

Mais ces bénéfices supposent que le prix de vente du kilogramme d'azote se maintiendra aux cours actuels. Pour l'azotate du Chili, il semble bien qu'on n'ait pas à craindre un abaissement; pour le sulfate d'ammonium, un fléchissement des cours est à prévoir si les installations de moteurs à gaz Mond, avec récupération des produits ammoniacaux, se développent largement, mais nous n'en sommes pas encore là; quant au prix de l'acide azotique, il ne pourra baisser que si les fabricants d'acide synthétique le veulent bien, puisque son prix de revient par les méthodes chimiques est intimement lié au prix de l'azotate du Chili.

Ces bénéfices supposent, d'autre part, que les prix de revient établis par M. Guye ne subiront pas d'augmentation sensible. Nous avons dit plus haut qu'au moins en ce qui concerne la cyanamide, M. Guye a plutôt majoré que diminué les dépenses d'exploitation. Nous pouvons ajouter que le prix de 50 fr le kilowatt-an, admis par lui pour la production de l'énergie électrique, est supérieur à celui qu'on peut réaliser dans certaines usines: ainsi l'usine primitive de Notodden achetait son énergie à l'usine de Tinnfos à raison de 32 fr le kilowatt-an. Il ne semble donc pas qu'on ait à craindre une diminution des bénéfices par suite d'une augmentation des prix de revient.

Nous croyons donc pouvoir conclure, d'accord avec M. Guye, que l'industrie électrochimique de la fixation de l'azote a devant elle un avenir des plus brillants. Toutefois, il ne faut pas oublier que des essais récents ont été faits pour la fabrication intensive des azotates par action microbienne, c'est-à-dire par le procédé des chimistes de la Révolution. Nous ignorons ce qu'ils ont donné, mais leurs résultats seraient-ils excellents qu'ils n'empêcheraient pas les usines électrochimiques de prospérer, car, comme nous l'avons dit au début, c'est par millions de tonnes qu'il faudra bientôt compter la consommation annuelle des azotates et des produits ammoniacaux.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs du procédé qui l'emportera un jour ou l'autre, il est dès aujourd'hui démontré que, grâce à l'électricité, la famine qu'entrevoyaient Wood et Crookes pour un avenir peu éloigné n'est plus à redouter.

LES CHUTES D'EAU EN SUÈDE

Sous ce titre, nous avons reproduit, dans le numéro de novembre 1907 de *La Houille Blanche*, un extrait d'un rapport de M. HEILMANN, consul de France à Stockholm, dans lequel il était traité de la question des chutes d'eau en Suède. A la suite de la publication de ce rapport, M. SVEN LUBECK, ingénieur suédois des Ponts et Chaussées, et l'un des directeurs de l'*Aktiebolaget Vattenbyggnadsbyran* (Bureau de constructions hydrauliques), nous a écrit pour protester contre le pessimisme du rapport de M. Heilmann, et nous a prié d'insérer la note suivante, en réponse aux appréciations de ce rapport (*).

Dans un rapport dont un extrait a été récemment reproduit dans *La Houille Blanche*, M. J. HEILMANN, consul, chargé de la chancellerie de la Légation de France à Stockholm, a traité la question des chutes d'eau en Suède.

M. Heilmann a également abordé, dans la partie de son rapport reproduite dans *La Houille Blanche*, l'avenir de l'industrie du fer en Suède, question que nous laissons de côté ici, en faisant toutefois remarquer que l'opinion de l'auteur du rapport a rencontré une opposition absolue dans la presse suédoise.

Les renseignements fournis sur les forces hydrauliques de la Suède ne montrent pas celles-ci sous un jour favorable; leur quantité est réduite dans l'évaluation de l'auteur, leur valeur est déclarée souvent peu satisfaisante par suite des con-

ditions géologiques et climatériques. Enfin, la population du pays s'exagérerait la valeur de l'énergie hydraulique pour son industrie. Il nous faut, dès le début, déclarer que l'exposé de M. Heilmann est un tableau poussé au noir, qui ne peut provenir que d'une connaissance imparfaite des choses, et je vais m'efforcer d'apporter brièvement ci-dessous la preuve de cette assertion.

