

Exposition Universelle de 1900, à Paris. — Exploitation des mines, minières et carrières. — Rapport du Jury international, par M. DE CURIÈRES DE CASTELNAU, Ingénieur en chef des mines, Ancien Directeur de l'École des Mines de Saint-Etienne, Ingénieur-délégué du Conseil des mines de Grand'Combe (1).

Un semblable rapport équivaut, dans une certaine mesure, à un traité d'exploitation.

Les trois volumes qui le composent constituent une mine féconde de documents utiles. Des statistiques minérales de tous pays (1^{re} partie); des monographies méthodiques concernant les expositions récompensées, dans lesquelles on trouve d'intéressantes descriptions des nombreux gisements houillers et métallifères (2^{me} partie), et enfin (3^{me} partie), l'exposé des progrès les plus récents accomplis dans le matériel et les procédés d'exploitation des mines.

De nombreuses figures illustrent ce bel ouvrage. Nous ne pouvons, faute d'espace, donner ici une analyse, même succincte, de ce rapport, et nous nous contenterons d'en reproduire les conclusions qui constituent une revue intéressante de ce qui a été accompli dans l'art des mines au cours des dernières années qui ont précédé l'exposition de 1900 :

« Comme on a pu le voir par l'exposé général de l'exposition minière qui a fait l'objet de nos deux premiers volumes et par l'étude technique, malheureusement trop incomplète à beaucoup d'égards, de la troisième partie, les exploitants et les Gouvernements qui ont pris part à l'Exposition ont fait des envois nombreux et fort intéressants, en sorte que le public a eu sous les yeux la représentation des perfectionnements réalisés dans l'exploitation des mines et les industries qui s'y rattachent. L'importance ainsi spontanément donnée à cette exposition a bien fait ressortir la place que cette branche de l'industrie humaine occupe dans le monde et l'intérêt qui s'attache à son rôle économique et social.

Depuis que le développement régulier du commerce et de l'industrie s'est trouvé favorisé dans le monde entier par une ère prolongée de paix générale, l'accroissement des besoins s'est manifesté d'une façon très rapidement ascendante et les débouchés des matières premières ressortissant de l'industrie minière ont augmenté suivant la même mesure. Les statistiques que nous avons réunies au début de cet ouvrage sont très caractéristiques de ce mouvement et montrent d'une façon frappante, par la progression rapide des chiffres de la production du monde, la mesure dans laquelle l'extraction a dû s'accroître pour satisfaire à la consommation. Cette constatation ne saurait être que très satisfaisante si on la considérait en soi et si on ne remarquait, à un examen plus approfondi, qu'elle a entraîné, et entraîne toujours de plus en plus, des conséquences

(1) PARIS, Imprimerie Nationale.

économiques plus ou moins préoccupantes pour les exploitants et qui découlent de la nature même de cette exploitation, dans laquelle la main-d'œuvre entre pour une si grande part.

La conséquence première immédiate de l'augmentation des débouchés et de la consommation a été le développement général intense des exploitations minières en production et en nombre.

Pour quelques régions favorisées d'une façon exceptionnelle, possédant de vastes bassins, faciles à mettre en valeur, et des réserves considérables en gisements non encore exploités, ce développement a pu se faire rapidement, sans difficultés et d'une façon normale, comme cela a été le cas pour le Nouveau-Monde; il n'en a pas été de même pour l'Europe.

Là, et en particulier en France, les travaux ont dû être développés en étendue et en profondeur. De nouveaux sièges d'extraction ont dû être créés. En même temps, des recherches s'effectuaient à la surface au moyen de sondages pour découvrir soit des bassins nouveaux, soit des prolongations hypothétiques de bassins connus, soit les extrêmes limites des gîtes concédés.

L'augmentation du nombre des mines et l'intensité de production à laquelle on est arrivé ont amené rapidement une concurrence souvent dangereuse qui n'a fait qu'accroître la tâche des exploitants. Le fait s'est révélé particulièrement par l'envahissement des pays de production secondaire par les produits provenant de régions favorisées possédant de vastes bassins, facilement et économiquement exploitables et dont la mise en valeur pendant les périodes de prospérité peut recevoir en peu de temps toute l'intensité nécessaire. C'est l'exemple que nous ont donné les bassins houillers des Etats-Unis pendant ces dernières années. Possédant une constitution très favorable aux méthodes perfectionnées d'extraction et d'abatage, ils ont fait preuve d'une activité remarquable qui vient de les mettre à la tête des centres de production du monde. Leurs produits sont arrivés peu à peu à pouvoir concurrencer les autres charbons, même dans les pays de production de ces derniers.

