

et une dépression se produit en J', dépression rapidement amortie par la pression atmosphérique agissant en R. Mais, en même temps, la soupape J retombe sur son siège, le clapet s'ouvre, et comme l'appareil est établi de manière à avoir des pulsations très rapides, la dépression en J' n'est pas encore amortie, de sorte que l'eau se précipite avec plus de force pour aller de A en J', fermer le clapet L. et donner le coup de bélier. Il y a là un double effet, aussi le mouvement de l'eau dans la colonne ascensionnelle F est-il à peu près continu.

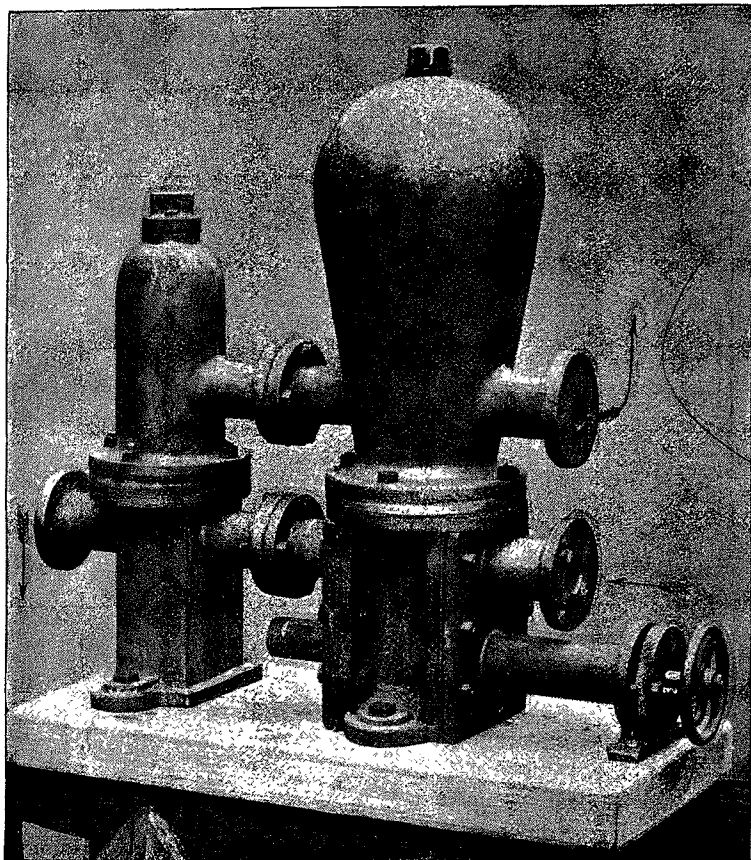


FIG — 3. Vue d'un bélier syphoïde

Cet appareil dérive du siphon éleveur Lemichel dont *Le Génie Civil* a publié une description dans son numéro du 19 mars 1892. C'est en utilisant un siphon Lemichel et en cherchant à supprimer quelques inconvénients de cet appareil que M. Bruyère a été amené à établir son bélier syphoïde.

La photographie ci-jointe représente l'un de ces appareils fonctionnant depuis quelque temps déjà en donnant toute satisfaction. Sous une chute de 1^m 30 ce siphon surélève 400 litres à l'heure à 7 mètres de hauteur. C. V.

Le Four électrique en Métallurgie

Communication faite par M. Robert PITAVAL, au Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, tenu à Liège (juin et juillet 1905).

Les progrès de la métallurgie du fer et de l'acier n'ont fait que suivre ceux des fours destinés à produire des hautes températures. On a pu dire avec raison : la métallurgie, c'est de la chaleur !

Dans ces conditions, le four électrique, qui permet d'obtenir des températures de 2 à 3000°, devait, dès son apparition, susciter naturellement un vif intérêt chez les métallurgistes. Il n'a du reste point failli aux promesses qu'il avait fait naître.

Sans m'arrêter à une étude du four électrique en lui-même, étude qui exigerait du reste un travail considérable en raison de la grande variété des types existants, je veux simplement examiner la place qu'occupe actuellement cet appareil dans la métallurgie de l'acier et esquisser à grands traits le rôle que l'avenir semble lui réserver.

A l'Exposition universelle de Paris en 1900, on pouvait voir fonctionner dans l'annexe de la classe 24 deux ou trois fours électriques de petites dimensions. Cette même classe nous montrait, à côté de beaux morceaux de carbure de calcium, quelques menus échantillons, placés soigneusement sous verre, des métaux ou alliages produits au four électrique.

