnaître plus profondément l'allure des filons, on a exécuté et on poursuit, à proximité de la surface, des travaux de reconnaissance, et on est ainsi arrivé à des parties qui témoignent de la richesse générale du district. Aujourd'hui, l'exploitation est rentrée dans des conditions incomparablement meilleures que précédemment.

On peut ajouter, à titre d'exemple à suivre dans certains cas, que, dans le même département, une mine s'est très-modestement établie, il y a une quinzaine d'années, sur

un filon de l'arrondissement de Thiers, à Montmeubout, et on y trouve des bénéfices, grâce à la manière judicieuse dont l'exploitation est dirigée.

Les gîtes bien connus de Pesey et de Mâcot, dans le département de la Savoie, ont donné lieu à d'importants travaux, qui sont suspendus depuis peu de temps.

Le filon du Grand-Clot, dans le département de l'Isère, actuellement l'objet de travaux, se présente dans des circonstances tout à fait exceptionnelles et extrêmement caractéristiques pour l'étude de la constitution et de l'origine des filons métallifères. Il est, en effet, coupé par la vallée de la Romanche, en aval du bourg de la Grave, sur une paroi abrupte et à peu près verticale, dont la hauteur au-dessus du torrent est de plus de 600 mètres. Il montre donc, même à ciel ouvert, un exemple des plus significatifs de continuité dans le sens de la profondeur. En même temps, il offre pour l'exploitation des conditions particulières. La méthode d'abatage par le feu, qui remonte à une antiquité reculée et qui n'était, pour ainsi dire, plus employée, sauf au Rammelsberg, au Hartz, est cependant mise à profit pour l'exploitation du filon du Grand-Clot, et avec des perfectionnements qui font espérer qu'elle peut encore être employée avec succès dans certains cas, surtout sur les parties à gangue quartzeuse. Le filon est chauffé non-seulement avec du bois, mais aussi avec de la houille flambrante; cette dernière est placée dans une sorte de cornue portative.

Non loin des mines du Grand-Clot, dans la même commune de la Grave, on a découvert, il y a dix ans, un filon qui coupe les calcaires du lias, superposés au gneiss, et dont le minerai présente l'association, assez rare, de la galène avec des arsenio-sulfures de nickel et de cobalt. Ces minerais, très-argentifères, sont l'objet d'une exploration active.

A l'Argentière, non loin de Briançon (Hautes-Alpes), on exploite un filon, encaissé dans des quartzites, que l'on rattaché au trias.

Dans le département du Gard, à Carnoules, une couche de poudingue quartzeux, appartenant aussi au grès bigarré, qui est imprégné de galène, est tout à fait analogue, dans sa disposition générale, au gîte de Bleyberg, près de Commern, en Prusse, dont il sera question plus loin.

La quantité de galène extraite en France, en 1864, s'est élevée à 95,286 tonnes, d'une valeur de 3,099,190 francs. Sur cette valeur totale, le **Puy-de-Dôme** (**Pont-Gibaud**) figure pour plus du tiers. Puis viennent le **Gard**, l'**Ille-et-Vilaine** (**Pontpéan**), le **Finistère**, les **Hautes-Alpes** (**Argentière**), la **Corse**, l'**Aveyron** (**Villefranche**), la **Savoie**, l'**Arriège** (**Seintein**) et le **Rhône**.

Algérie. — On doit mentionner deux exploitations de galène argentifère dignes d'intérêt : l'une dans la province de **Constantine**, à **Kef-Oum-Theboul**, près la **Calle** ; l'autre dans la province d'**Oran**, à **Gar-Rouban**, sur la frontière marocaine. Leurs produits et leurs plans sont exposés.

Angleterre. — La galène argentifère est exploitée sur un grand nombre de points de l'Angleterre. Parmi les 21 comtés et les mines, au nombre de 336, qui la fournissent, le **Durham** et le **Northumberland** occupent la première place. Les importantes mines qu'exploite lord **Beaumont** sont représentées par les plans et coupes des filons, ainsi que par toute une collection des minerais qui s'y rattachent. Viennent ensuite le **Yorkshire**, le **Cornwall**, qui a aussi conquis, assez récemment, une place, comme producteur de plomb, le **Derbyshire**, le **Cumberland**, le **Cardiganshire**, le **Denbysghire** et le **Flintshire**. La production de minerai de plomb de l'Angleterre a été, en 1866, de 91,047 tonnes, ayant une valeur de 20 millions de francs, et qui ont produit 67,390 tonnes de plomb. On a en outre extrait de ce plomb 19,737 kilogrammes d'argent : ce qui correspond, pour le plomb, à une teneur de vingt-huit millionsèmes.

Malgré la concurrence étrangère, l'extraction en Angleterre du plomb s'est accrue, depuis 1855, de 3 pour 100.