D'autres régions très productives, mais moins bien douées au point de vue des conditions d'exploitation, sont cependant arrivées à exercer une concurrence sérieuse sur les marchés étrangers, grâce soit à une organisation commerciale très forte de syndicats ou de cartells, soit aussi à des primes à l'exportation habilement conçues et réparties. C'est ainsi que l'on a vu et que l'on peut voir encore certains charbons allemands se vendre facilement hors de leur pays d'origine et dans des régions elles-mêmes productives.

Pour toutes ces raisons, extension de la production et développement de la concurrence, les charges qui sont venues s'accumuler sur les exploitations, surtout secondaires, ont augmenté dans une mesure telle que pour beaucoup d'entre elles il s'est imposé comme une nécessité absolue d'apporter à l'exploitation toutes les modifications, tous les perfectionnements susceptibles d'abaisser le prix de revient. C'est surtout en France, où la production est toujours inférieure à la consommation et où, par conséquent, les produits étrangers sont naturellement attirés, que ces effets se sont fait sentir.

En même temps que la concurrence extérieure devenait plus redoutable, des causes intérieures d'augmentation s'imposaient aux exploitants.

Ils ont fait d'abord de grands efforts pour augmenter la sécurité du travail dans les mines et mettre autant que possible les ouvriers à l'abri des accidents inhé-

rents à la profession. Ensuite, ils ont dû tenir compte de cette loi naturelle qui porte les hommes à chercher à augmenter de plus en plus leur bien-être, et par conséquent, pour les ouvriers, à accroître de plus en plus leur salaire. A côté de ces satisfactions des besoins immédiats de l'ouvrier, il en est d'autres non moins humaines et précieuses qui lui ont été données parallèlement, soit par l'initiative des patrons, soit par des mesures législatives ou administratives, institutions patronales de prévoyance, caisses de secours et de retraites, œuvres diverses de mutualité, indemnités et assurances contre les accidents, œuvres d'hospitalisation pour les blessés, etc. De pareilles institutions de solidarité sont la preuve manifeste de la sollicitude des Gouvernements et des sociétés minières en faveur de leur personnel ouvrier. Elles ne peuvent aller qu'en se développant et il est à souhaiter que ce développement s'effectue sous la formule équitable et pondérée qu'il est si difficile de réaliser lorsqu'il s'agit d'intérêts si divers et quelquefois si opposés.

Toutes ses satisfactions données à l'ouvrier, toutes ces concessions consenties par les exploitants de mines ou imposées par la loi, n'ont pas été sans alourdir encore les charges de l'exploitation. Il était donc de nécessité absolue, on le voit, tant par l'augmentation des difficultés techniques que par celles, non moins redoutables, que fait naître le problème social, que l'exploitant cherche tous les moyens possibles d'abaisser le prix de revient, ou tout au moins d'apporter des tempéraments à sa surélévation.

Pour cela, les idées générales qui ont paru prévaloir ont été de restreindre autant que possible la main-d'œuvre de plus en plus coûteuse, et d'augmenter le rendement des ouvriers; cela, en substituant autant que faire se peut, des appareils mécaniques au travail manuel; en développant toutes les mesures propres à favoriser ce travail, par l'augmentation de la sécurité et du bien-être à l'intérieur de la mine, par l'amélioration de l'aérage, des transports et de l'éclairage; en augmentant la puissance de l'outillage et le perfectionnant; en multipliant les applications de la force motrice et étudiant les moyens de rendre cette dernière aussi économique et aussi transportable que possible.

Ce n'est point seulement dans les pays déjà connus ou facilement accessibles que les efforts se sont portés pour le développement de l'industrie extractive. Des missions ont été organisées dans des pays jusqu'ici à peu près inexplorés à ce point de vue, et les différents Gouvernements ont fait procéder à des études minières plus approfondies de leurs possessions coloniales.