C'étaient là des curiosités de laboratoire.

À Liège, aujourd'hui, nous voyons dans les sections de l'électricité et de la métallurgie, de puissants lingots d'acier, des blocs de ferro-silicium, ferro-chrome et autre alliages obtenus en grande quantité au four électrique et vendus par tonnages élevés à la métallurgie.

Cette différence, dans la masse des produits exposés à Paris et à Liège, caractérise parfaitement les progrès accomplis depuis cinq ans par l'industrie électro-métallurgique.

Cette industrie s'est attachée, pendant ces dernières années, à étudier plus spécialement les applications du four électrique à la fabrication des alliages métalliques, à la réduction des minerais et à l'obtention d'aciers spéciaux.

J'ai suivi depuis le début les étapes diverses de cette étude attachante, noté les résultats acquis dans différentes communications et conférences faites devant des sociétés savantes ; il m'est infiniment agréable de constater aujourd'hui, devant cette assemblée, que les études ont abouti à des résultats industriels de premier ordre.

Dans tous les pays, en effet, les sociétés de métallurgistes sont séduites par le charme qui émane de ce mystérieux appareil, agent modeste d'une puissance de chaleur incomparable. On l'étudie dans toutes les parties du monde ; des gouvernements, comme ceux du Chili et du Canada, ont même envoyé des missions d'ingénieurs en Europe et particulièrement en France, pour établir un rapport complet sur les procédés électro-thermiques actuellement en exploitation pour la fonte des minerais de fer et de cuivre et la fabrication des aciers.

Comme je l'ai dit, les résultats acquis sont très nets, et nous ne saurions mieux les mettre en évidence qu'en citant le rapport du métallurgiste anglais, F.-W. Harbord, que sa réputation fit choisir comme membre de la mission dirigée par le Superintendant des mines, M. Haanel, envoyée en Europe par le gouvernement canadien pour étudier la possibilité d'introduire avec succès au Canada les procédés électro-thermiques de fabrication du fer et de l'acier.

Voici les conclusions de M. F.-W. Harbord, qui a contrôlé toutes les opérations métallurgiques effectuées à La Praz, Livet, Gysinge, Turin, etc.

« Les résultats de mes recherches métallurgiques de la production électrique de l'acier et de la fonte en gueuses se traduisent par les conclusions suivantes :

« 1° De l'acier, égal à tous points de vue au meilleur acier au creuset de Sheffield, peut être obtenu, soit par le procédé Kjellin, soit par le procédé Héroult ou Keller, à un prix considérablement moins élevé que celui de la fabrication de l'acier au creuset de très bonne qualité ;

« 2° Il n'est pas possible actuellement de fabriquer économiquement au four électrique de l'acier pour constructions pouvant concurrencer l'acier Bessemer ou Siemens ; les fours électriques ne peuvent être employés commercialement que pour la fabrication d'aciers d'excellente qualité destinés à des emplois spéciaux ;

« 3° D'une manière générale, les réactions qui se produisent dans le four électrique, en ce qui concerne la réduction et la combinaison du fer avec le silicium, le soufre, le phosphore et le manganèse, sont analogues à celles qui ont lieu dans le

haut-fourneau. En variant la constitution de la charge et en réglant la température par le courant, il est possible d'obtenir n'importe quelle qualité de fontes grises ou blanches, et le passage d'une qualité à l'autre est effectué plus rapidement que dans le haut-fourneau ;

« 4° On peut obtenir au four électrique de la fonte grise convenant à tous les points de vue pour la fabrication acide de l'acier, soit par le procédé Bessemer, soit par le procédé Siemens ;

« 5° On peut facilement fabriquer de la fonte grise pour la fonderie ;

« 6° Sous réserve que le mélange de minerais contienne de l'oxyde de manganèse et que le laitier soit maintenu à l'état basique au moyen d'une addition convenable de chaux, il est possible de fabriquer de la fonte à faible teneur en silicium et en soufre convenant pour les procédés basiques Bessemer et Siemens ;

« 7° Cela n'a pas été démontré expérimentalement ; mais, d'après les considérations générales, il y a tout lieu de croire qu'il est possible de fabriquer de la fonte à faible teneur en silicium et en soufre, même en l'absence de l'oxyde de manganèse dans le mélange de minerai pourvu que le laitier soit maintenu à l'état fluide et basique ;