Le rapport se base principalement sur un compte-rendu, datant de 1902, rédigé par la *Commission gouvernementale des chutes d'eau*, commission qui ne s'occupait que des chutes d'eau appartenant en tout ou partie à l'Etat. La puissance effective des dites chutes est, en effet, évaluée à environ 780 000 HP sur l'axe des turbines. Aussi, M. Heilmann croit être fort généreux en évaluant à 1 200 000 chevaux la force hydraulique totale du pays: « les chutes d'eau appartenant à des particuliers ne pouvant entrer en parallèle, quant à leur nombre et leur importance avec celles que possède l'Etat ». Il est vrai que M. Heilmann mentionne qu'un certain nombre d'enthousiastes suédois parlent de 2 à 3, d'autres de 9 millions de chevaux. Mais M. Heilmann n'est pas même disposé à ajouter foi au premier de ces chiffres.

Or, la vérité, dont M. Heilmann aurait pu s'informer facilement, c'est que l'Etat suédois possède 15 pour 100 environ de la force hydraulique du pays, tandis que le reste appartient aux particuliers; ce qui renverse la base même des calculs de M. Heilmann. D'après des calculs approfondis, les forces hydrauliques de la Suède, après des régularisations raisonnables, nullement difficiles à exécuter, peuvent être évaluées à environ 4 millions de chevaux sur l'axe des turbines, pendant toute l'année, sauf peut-être pour les années d'exceptionnelle sécheresse. Sur ce nombre, 75 pour 100 environ sont situés en Norrland, c'est-à-dire au nord du Dalef. Les forces hydrauliques de la France sont évaluées, paraît-il, à 5 millions environ de chevaux, mais cette évaluation doit probablement se baser sur ce que nous appelons l'eau moyenne industrielle, disponible pendant environ 9 mois de l'année. Un avantage notable de la puissance hydraulique de la Suède, c'est le nombre extrêmement considérable des lacs naturels, qui rendent possible la régularisation du débit sur une très grande échelle, et pour une dépense relativement minime.

Bien qu'un million de plus ou de moins de chevaux n'ait en ce moment aucune importance, il convient toutefois, pour une appréciation équitable des chances d'avenir du pays, de mettre en lumière l'erreur de M. Heilmann au point de vue de la valeur des chutes.

Ce qui est plus grave, c'est l'indication donnée sur la situation et la valeur de nos forces hydrauliques; elles se trouvent en grande partie « dans des régions éloignées de tout centre important », la rigueur du climat occasionne des difficultés par suite de formations de glaces — « glaces de surface et glaces de fond surtout » — et, enfin, « la constitution géologique du sol apportera, dans bien des cas, des obstacles presque insurmontables ». Qu'en est-il, en réalité, de ces obstacles de la nature.

Un grand nombre des sources d'énergie sont situées loin des centres habités importants, c'est vrai. Mais c'est dans les régions les plus peuplées ou, tout au moins, à une distance raisonnable des grandes lignes de communication que se trouve, cependant, la moitié environ des forces hydrauliques du pays, soit 2 millions de chevaux. Les chutes d'eau actuellement exploitées, ou en voie d'installation, représentant environ 400 000 chevaux, il en reste donc encore une quantité suffisante dont on peut disposer pour les besoins présents. Lorsque le développement du pays en exigera davantage, on saura bien se rapprocher des chutes d'eau restantes par des voies de communication appropriées. Les longues transmissions, coûteuses et dispendieuses, ne seront certainement pas le mot d'ordre de l'avenir dans le Nord de la Suède, comme le croit M. Heilmann, mais au lieu de cela, les voies ferrées, le long des vallées du Norrland, si riches en énergie. Une voie