Tous ces efforts en vue du développement de la production ont provoqué des perfectionnements importants des méthodes et appareils de sondage, parmi lesquels il faut signaler le battage rapide, l'application très fréquente de l'injection d'eau et le sondage au diamant. A cet égard, il n'est que juste de noter les appareils remarquables qui nous sont venus d'Amérique et qui constituaient une partie si intéressante de l'exposition de ce pays au bois de Vincennes.

Nous avons dit ci-dessus que l'amélioration générale des conditions du travail de l'ouvrier a été obtenue par le développement de l'aérage, de l'éclairage et des mesures diverses de sécurité. Nous avons vu les changements et perfectionnements successifs réalisés dans le mode de ventilation mécanique si intensive, et à côté du ventilateur Guibal, si connu et si employé, le développement des appareils centrifuges très perfectionnés, dont les deux types principaux sont les ventilateurs Rateau et les ventilateurs Mortier.

Les dispositifs d'aérage secondaire dans l'intérieur se sont également multipliés et améliorés. Les ventilateurs portatifs, soit à air comprimé, soit mus par l'électricité, ont permis de porter l'air jusque dans les parties les plus éloignées de la mine et d'effectuer les travaux de préparation et d'avenir dans les conditions les meilleures de rapidité et de sécurité.

En même temps les mesures propres à surveiller et à contrôler l'aérage sont devenues plus nombreuses et plus précises; et leur effet se fait sentir par l'augmentation de la sécurité et l'adaptation plus rationnelle de la ventilation aux conditions de dégagement des gaz dangereux.

Cette question de l'aérage devient de plus en plus importante d'ailleurs au fur et à mesure que l'exploitation s'approfondit et que le cube d'air frais à envoyer dans les travaux augmente, non seulement pour la sécurité, mais encore pour abaisser la température de l'atmosphère qui croît d'une façon gênante avec la profondeur.

A la lampe de sûreté à l'huile tend à se substituer la lampe à benzine dont l'éclairage est meilleur et n'a pas l'inconvénient des fumées de la lampe à huile. L'emploi d'un liquide plus inflammable a permis l'adaptation à la lampe d'un système de rallumage automatique commode qui donne à l'ouvrier la facilité de rallumer sa lampe quand il veut, en sorte qu'il n'est plus tenté d'ouvrir celle-ci, en cas d'extinction, pour la rallumer dans la mine et qu'il gagne, en outre, le temps nécessaire pour ce rallumage.

Les systèmes de fermetures aux rivets de plomb, hydrauliques, magnétiques se sont également perfectionnés.

Enfin, il faut signaler l'apparition des lampes électriques de mine. C'est, à un certain point de vue, peut-être, l'innovation la plus importante dans cet ordre d'idées. Il est probable que la lampe électrique de mine, lorsqu'elle sera devenue pratique, donnera la solution de ce problème si important de l'éclairage des mines qui exige des conditions presque contradictoires pour l'établissement de la lampe type : puissance et durée de l'éclairage, robustesse, légèreté et petit volume de l'appareil, enfin sécurité absolue.

Les types actuels sont à accumulateurs, ils sont encore un peu lourds. Comme durée et puissance d'éclairage ils n'ont pas encore une grande supériorité sur le type ordinaire. Les essais de ces lampes (Sussmann, Neu-Catrice) se continuent dans les mines et il faut espérer que la pratique de ces appareils nouveaux amènera les perfectionnements souhaités.

La sécurité du travail dans les mines s'est améliorée d'une manière remarquable par la création et l'emploi des explosifs de sûreté et la généralisation de l'emploi du tirage électrique.

Des modes particuliers de soutènement au toit des galeries, tels que le système d'allonges métalliques de Courrières, ont été mis en usage.

Toutes les voies des plans inclinés et toutes les recettes des puits ont été munies d'appareils de sécurité, barrières, taquets, signaux, etc., presque tous automatiques, et les chutes du personnel ou du matériel sont devenues rares.