« 8° Il n'est possible de fabriquer commercialement de la fonte à un prix pouvant concurrencer le même produit du haut-fourneau qu'à la condition que l'électricité soit très bon marché et le combustible très cher. D'après la base sur laquelle a été établi ce rapport, lorsque l'électricité coûte 50 fr. par cheval-an et le coke 35 fr. la tonne, le coût de la production est à peu près le même que dans le cas du haut-fourneau moderne ;

« 9° Dans des conditions ordinaires, là où les hauts-fourneaux constituent une industrie établie, le procédé électrique ne peut pas soutenir la concurrence ; mais dans des cas spéciaux, lorsque l'on dispose d'une force hydraulique largement suffisante et qu'il n'est pas facile d'obtenir du coke de haut-fourneau, le procédé électrique peut donner de bons résultats au point de vue commercial.

« Il est impossible de définir exactement les conditions dans lesquelles le procédé électrique peut être exploité avec succès. Chaque cas doit être considéré indépendamment de tout autre en tenant grand compte des conditions locales, et ce n'est que lorsque celles-ci sont parfaitement connues qu'il est possible de donner définitivement une opinion sur les possibilités commerciales d'un projet. »

Ces conclusions ont fait l'objet de discussions approfondies soit à la Société Faraday, soit à l'*Iron and Steel Institute*, et les métallurgistes anglais, qui ne peuvent ignorer qu'il y a là un danger visant la suprématie qu'ils ont acquise dans le domaine des aciers fins, ont été cependant obligés de reconnaître les résultats pratiques et véritablement industriels de quelques-uns des procédés continentaux de fabrication de l'acier au four électrique. Plusieurs projets sont à l'étude dans le Royaume-Uni pour utiliser le four électrique dans la grande métallurgie

Les procédés Kjellin, Héroult, Keller, Stassano, Girod, Gin, etc., sont tous connus aujourd'hui, je ne les décrirai pas et me contenterai d'indiquer que la fabrication électrique de l'acier se poursuit d'une façon courante depuis trois ans à la Praz, en Savoie, et à Kortfors, en Suède, par les procédés Froges-Héroult ; que l'on érige actuellement près de Saint-Michel de Maurienne, une puissante usine hydro-électrique qui viendra doubler la production de celle de la Praz ; que l'usine de la *Metallurgiska Patent Aktiebolaget*, appliquée à Gysinge, en Suède, les procédés Kjellin et la fonderie royale de Turin ceux de M. Stassano ; que M. Girod à Ugine (France), Courtepin (Suisse), Grub-Isle (Allemagne) fabrique un excellent acier au creuset ; que M. Gin applique son procédé à l'usine de la *Deutsche Elektrische Stahlwerke*, à Plattenberg West-

phalie) ; que MM. Keller et Leleux se livrent à Livet (France) à des expériences véritablement industrielles qui ont parfaitement réussi, puisqu'on élève actuellement à Unieux (Loire), aux aciéries Holtzer, un four électrique Keller de 1000 chevaux.

Cette dernière installation est un fait nouveau intéressant qui sera sans doute le point de départ d'une nouvelle étape de l'industrie électro-métallurgique. Jusqu'ici, en effet, cette industrie s'était cantonnée dans quelques rares usines hydro-électriques utilisant l'énergie des torrents.

Les habitants des pays montagneux, généralement pauvres et déshérités, vivent avec joie s'installer des usines qui donnaient du travail et de l'activité à leur contrée. Certaines exploitations minières situées à de hautes altitudes suivirent et suivent encore attentivement les progrès d'une méthode qui peut leur apporter un atout inespéré dans la lutte industrielle.

Mais si les applications de l'électrochimie ne peuvent guère se réaliser pratiquement qu'à l'aide de l'énergie hydraulique des torrents, qui est captée à bon compte, ce ne peut être une loi générale. Il existe en Angleterre une usine à carbure et en Allemagne une fabrique de ferro-chromo qui utilisent avantageusement l'énergie électrique obtenue à l'aide de dynamos et machines à vapeur. Cette exception semble particulièrement indiquée pour cette application spéciale du four électrique à la métallurgie du fer et de l'acier. Autrement dit, il y a quatre ans que nous formulons cette opinion, nous croyons que le véritable avenir du four électrique est, non pas au pied des glaciers, mais au pied des hauts-fourneaux, ces immenses réservoirs d'énergie le plus souvent inutilisée et qui permettent d'avoir l'énergie à 2 centimes par kilowatt-heure, c'est-à-dire au double seulement du prix du kilowatt-heure obtenu par utilisation de l'énergie hydraulique.

