

moteur du monte-charge par freinage électrique, étant donné qu'il est préférable, eu égard au service que doit faire ce moteur, qu'il soit excité en dérivation ;

16° Le devis de l'installation, abstraction faite de la partie mécanique du monte-charge ;

17° Le prix de revient de la bougie-heure, étant donné que le gaz coûte 0,25 le mètre cube, que le moteur en consomme 750 litres par cheval heure et que l'énergie vendue pour les 50 lampes des appartements, est payée à raison de 0 fr. 13 l'hectowat-heure.

### Sujet d'épreuve écrite donnée à la session de juillet 1900 de l'examen de fin d'année (B).

Le propriétaire d'une usine (1) s'étant rendu acquéreur d'une chute d'eau située dans le voisinage (à 2.500 mètres), désire utiliser cette chute : 1° pour le service de son usine ; 2° pour l'éclairage public et privé de la localité où se trouve ladite usine.

Les données du problème sont les suivantes : largeur moyenne du canal d'aménée de l'eau à la station hydraulique : 1<sup>m</sup>60 ;

Epaisseur moyenne de la lame d'eau : 0<sup>m</sup>80 ;

Vitesse moyenne de l'eau : 0<sup>m</sup>75 ;

Hauteur de chute : 45 mètres ;

Puissance nécessaire à la marche normale de l'usine : 80 chevaux à répartir entre 5 sections absorbant des puissances égales, les deux premières réclamant, seules, une vitesse absolument régulière ;

Appareils d'éclairage à alimenter à l'usine 220 lampes de 16 bougies.

Appareils d'éclairage à alimenter en ville pour l'éclairage public : 24 arcs de 12 amp., et 200 lampes de 16 bougies (2) ;

Appareils d'éclairage à alimenter chez les particuliers : environ 2.000 lampes de 16 bougies.

Etudier le plan d'ensemble et les détails d'une installation électrique répondant aux conditions indiquées, étant donné cette circonstance que l'industriel qui en forme le projet désire employer, pour constituer la ligne reliant la station hydraulique à son usine, du fil de cuivre de 30/10 qu'il possède en magasin en quantité suffisante.

Après avoir esquissé à grands traits le système adopté, on indiquera d'une façon aussi précise que possible :

La nature, le nombre et la puissance de tous les appareils installés à la station génératrice ;

La disposition du tableau de cette station, l'instruction faisant connaître au chef de la station, les diverses manœuvres qu'il aura à faire ;

La disposition de la ligne (poteaux, consoles, isolateurs, appareils de protection...);

Le rendement de la ligne ;

La nature, le nombre et la puissance de tous les appareils à installer à la station réceptrice ;

La disposition du tableau de cette station ;

L'instruction faisant connaître au chef de cette station, les diverses manœuvres qu'il aura à faire ;

Le schéma de l'installation des appareils d'éclairage et des appareils auxiliaires de contrôle, etc.

On rédigera, en outre, la lettre de commande de tout le matériel électrique à acquérir pour réaliser l'installation projetée, et le plan des essais à faire à la réception de ce matériel.

Enfin, on établira le devis de l'installation, ainsi que l'économie financière de son fonctionnement.

Différents prix ont été institués dans le but d'encourager les efforts des étudiants en électricité industrielle, savoir :

1° Un prix consistant en un lot de livres (50 francs) offert par la Chambre de Commerce de Grenoble, pour être décerné, chaque année, à l'élève reçu le premier à l'examen qui termine l'année scolaire ;

(1) Papeterie employant à la fois des hommes, des femmes et des enfants.

(2) Le contrat avec la Municipalité porte que le service de l'éclairage public doit être assuré sans faute, sauf en cas d'avarie à l'installation hydraulique.

2° Un prix consistant en un instrument de mesure ou en une trousse d'électricien (50 francs), offert par la Société pour l'encouragement des études techniques près l'Université de Grenoble, pour être décerné, chaque année ; à l'élève le plus habile en travaux pratiques ;

3° Un prix consistant en un chronographe, offert par la maison de construction de câbles électriques Geoffroy et Delore, de Paris, pour être décerné à l'élève ayant obtenu, avec le n° 1, le brevet d'études électrotechniques.

(A suivre.)

J. PIONCHON.

Professeur à l'Université de Grenoble,  
directeur de l'Institut électrotechnique.

## Les Forces Hydrauliques disponibles en France

La France est le pays privilégié de la Houille blanche. De puissantes réserves de forces naturelles partout accessibles ; des chemins de fer et des ports d'embarquement qui permettent aux usines hydro-électriques de s'approvisionner des matières premières les plus diverses et d'expédier facilement leurs produits ; du charbon, dont il ne semble pas encore que les industries électro-chimiques et métallurgiques puissent se passer, voilà ce qu'en aucune région du monde on ne trouve réuni aussi avantageusement que chez nous.

Jusqu'à présent nous n'avons que peu tiré parti de ces avantages. La destination première du plus grand nombre des établissements récents a été d'appliquer la forme électrique de l'énergie à la préparation de certains métaux comme l'aluminium, le fer dans ses combinaisons avec le silicium, le manganèse, le chrome ; à l'obtention de produits nouveaux paraissant impossible en dehors du four électrique, tel le carbure de calcium ; à la fabrication des produits chimiques de grande consommation : la soude, par exemple, et les hypochlorites. Mais, voyant qu'elles avaient mal calculé la progression des emplois du four électrique, trop escompté l'économie de certains procédés électrolytiques et que le carbure de calcium ne répondait pas aux espérances qu'il avait fait naître, certaines usines, une fois établies, quelques-unes, même, en cours d'installation, ont cherché d'autres débouchés et en ont trouvé de rémunérateurs dans des entreprises de transport et de distribution d'énergie. En sorte qu'aujourd'hui la majeure partie du courant électrique qu'engendre la houille blanche dans les Alpes et les Pyrénées étant utilisée sous forme de lumière et de force, le rôle des voies d'accès aux usines pour le transport des matières premières et de leurs produits n'a pas encore pris beaucoup d'importance.