Les cages des puits ont reçu des parachutes de divers systèmes. Enfin le service de l'extraction a adopté des mesures de plus en plus complètes pour éviter les accidents qui peuvent résulter soit d'une avarie ou d'un arrêt possible de la machine, soit d'un emballement de cette dernière par défaut de surveillance du mécanicien. Nous citerons notamment l'adoption des freins normalement

serrés disposés sur les machines d'extraction et treuils divers. Enfin on a imaginé de nouveaux appareils évite-molettes mécaniques ou électriques, dont quelques-uns très ingénieux. Leur défaut commun est encore d'être assez compliqué, d'un fonctionnement délicat et d'exiger une surveillance et un contrôle assidus.

En résumé, de grands progrès ont été réalisés dans la sécurité du travail des mines et de nombreux accidents ont pu être évités, grâce à ces nouveaux systèmes et appareils.

Le développement et les perfectionnements apportés dans l'outillage et dans les moyens d'action mécaniques de la mine ont été non moins importants et leur influence sur l'économie générale et le rendement de l'exploitation est très sensible, car elle s'exerce sur presque tous les services intérieurs et extérieurs de la mine et tend à restreindre le rôle de la main-d'œuvre dont nous avons montré précédemment le coût élevé.

A noter surtout dans ces innovations l'apparition d'appareils pratiques d'abatage mécanique et l'application de l'électricité comme agent de transmission d'énergie aux divers appareils et aux transports. Nous avons déjà signalé son emploi dans l'éclairage.

L'abatage est peut être le service de la mine où l'importance du travail accompli dans un temps donné a le plus d'influence sur le rendement général de l'exploitation. Au travail forcément limité de l'ouvrier muni seulement de son pic et de ses outils de minage à la main, on a cherché depuis longtemps à substituer le travail d'outils mécaniques appropriés et permettant d'opérer rapidement la sous-cave ou hâvage, les coupures verticales ou en tailles et les trous de mine. On a vu apparaître alors les perforatrices rotatives à main, au début lourdes et encombrantes, puis les perforatrices à percussion permettant le travail dans les roches dures. Ce matériel s'est perfectionné dans une mesure considérable et s'est augmenté de machines nouvelles à déhouiller, d'abord compliquées et volumineuses, devenues ensuite dans ces derniers temps relativement simples et réellement pratiques.

Tout ce matériel correspond naturellement à des conditions de travail différentes et telle machine à grand rendement fonctionne régulièrement dans certaines mines des Etats-Unis qui se trouve être entièrement rejetée par les mines françaises par exemple, dont la nature et la disposition des couches est entièrement différente. Nous ne nous arrêterons pas à cette particularité bien connue, que nous avons déjà signalée, et nous nous bornerons à caractériser les perfectionnements généraux de ces appareils.

Dans les perforatrices mécaniques, l'application de l'air comprimé s'est généralisée et les systèmes, qui se sont multipliés, présentent presque tous des conditions analogues de fonctionnement. Le poids a été diminué, l'appareil est devenu réellement pratique, son fonctionnement sûr et le travail produit économique. Deux innovations importantes ont été apportées à ces appareils qui améliorent encore leur rendement et leur commodité.

L'une consiste dans l'injection d'eau dans le fleuret pendant le travail, et l'autre dans l'application du moteur électrique à la perforatrice. On connaît l'importance de l'injection d'eau dont le principe a été posé par Fauvelle et qui a été réalisé d'abord avec succès dans les appareils de sondage. Les expériences faites sur des perforatrices à injection confirment d'ailleurs les données des constructeurs et montrent dans quelle proportion le travail peut être accru.

L'application de l'électricité à la perforatrice à percussion a rencontré des difficultés de réalisation pratique qui ont arrêté pendant longtemps les constructeurs. Elles consistaient dans la nécessité de transformer le mouvement de rotation du moteur en un mouvement de va-et-vient élastique et susceptible de varier dans une grande mesure. Nous avons vu comment ces difficultés avaient été ingénieusement et pratiquement résolues par deux constructeurs. De ce fait, ce service si important devenait susceptible de participer à l'économie notable qu'apporte l'emploi de l'énergie électrique dans l'exploitation.