Avec l'exemple du four électrique de l'usine Holtzer, nous allons encore plus loin. Sans nous inquiéter du haut-fourneau et du gazogène, nous entrons dans l'aciérie proprement dite et nous y voyons que, même avec l'énergie produite par la combustion du charbon qui donne le kilowatt-heure à 5 et 6 centimes, le four électrique peut encore être avantageusement employé.

Pour serrer d'un peu plus près la question, nous ne considérerons que la fabrication de l'acier par le procédé électrique ; celle de la fonte, parfaitement réalisable également, n'étant seulement économique que dans les cas spéciaux bien déterminés. Au Canada, par exemple, on a vu par les expériences de la Commission Haanel à Livet, que l'on pouvait obtenir la fonte à 35 fr. la tonne en partant du cheval-an à 50 fr. et de la tonne de coke à 35 fr.

On s'est beaucoup occupé il y a quatre ou cinq ans de créer un type de haut-fourneau électrique et les noms de Stassano, Harmet, Keller, resteront attachés à des modèles intéressants, dont quelques-uns peuvent parfaitement être réalisés dans certains pays. On ne tarda pas cependant à poursuivre parallèlement les recherches vers la fabrication de l'acier en partant soit de la fonte, soit d'un mélange de riblons et de minerais. Les tâtonnements furent grands, les essais coûtèrent cher, parce que parmi les spécialistes du four électrique, les uns étaient tantôt de vrais métallurgistes peu initiés à la science électrique, tantôt des électriciens proprement dits, n'ayant que des notions insuffisantes de la science métallurgique. Depuis, les uns et les autres se sont assimilés ces connaissances variées, et il s'est formé une véritable pléiade d'électro-métallurgistes proprement dits, auxquels on doit la majeure partie des progrès réalisés par cette industrie. L'un d'eux, M. Héroult, et on peut dire qu'en lui c'est toute l'industrie électro-métallurgique qui a été récompensée, a reçu cette année comme prix de ses efforts la grande médaille Lavoisier, de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale de Paris.

Tous les procédés ont visé d'abord la fabrication des aciers au carbone, les plus faciles à obtenir économiquement, puis ensuite, celle des aciers fins, des aciers spéciaux. On opéra d'abord dans de petits appareils ne permettant que des coulées de 50 à 100 kgs. Aujourd'hui, les fours de 3 à 400 chevaux permettent des coulées de 1 et 2 tonnes et avec les mélangeurs du type Froges-Hérault ou des fours Keller de 1000 chevaux comme celui d'Unieux, on envisage parfaitement la possibilité d'arriver à pouvoir couler les gros tonnages en aciers mi-fins tels que ceux nécessaires à la fabrication des plaques de blindage ou des canons.

En attendant de voir se réaliser la grande aciérie électrique de l'avenir, voyons quels sont les appareils pratiques mis actuellement à la disposition de la métallurgie.

A la Praz, le four employé est un appareil de 400 chevaux composé d'une cuve oscillante surmontée de deux électrodes en série, dans laquelle on charge 2500 kgs de riblons et qui permet d'obtenir 7 tonnes d'acier par 24 heures avec une dépense de 800 kilowatts par tonne.

A la Manufacture royale de Turin, M. Stassano a construit un type de four à arcs à sole tournante de 200 chevaux dans lequel on charge des riblons et du minerai permettant la coulée de 2 tonnes d'acier par 24 heures.

A l'usine de Livet, le four Keller est constitué par une cuve surmontée de deux électrodes en série traversant des voûtes réfractaires et pouvant couler 6 à 8000 kg d'acier par 24 heures par coulée de 2500 kg environ.

A Gysinge, M. Kjellin, travaillant avec un four à induction de 175 kilowatts (maximum) obtient 5 200 à 5 500 kg d'acier en lingots par 24 heures. Quand on charge avec de la fonte et des riblons, chaque coulée est d'environ 850 kg et le contenu total du four 1450 kg ; quand on travaille avec de la fonte et du minerai en briquettes, la production est diminuée à cause de la réduction du minerai.