(*) Dans un prochain numéro, nous publierons une étude de M. SVEN LUBECK, sur les chutes de la Scandinavie (Suède, Norvège et Finlande), parue en 1907 dans le *Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft*.

ferrée longeant la côte existe déjà, ainsi que quelques lignes transversales, et une voie longitudinale intérieure, la « Inlandsbanan », est déjà commencée. De cette manière, nous éliminerons, dans la plus large mesure possible, l'inconvénient naturel provenant de ce qu'une partie si importante du pays reste, pendant la moitié de l'année, privée des *communications par mer*. Mais, avant tout, les ressources en matières brutes — bois et minerais — sont relativement bonnes, ce qui, lié à une sage économie, a de l'importance pour nos espérances d'avenir.

Puis vient la *question des glaces* : « glaces de surface et glace de fond surtout ». Les glaces de fond, qui se forment dans les rivières basses et semées de pierres, et qui ont la propriété malencontreuse de s'accroître rapidement au contact des barrières à glace et des turbines, ont été redoutables. Heureusement, les glaces de fond ont trouvé leur contrepartie dans les glaces de surface, qui sont par conséquent les alliées fidèles des installations hydrauliques du Nord de la Suède. Aucune installation de ce genre n'est maintenant projetée, ni exécutée — ou ne devrait, dans tous les cas, jamais l'être — sans qu'on ait eu soin d'établir au-dessus des grilles un vaste bassin d'eau calme où, dès le début de l'hiver, il se forme immédiatement une croute de glace. Sous cette croute, l'eau reste relativement chaude, de sorte qu'avec des aménagements appropriés, la glace de fond « devient une simple fable », comme s'est exprimé le professeur RICHERT, dans une conférence très remarquée au congrès des techniciens suédois, en 1901. Le moyen est, par suite, aussi simple qu'effectif, et l'application en est facilitée dans une grande mesure par le fait que, en règle générale, les vallées du Norrland présentent des bords escarpés sans végétation de valeur.

A propos du caractère de nos fleuves, il convient de faire remarquer qu'ils ne sont jamais, ou du moins très rarement, chargés d'alluvions, dans une proportion aussi considérable que les fleuves des régions alpestres, cela grâce aux vastes lacs naturels qui fourmillent dans les hautes terres du Norrland.

En ce qui concerne le caractère géologique général des vallées de la Suède, M. Heilmann a été particulièrement mal inspiré lorsqu'il a cru pouvoir généraliser les exemples isolés cités par la commission gouvernementale. Je suis en mesure d'invoquer, à ce propos, l'opinion de l'hydrogéologue de la Commission lui-même, le géologue d'Etat si connu, F. SVENONIUS qui, à la suite du rapport de M. Heilmann, a fait observer :

Que c'était son devoir, en qualité de membre spécialiste pour l'*hydrogéologie* de la Commission gouvernementale, de signaler les phénomènes pathologiques des chutes d'eau.

Que les traits généralisés par M. Heilmann étaient plutôt à considérer comme des exceptions.

Qu'un examen, et qu'une indication des points faibles des chutes d'eau ont nécessairement pour conséquence le renforcement suffisant de ces points, lors de l'aménagement de la chute, ce qui doit bien pouvoir se faire dans la plupart des cas, et peut-être le plus fréquemment, sans frais exceptionnels — par conséquent bien loin d'être « presque insurmontable » ;

Et que, spécialement pour le sol de nos chutes d'eau suédoises, la roche est justement en règle au point de vue pathologique, et d'une manière infiniment plus sûre que dans la plupart des autres pays, et, qu'en outre, la *force de résistance des formations quaternaires*, à l'érosion et à la pression, est souvent plus grande que la force des formations correspondantes en bien des régions à l'étranger.