A côté de ces appareils de perforation, qui permettent, par certaines dispositions d'affût ou de chariot porteur, de réaliser le hâvage par percussion, nous avons à citer l'apparition des hâveuses à chaînes américaines perfectionnées. Ces machines sont devenues relativement légères et permettent un travail facile dans les couches régulières et peu inclinées de charbon pur et homogène. L'application des moteurs électriques à ces hâveuses a rendu leur travail plus souple et leur forme plus compacte. Nous avons vu, d'ailleurs, leur rendement considérable, qui a déterminé les mines françaises à essayer de les modifier et de les adapter à leur service.

Enfin, les carrières ont vu paraître un nouvel appareil qui améliore considérablement leur travail : cet appareil, qui réalise l'emploi pratique du fil hélicoïdal pour la taille des roches, a été perfectionné et est susceptible d'applications nombreuses qui se révèlent chaque jour (ardoisières, etc.).

On ne saurait trop insister sur cette question de l'abatage mécanique. Réalisé avec des explosifs appropriés, il procure des améliorations très considérables, non seulement dans le rendement immédiat, mais encore dans la qualité des charbons abattus. C'est pourquoi ces progrès sont à signaler particulièrement ; ils intéressent toutes les mines pour lesquelles cette question est quelquefois vitale, ou du moins tend de plus en plus à le devenir.

L'application de l'électricité dans les mines a été étudiée depuis longtemps. Elle n'est devenue possible que depuis les progrès considérables survenus récemment dans l'électrotechnique; dès que les conditions générales du fonctionnement des appareils électriques et du transport de l'électricité ont été mieux connues, on a compris bien vite tout l'intérêt qu'une telle question comportait pour l'exploitation minière. Celle-ci, en effet, est peut-être celle dont le travail est le plus dispersé et le plus varié; installations de la surface, services du fond à différents niveaux, éclairage, transports, tous ses services en un mot relèvent de la distribution de l'énergie sous toutes ses formes. Or, jusqu'ici, on ne disposait pour celle-ci que de la vapeur ou de l'air comprimé. Dans certains cas on a aussi adopté la transmission hydraulique. Mais toutes ces formes de l'énergie ou de sa transmission avaient le grave défaut du manque de souplesse et surtout du faible rendement, inconvénient particulièrement grave de l'air comprimé.

Or l'électricité présente, au contraire, des avantages très marqués à ce point de vue. Elle permet la concentration de la production de la force au point le plus favorable; quelquefois même elle a permis l'utilisation, pour cette production, de chutes d'eau voisines, et même de venues d'eau régulières sous pression dans les travaux. Elle peut se transporter à de grandes distances, sans pertes trop considérables, d'une façon simple et permettant à un haut degré la division et la dispersion des points d'utilisation. Enfin elle a donné la possibilité de réaliser des moteurs légers, compacts, appropriés à tous les services, et dont le fonctionne-

ment est simple et économique. Toutes ces qualités feraient d'elle l'agent d'énergie par excellence, si elles n'étaient compensées par l'inconvénient des étincelles aux moteurs ou aux câbles, et des courts-circuits, qui, dans l'exploitation des mines grisouteuses ou poussiéreuses, constituent des obstacles très sérieux à son utilisation, en raison du grave danger qu'ils font courir.

Des perfectionnements dans les câbles et dans les moteurs ont restreint cet inconvénient, comme nous l'avons montré, mais il n'en existe pas moins des cas où la prudence empêche l'emploi de l'électricité.

Partout ailleurs les applications se multiplient : préparation mécanique, treuils, balances, pompes, ventilateurs, perforatrices, tous les appareils se relient au réseau général. La traction mécanique, dans les mines qui permettent l'usage du trolley, commence à se réaliser. Dans d'autres cas, on étudie des locomotives à accumulateurs, qui, malgré leurs inconvénients, améliorent dans une proportion sensible le service important du roulage intérieur ou extérieur. L'éclairage relève également de l'électricité, soit par application directe des lampes sur les canalisations, soit par l'emploi des lampes de sûreté à accumulateurs chargés à la station centrale ou à une station secondaire, au besoin munie de commutatrices.

On voit, par cet exposé sommaire, toute l'importance que présente l'apparition dans l'industrie minière de cette nouvelle forme de l'énergie, si récente encore et cependant déjà si précieuse.