A Ugine, en Savoie, M. Girod utilise un four électrique à résistance de 30 creusets pouvant contenir chacun entre 25 à 50 kg d'acier. Avec un four de 6 à 800 kilowatts, il peut produire par jour de 8 à 12 000 kg d'acier au carbone ou 6 à 8000 kg d'acier fin avec une consommation de 1000 à 1200 kilowatts par tonne.

A part la Société électro-métallurgique française, qui a créé de toutes pièces deux aciéries électriques, l'une à la Praz, l'autre à Kortfors, et à l'usine de Gysinge, la plupart des électro-métallurgistes qui sont arrivés à mettre sur pied des appareils véritablement pratiques, préfèrent appliquer leurs procédés dans les usines métallurgiques proprement dites. C'est ainsi que l'usine de Courtepin, où existe cependant tout le matériel nécessaire pour la fusion de l'acier et la forge, utilise ses 4000 chevaux à la fabrication des alliages.

Il n'est pas douteux que c'est dans cette voie surtout que les progrès de l'industrie électro-métallurgique seront les plus rapides. L'usine métallurgique, avec ses installations et appareils déjà existant, permettra l'édification des fours électriques avec un minimum de frais de première installation et les produits obtenus bénéficieront d'un minimum de prix de revient des matières premières.

Quel que soit le procédé considéré et quelle que soit la matière première employée, on trouve dans l'usine métallurgique ordinaire tout l'outillage nécessaire à l'affinage électrique et il suffit d'introduire dans ces établissements, avec le courant électrique, quelques paires d'électrodes pour transformer l'usine la plus ancienne et la plus routinière en une aciérie électrique moderne.

La main-d'œuvre même n'a pas besoin d'être modifiée. Un apprentissage de quelques jours suffit pour l'appliquer au procédé nouveau. La fabrication de l'acier au four électrique ne diffère pas sensiblement, en effet, de la méthode ordinaire au creuset ou au Martin, la différence réside surtout dans la qualité des produits obtenus.

Les inconvénients que présentèrent au début les procédés électro-sidérurgiques furent principalement la faible capacité des fours électriques et, comme conséquences, le champ limité des applications et le prix de revient élevé des produits obtenus.

Ce fut d'abord un petit creuset, comme celui de Moissan, ne pouvant contenir que quelques kilogrammes de matières à traiter ; puis il fut analogue à celui des métallurgistes et, grandissant bien vite, devint à la Praz, Livet, Gysinge ou Turin, un four de 100 chevaux, produisant 1 à 2 tonnes d'acier par jour. Aujourd'hui, on a réalisé le four de 2 à 3 tonnes permettant des coulées de 6 à 8 tonnes d'acier par jour, ce qui lui donne une supériorité énorme sur le four à creuset ordinaire de nos fabricants d'aciers fins.

Même si l'on considère la simple opération de fusion de l'acier avec le four électrique, type Girod par exemple, dans lequel on utilise comme dans la métallurgie ordinaire les petits creusets de 50 kg, en les plaçant en grand nombre dans le même appareil à résistance, on trouve de grands avantages à la substitution de l'électricité au charbon comme source d'énergie thermique.

Ces avantages peuvent se résumer ainsi : dépense faible si on a la force à bon marché, manutention extrêmement facile, rayonnement insignifiant, opération à l'abri de tous gaz oxydants ou réducteurs, température pouvant se régler à quelques degrés, ce qui permet d'empêcher la volatilisation et de couler à la température voulue.

Au point de vue de la production, un tel four de 800 à 1000 kilowatts peut donner 8 à 10 000 kg d'acier ordinaire par jour.

Mais si on va plus loin et que l'on poursuive la comparaison avec le four électrique d'affinage comme celui de 1000 kilowatts, en construction à Unieux, aux Aciéries Holtzer, qui coulera 7 à 800 kg à la fois, et le four Martin moderne, on se rend compte rapidement des avantages que présente l'affinage électro-thermique sur l'affinage ordinaire.

D'abord la température de 2000° au moins que l'on obtient au four électrique, supérieure par conséquent de 800° à celle du four Martin ordinaire, permet une désoxydation plus complète de l'acier, une désulfuration et une déphosphoration presque parfaite, cette haute température supprimant la crainte de voir le métal se suroxyder et devenir pâteux comme cela se produit lorsqu'on prolonge trop l'affinage au four métallurgique ordinaire.