Lorsqu'il s'est agi des *frais* d'aménagement des chutes d'eau, M. Heilmann a choisi l'exemple le plus mauvais possible, savoir les chutes d'eau les plus méridionales, situées dans la partie la plus fertile du pays, que fait aménager la Société des Forces motrices du sud de la Suède. Toute personne ayant quelque notion du sujet, qui aurait étudié, ne serait-ce

que superficiellement, les ressources en force hydraulique du pays, aurait immédiatement compris que les frais d'installation dans le Norrland sont, en moyenne, infiniment moins élevés. Même pour les chutes d'eau précitées de la Suède Méridionale, les indications sont d'ailleurs inexactes : les 14 millions de francs étaient, en effet, destinés à produire 13 000 chevaux (au lieu de 9 000), transmis aux lieux mêmes de consommation, situés à une distance atteignant jusqu'à 150 kms des sources d'énergie, et cela pourtant pendant la première période, relativement défavorable, des travaux. Les frais des installations de force hydraulique proprement dites s'élèvent, pour l'aménagement complet, y compris les concessions et les machines, à environ 500 francs par cheval. Il peut être intéressant de noter, en passant, que la susdite société, due à l'initiative de RICHERT, distribue sa force dans cinq villes, possédant ensemble $\frac{2}{3}$ des actions.

Mais pourquoi M. Heilmann ne signale-t-il pas tout aussi bien, par exemple, que les frais de l'installation hydraulique de l'Etat, à Trollhattan, s'élèvent à 200 francs par cheval électrique. Pour la majeure partie des chutes d'eau suédoises — celles du Norrland — les frais d'installation varieront de 200 à 400 francs par cheval, avec aménagement complet. Que, lors d'une installation successive des machines, les frais soient plus élevés, c'est là un fait qui n'est pas spécial seulement à la Suède.

Il est vrai que les chutes d'eau norvégiennes sont plus élevées, et mieux placées le long de la côte que la plupart des chutes suédoises. Mais, en revanche, celles-ci se distinguent par leur masse d'eau considérable qui, dans les fleuves de Norrland atteint fréquemment 100 à 200 m. c. par seconde. Et, cependant, les grands lacs de régularisation du Norrland sont situés à 300 ou 400 mètres d'altitude.

Enfin, c'est une crainte bien inutile que manifeste M. Heilmann lorsqu'il s'imaginerait que la régularisation du débit, par l'intermédiaire de ces lacs naturels, avec leurs rives généralement stériles vers le Nord, sera d'un prix considérable. Qu'on se rappelle seulement, par comparaison, les sommes énormes dépensées dans les régions alpestres pour la construction de réservoirs artificiels peu effectifs.

Même dans notre coin du Nord, nous connaissons, et nous admirons le travail énergique, et conscient de son but, qui s'exerce en France pour l'utilisation des chutes d'eau, et qui possède dans « la houille blanche » un soutien si efficace. Chez nous, aussi, un mouvement prononcé dans le même sens s'est dessiné ces dernières années ; nous réformons notre code des eaux, une direction centrale va être nommée pour l'exploitation des chutes d'eau de l'Etat, la question de la traction électrique par la force hydraulique sur les vastes lignes de l'Etat est à l'ordre du jour, et, dans différentes parties du pays, on exploite les chutes d'eau sur une échelle rapidement croissante. Avec un développement rationnel de nos communications, nous saurons aussi, au moment propice, rapprocher de nous les sources d'énergie de l'extrême nord. D'ailleurs, par la situation partiellement isolée de celles-ci, la nature a fait son possible pour favoriser un développement égal dans la mesure où le permettent les ressources du pays.

M. Heilmann évalue, avec son point de départ erroné, les frais d'installation de 3 millions de chevaux électriques à 4 milliards de francs, et écrit ensuite, comme si l'or devait être versé du jour au lendemain : « Qui fournira ces milliards ? » En me référant à ce qui précède, je crois que nous pouvons répondre, avec bon espoir. « Quand il le faudra, on y avisera, à chaque jour suffit sa peine ! »

Nous aurions été heureux que le représentant de la France aie mieux compris et mieux su apprécier ce que nous faisons ici, dans la mesure de nos forces, pour tirer parti de nos richesses naturelles, en premier lieu de nos chutes d'eau.