On a vu par ce résumé rapide les progrès principaux qui ont amélioré l'exploitation et accru son rendement. Cet exposé, toutefois, ne serait pas complet si l'on omettait les améliorations survenues dans les autres parties de la mine.

Il suffit de rappeler ce que nous avons vu dans divers chapitres de ce volume pour qu'on se rende compte que toutes les parties de la science des mines ont été l'objet d'études et de perfectionnement. Pour les travaux intérieurs on a vu exposer les applications du béton de ciment pour les revêtements ou les serremments; les ateliers de préparation des charbons sont pourvus de dispositions nouvelles qui tendent à développer l'automatisation complète de l'installation, à permettre la variation à volonté du classement des charbons et la recombposition, etc.

Enfin, dans la fabrication du coke, il faut signaler l'importance des procédés de récupération des sous-produits qui sont appliqués à l'heure actuelle d'une façon de plus en plus générale, et qui permettent la réalisation d'économies notables, non seulement par la valeur des sous-produits récupérés, mais encore par l'utilisation rationnelle dans des installations annexes de chaudières des chaleurs perdues et des gaz combustibles, non brûlés dans les fours. D'autres améliorations ont été constatées, dans le cours de ce travail, que nous ne pouvons citer ici.

Comme on le voit par cet examen général, les principes fondamentaux que nous avons signalés au début ressortent bien des idées qui ont présidé aux changements, perfectionnements et innovations apportés dans l'art des mines. Nous n'avons pu citer dans ce volume qu'une faible partie de ce qui a été fait depuis dix ans (nous en avons dit les raisons dans le préambule) et cependant de cette étude incomplète nous paraît se dégager d'une façon assez claire l'esprit du développement minier pendant les dernières années.

Ce développement, avec les changements qu'il apporte dans toutes les bran-

ches de l'industrie minière, devient chaque jour plus intense, et bientôt les données de ce rapport seront distancées et reléguées dans le domaine du passé des mines. C'est que les questions économiques et sociales si fondamentales que nous avons signalées deviennent chaque jour plus pressantes et plus graves.

Toutefois, le rôle de ce rapport aura été accompli. Il aura servi à l'histoire d'une période peut être décisive de la vie de cette industrie; cela suffirait à en justifier l'utilité.

V. W.

L'Ankylostomiase, par les D^{rs} A. CALMETTE et M. BRETON (1).

On a beaucoup écrit déjà sur cette maladie de mineurs appelée *ankylostomiase* ou *ankylostomiasie* dont l'extension et, dans certaines régions, les ravages ont fortement ému le monde des Ingénieurs des mines et des Hygiénistes, et ont forcé l'attention des pouvoirs publics des principaux pays miniers. L'énumération bibliographique qui se trouve à la fin du livre dont nous nous occupons accuse déjà plus de 210 ouvrages ou brochures.

Il est utile que de temps en temps, sous une forme claire et précise, il soit fait une mise au point de la question par une récapitulation méthodique des travaux antérieurs et l'exposé mis à jour de la situation. C'est ce que MM. Calmette et Breton ont fait dans un joli petit volume, assez complet pour ne rien laisser d'essentiel en arrière, assez concis pour ne pas rebuter le lecteur.

Comme les auteurs le déclarent dans l'introduction, tandis que la 2^e et la 3^e partie du livre s'adressent surtout aux Ingénieurs, la première, qui contient tout ce qui concerne l'histoire de l'ankylostomiasie, la biologie de son parasite, son diagnostic et son traitement, s'adresse plus spécialement aux médecins. Hâtons-nous d'ajouter, toutefois, que la lecture même de cette partie spéciale est loin d'être inaccessible aux Ingénieurs, qui peuvent la lire avec intérêt et avec fruit.

Dans un livre de ce genre, il va de soi que bon nombre de choses sont des redites et que la compilation y joue un grand rôle. Cependant, en maints endroits, les auteurs exposent des idées nouvelles et précisent des faits qui n'avaient été encore qu'entrevois.

Les auteurs, se plaçant plus spécialement au point de vue français, cherchent manifestement à éviter aux exploitants de mines de leur pays, les réglementations gênantes qui ont été imposées ailleurs et

(1) Paris, Masson et Cie, éditeurs. Prix : 5 francs.