La nature spéciale de cette température qui se fait sentir dans la masse même du métal et non pas superficiellement comme dans le Martin, permet la suppression presque complète des scories interposées et intimement mélangées au métal.

Enfin, l'atmosphère neutre qui règne à la surface du bain dans le four électrique permet l'emploi de laitiers et de fondants très basiques, impossible avec l'atmosphère oxydante des produits du gazogène Siemens dans le Martin ordinaire, ce qui facilite la réalisation, à la fin de l'opération de l'affinage, d'un laitier avec lequel les derniers vestiges de phosphore sont éliminés.

On peut donc obtenir, en employant des matières premières bon marché, des produits aussi fins que les aciers au creuset qui exigent l'emploi exclusif d'aciers cimentés fabriqués au moyen des fers de Suède, c'est-à-dire des matières premières d'un prix très élevé.

Le Martin électrique présente donc les avantages du creuset ordinaire avec en plus celui de pouvoir travailler 2 ou 3000 kg de métal au lieu de 30 à 50. Il permet, en outre, la suppression du four de cémentation c'est-à-dire l'obtention d'aciers spéciaux à des conditions excellentes de prix de revient, l'économie étant d'au moins 50 pour 100 sur le prix des matières premières.

Si nous considérons l'application du four électrique à la fabrication des aciers mi-fins pour la marine et pour la guerre,

des tubes de canon par exemple, qui exigent des lingots de plusieurs tonnes, on peut la réaliser soit avec les fours à résistance type Girod de 120 creusets, soit avec les fours Hérault à deux électrodes en séries et mélangeur, mais plutôt cependant par la méthode adoptée à Unieux, qui consiste à installer un four Keller à 4 électrodes, favorisant l'emploi de grandes puissances, conjugué avec un Martin.

Nous ne considérons pas la substitution du four électrique au Bessemer, celui-ci est un appareil bien trop commode quand on opère sur les grandes masses ordinaires, mais l'électricité vient encore ici jouer son rôle, car dans l'avenir le métal Bessemer impur et de qualité inférieure se discréditera certainement s'il ne subit pas un court passage dans un four électrique. Il suffira, en effet d'une dépense de quelques kilowatts par tonne pour achever la déphosphoration et la désoxydation du bain. Cette seule opération augmentera d'une façon certaine la valeur marchande du métal Bessemer.

En résumé, quel que soit le procédé de fabrication de l'acier considéré, on voit que déjà avec les seules connaissances que l'on possède sur l'utilité du four électrique — et nous estimons que ces connaissances sont encore imparfaites, — on voit que cet appareil est appelé à jouer un rôle prépondérant dans l'aciérie de l'avenir.

On se le figure très bien, supprimant le four à cémentation allant de pair avec le four à creuset, remplaçant le Martin et venant heureusement compléter le Bessemer, en permettant dans tous les cas, comme appareil annexe, d'obtenir un métal homogène plus pur et pouvant être coulé très fluide.

On a au début considéré le four électrique comme un appareil destiné à économiser nos réserves de combustibles minéraux et on l'a étudié surtout en vue de ses applications dans les contrées dépourvues de charbon. Aujourd'hui, la question se pose autrement et les métallurgistes les plus opposés à cet appareil moderne reconnaissent que, même avec l'énergie électrique obtenue à l'aide de la vapeur, il permet la fabrication des aciers fins à meilleur compte que le procédé au creuset.

Or, l'avenir de ces aciers est très grand avec les progrès de l'industrie. On l'a bien vu ces dernières années, où leur emploi a considérablement augmenté par suite notamment de leurs applications dans la construction automobile.

Au meeting de mai dernier de l'*Iron and Steel Institute*, M. Walter Brown, dans son rapport, insistait, très judicieusement à notre avis, sur l'avenir réservé à la fabrication électrique de l'acier. Il reprochait cependant aux électrométallurgistes de penser que tous les aciers sont impurs et de qualité inférieure. Non, tous les aciers ne sont pas impurs, mais il y en a beaucoup, et personne ne niera que le four électrique, considéré comme appareil accessoire et employé à la fin des opérations habituelles d'affinage, ne permette de relever la qualité de tous les aciers même les plus ordinaires.

L'acier a tué le fer, mais le four électrique tuera l'acier ordinaire.