SVEN LUBECK,
Ingénieur des Ponts et Chaussées.

* * *

M Heilmann à qui, suivant l'usage, nous avons communiqué une épreuve de la note de M. Sven LUBECK, nous a adressé la lettre ci-jointe, que notre impartialité nous fait un devoir de reproduire à la suite de la note précédente.

Stockholm, 25 février 1908.

Monsieur le Rédacteur en chef,

J'ai lu avec intérêt la note dont vous avez bien voulu me communiquer une épreuve. Je ne m'arrête point à la question si controversée de la richesse de la Suède en minerai de fer. Si, dans tous mes précédents rapports, j'avais admis comme dogmes indiscutables les chiffres du professeur TORNEBOHM pour les mines du Norrland (793.000.000 de tonnes), je ne pouvais cependant ignorer les conclusions de la remarquable étude du professeur HJALMAR SJOGREN, publiée au moment même où j'écrivais mon rapport, vieux déjà de trois ans. Quelques statistiques, ajoutées lors de la correction des épreuves, l'ont rajouté, en apparence seulement. Un professeur disant un chiffre, un autre professeur un autre chiffre, mon incertitude s'explique. J'ai donné les deux chiffres en présence et traduit littéralement les parties du rapport de M. H. J. Sjogren qui me paraissaient particulièrement intéressantes.

On voit, par les opinions divergentes des sommités les plus autorisées, ce qu'il faut penser de l'unanimité de la presse à cet égard. Si j'ajoute qu'on parle de recherches nouvelles pour élucider, si possible, et définitivement, la question, on devra reconnaître que mon rapport aura, en somme, rendu à la Suède elle-même un réel service, en lui signalant l'inconvénient de toutes ces divergences.

Quant aux chutes d'eau, l'incertitude était plus grande encore. Dans l'ouvrage officiel « *la Suède* » (édition anglaise de 1904), on peut lire, en effet, cette phrase : « la connaissance de la puissance contenue dans nos chutes d'eau est « étonnamment incomplète, les évaluations variant de deux « à neuf millions de chevaux ». Donc, aucune certitude, ni aucune statistique générale. Un seul document sérieux, admirable même, existait : le rapport du 17 mars 1903, sur les chutes d'eau appartenant à l'Etat.

Sa lecture a, de nouveau, fait tomber maintes de mes illusions, car, moi aussi, je croyais aux nombreux millions de chevaux dont parlait l'opinion. Les millions attribués à l'Etat s'étant, à ma stupeur profonde, évaporés en partie au cours de mes additions, il m'a paru que ceux qui prétendaient que les chutes d'eau appartenant aux particuliers étaient susceptibles d'une évaporation plus grande encore, n'avaient peut-être pas tout à fait tort. Et je me suis méfié des illusions dangereuses en adoptant leur chiffre.

D'ailleurs, comme le fait observer avec raison l'auteur de la note, un million de chevaux de plus ou de moins ne joue, en la circonstance, aucun rôle. C'est très vrai. Ce qui importe par dessus tout, c'est ce que l'auteur appelle si excellemment le caractère pathologique des chutes elles-mêmes. Et il affirme que, sauf cas exceptionnels, ce caractère ne laisse rien à désirer.

Or, le rapport de la commission dit : « Un troisième « groupe de chutes, sur lequel il convient d'appeler spécialement l'attention, quant à leur bonne tenue, est le type « connu d'Imatra. Un assez grand nombre (ganska manga) « de chutes suédoises appartiennent à ce type, notamment les « chutes du Trollhåltan (sic) (page 46) ». Et le rapport ajoute qu'une étude géologique est toujours d'utilité pratique. Quant aux moraines des vallées du Norrland, elles se rencontrent « assez fréquemment » (c). Salcan). Pour ce qui est des glaces de fond, ledit rapport recommande non seulement des bassins en avant des chutes, mais aussi, et cela se conçoit aisément, au-dessous des usines, ajoutant que l'exécution du

plan préconisé « sera d'une réalisation difficile » (p. 48). De quel côté est l'appréciation superficielle? De quel côté l'exception?