Travaux de dérivation du Lignon pour l'alimentation de Saint-Etienne

L'entreprise de l'adduction des eaux du Lignon à Saint-Etienne mérite à tous les titres l'attention des hydrauliciens. Cette œuvre est remarquable entre toutes celles du même genre, tant par l'importance des travaux de dérivation que par l'élégance des solutions adoptées pour l'établissement de la conduite d'aménée qui se développe sur une longueur de 56 kilomètres, tantôt en flanc de coteau et sur ponts-aqueducs avec des canalisations en ciment, tantôt en tunnel puis en tuyaux métalliques avec de nombreux siphons. Elle offre des spécimens de tous les types d'ou-

vrages d'art, les plus variés qui se puissent présenter dans des travaux de dérivation.

Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans le détail de leurs dispositions ; il ne nous est pas possible d'en donner un autre aperçu que celui qui se borne à une énumération sommaire. Ce faisant nous espérons néanmoins en donner une idée suffisante pour intéresser ceux de nos lecteurs qui auraient à étudier des questions d'hydraulique offrant des problèmes du même ordre à résoudre. — La publication de mémoires descriptifs des plans d'exécution sera faite d'une manière très complète, une fois les travaux terminés, par les soins des ingénieurs qui les dirigent. En attendant l'édition de ces documents, la notice suivante, fera donc tout au moins connaître dans ses grandes lignes le projet en voie de réalisation.

Rappelons d'abord que la première adduction d'eau potable dont la ville de Saint-Etienne fut pourvue, s'est alimentée à des sources captées aux flancs du Mont-Pilat dans la plus haute partie du bassin supérieur du Furens. Lorsque cette alimentation fut devenue insuffisante, on étudia un plan d'adduction des eaux de la Sémène. Mais le projet n'eut pas de suite ; on trouvait trop coûteux l'établissement d'une dérivation de plus de 25 kilomètres de longueur — soit à peu près la moitié du parcours de la canalisation d'aménée aujourd'hui en construction pour dériver le Lignon. On étudia donc et mit à exécution un autre plan qui comportait le captage et la dérivation du Furens ; c'est celui suivant lequel la ville de Saint-Etienne a été alimentée jusqu'à ce jour.

En 1864, on éleva d'abord sur le Furens, à une distance de 8 kilomètres de la ville, un premier barrage dit de Rochetaillée. Haut de 50 mètres, il crée en amont du défilé du Goufre d'Enfer un bassin de 1 200 000 mètres cubes. Ce travail a rendu célèbres les noms de M. l'ingénieur en chef des Ponts et Chaussées GRAEFF, sous la direction de qui il a été construit, de M. l'ingénieur DELOCRE, qui l'a calculé et de M. l'ingénieur DE MONTGOLFIER qui l'a exécuté ; c'est le premier barrage de grande hauteur en maçonnerie qui fut construit d'après les théories modernes alors récemment émises, sur la stabilité de ces ouvrages. On établit ensuite (1870) un peu en amont de ce réservoir, au lieu dit le Pas du Riot, un second barrage formant un nouveau réservoir d'une capacité de 1 300 000 mètres cubes (1).

Enfin le volume d'eau que nécessitait une plus abondante alimentation de la ville dont les besoins allaient d'autre part sans cesse en croissant, amena sa municipalité à faire mettre en étude de nouveaux projets d'adduction. Et l'été extraordinairement sec de 1903, pendant lequel les deux réservoirs du Furens furent asséchés, ayant provoqué la plus pénible des disettes d'eau à Saint-Etienne, la ville décida, dès la fin de l'année suivante, de poursuivre la déclaration d'utilité publique d'une partie des travaux prévus au projet, dont voici le programme sommairement esquissé.

Dans son ensemble le plan de captage des eaux du Lignon comporte en réalité deux projets ; il a été en effet étudié en vue de la création d'une usine hydro-électrique susceptible d'envoyer son énergie dans l'arrondissement d'Yssingeaux et dans la région de Saint-Etienne, en même temps qu'en vue de l'alimentation de la ville en eau potable. Le double objet de ce travail a donné lieu chez les corps électifs qu'intéressait son exécution, à de nombreuses controverses entre promoteurs du « Lignon avec force motrice » et partisans du « Lignon avec simple adduction ». En même temps il soulevait des conflits d'ordre administratif dont les solutions ne sont pas sans importance dans

(1) Voir à ce sujet *La Houille Blanche*, juillet 1905, II. BELLET, Barrages et murs de réservoirs.