D'ailleurs, en matière de chutes d'eau, qui ne sait que l'ingénieur le plus expérimenté peut lui-même se tromper? Témoins l'exemple fourni par les chutes d'Alby, qui deviendra certainement classique en Suède. Les nombreux mécomptes éprouvés — erreur dans l'appréciation de la force disponible, turbines inactives par suite de manque d'eau malgré les barrages, destruction de ces mêmes barrages qui viennent encore d'être emportés, etc. — sont attribués par les experts à une connaissance insuffisante du régime hydrographique de la contrée où elles sont situées, et justifient pleinement les réserves du rapport.

Il me paraît superflu d'insister davantage. Nul, mieux que moi, n'apprécie la valeur d'un effort énergique, et nul, plus que moi, ne serait heureux de voir les chutes d'eau suédoises exemptes des nombreux défauts que signale la Commission, dont je n'ai guère fait que reproduire les conclusions essentielles. Il va de soi que l'inconvénient des transmissions à distance disparaîtra avec l'établissement des voies ferrées, et qu'un désert n'est plus un désert du jour où il est peuplé, mais je ne vois pas trop comment le montage d'une usine reviendrait moins cher dans le Norrland, où la main-d'œuvre est plus coûteuse, que dans le Sud de la Suède. Question d'appréciation.

Si j'ai signalé le côté aléatoire de certaines entreprises susceptibles de nous intéresser, c'est qu'il m'a paru qu'il était de mon devoir élémentaire d'être le simple écho de ceux-là même qui, en Suède, signalaient, avec le danger des rêves exagérés, le péril de la méthode dite du « quand il faudra, on avisera ». Elle est pour beaucoup, cette méthode, dans la crise qui sévit actuellement, et qui n'a donné, hélas! que trop raison à mes craintes.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Rédacteur en chef, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

J. HEILMANN.

Usine Hydro-Électrique du Tusciano

L'usine hydro-électrique que nous allons décrire est située près du village d'Olevano, à 7 kilomètres environ de la station de Battipaglia, sur la ligne de Naples à Salerno et Eboli, dans l'Italie méridionale.

Cette installation a été faite par la *Società Meridionale d'Elettricità*, pour utiliser une chute du Tusciano, et transporter l'énergie ainsi produite, au moyen de courants alternatifs à haute tension, jusqu'aux centres industriels de Salerno, Nocera, Scafati et Torre Annunziata. Cette dernière ville se trouve à 60 kilomètres de la station génératrice. Le courant est utilisé pour l'éclairage et la force motrice.

Le Tusciano, petit fleuve d'allure torrentielle, prend sa source sur le versant sud du massif montagneux formé par les monts Accellica, Cervialto et le Polveracchio, et va se jeter dans la mer près de Battipaglia. Son bassin, ainsi que celui de son principal affluent, l'Isca della Cava, est très déboisé, de sorte que son débit, pendant la période d'étiage, descend à environ 3 mètres cubes par seconde, et parfois à moins encore.

Le barrage se trouve à une hauteur de 431 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans le territoire de la commune d'Acerno. La prise d'eau a été faite sur la rive droite du fleuve, à 20 m. en amont du barrage. Elle est formée par quatre ouvertures, de 2^m50, ménagées parallèlement au courant du fleuve, afin de réduire au minimum la quantité de matières étrangères qui pourraient s'y introduire en temps de crue.

(*) L'abondance des matières ne nous a pas permis de publier plutôt la note précédente, ainsi que cette lettre.