Mais, quand les meilleures places seront prises, lorsque les villes et les localités industrielles de nos pays de montagnes seront — ce qui ne peut tarder — saturées de lumière et de force par les premiers occupants, que deviendront nos colossales disponibilités de houille blanche ? Evidemment, elles seront mises en valeur au fur et à mesure des progrès de l'électro-chimie et de l'électro-métallurgie, ces deux

industries étant les plus grands consommateurs d'énergie. Et nous n'en voulons pour preuve que la hardiesse de certaines entreprises où d'énormes capitaux s'engagent sur des installations dont le but n'est pas entièrement déterminé, où le transport de force semble ne devoir être qu'un des moindres éléments de rapport.

Bien que l'on ne soit encore qu'à l'origine des applications de la forme électrique de l'énergie aux grandes industries chimiques et métallurgiques et malgré des échecs — qui, d'ailleurs, sont inhérents à tout début — les industriels instruits prévoient tout l'avenir de ces applications et nous les croyons bien avisés de prendre de l'avance en se réservant, d'ores et déjà, le moyen de mettre en œuvre, au moment voulu, les puissantes forces dont ils vont avoir besoin. Ils traitent, en quelque sorte, des *marchés de houille blanche* à infiniment long terme et les capitaux momentanément immobilisés seront, à l'avenir, d'autant plus productifs qu'ils auront été plus tôt engagés. Car, lorsque ces industries seront en pleine activité, la valeur commerciale des chutes d'eau n'ira-t-elle pas en croissant ? Est-il douteux que l'avantage restera au concurrent le mieux placé ?

A ce moment, la situation privilégiée de nos pays de houille blanche apparaîtra dans toute sa valeur.

Les Allemands et les Anglais convoitent cette situation et menacent de nous concurrencer sur notre propre domaine. Si des sociétés étrangères venaient exploiter, chez nous, les forces naturelles qu'une prudence exagérée nous aurait empêché de *capter*, cela vaudrait encore mieux qu'un régime de stagnation, ces sociétés ne pouvant être sans créer autour d'elles des sphères d'activité dont profiterait tout au moins une partie du commerce français. Mais cette situation pourrait, par la suite, rendre nos chemins de fer, nos canaux tributaires de capitaux étrangers. En effet, les usines électro-chimiques et métallurgiques ont des excédents de force tout naturellement destinés à être transportés dans de très grands rayons de distribution. C'est même là, croyons-nous, avec des industriels très autorisés, la plus favorable condition d'établissement des transports de force à bon marché. Lorsque les usines hydro-électriques seront plus nombreuses, elles étendront leurs réseaux de distribution d'énergie sur le Sud-Est, le Centre et le Midi de la France ; ces réseaux se souderont d'eux-mêmes les uns aux autres, au fur et à mesure des besoins régionaux pour, dans un avenir plus ou moins rapproché, n'en former apparemment qu'un seul. Là, viendront, sans doute, s'alimenter nos grandes entreprises nationales de transport par voies ferrées et fluviales (1). Conçoit-on, dès lors, que certains secteurs de ce réseau puissent appartenir à des Allemands et à des Anglais ?... Non, il ne faut pas que cette éventualité se réalise, mais que la France garde et exploite toutes les richesses en houille blanche que la Nature a distribuées si heureusement sur son territoire.

(1) Nous aurons l'occasion, en de prochains articles, de montrer que le transport et la distribution de l'énergie seront le meilleur marché, toutes les fois qu'ils seront un sous-produit, si l'on peut s'exprimer ainsi, des usines hydro-électriques ; et ce cas sera le plus général dans l'avenir.

Dans ce but, il nous semble qu'il serait bon de poursuivre simultanément la réalisation des deux idées suivantes :

Il faudrait d'abord offrir aux chercheurs la possibilité de faire des essais industriels de leurs méthodes avec le minimum de frais pour eux. En Suisse, il y a des usines qui passent, avec les inventeurs, des contrats de location de courant à des prix excessivement bas, même pour des forces faibles et pour de courtes durées. Grâce à d'ingénieuses combinaisons de service et de tarifs, ces contrats ne sont pas onéreux pour les producteurs d'énergie et ceux-ci facilitent ainsi très intelligemment l'évolution de l'industrie moderne vers le progrès. Nous ne croyons pas qu'en France rien de semblable ait encore été tenté. Et, pourtant, combien de chercheurs, ayant beaucoup de science, qui ne peuvent, faute de commodités voulues, faire sortir du laboratoire des travaux très intéressants ! Si des usines leur ouvraient leurs portes dans les mêmes conditions qu'en Suisse, ce qui se peut, puisqu'en général, le cheval électrique coûte moins cher en France, nous sommes persuadé qu'on verrait rapidement se perfectionner les méthodes d'application du courant électrique à la chimie et à la métallurgie ; qu'il se dévoilerait des procédés neufs et que, par suite, naîtraient et se développeraient de nouvelles industries, s'ouvriraient des débouchés nouveaux.

La solution de ce desideratum s'impose pour tous ceux à qui l'expérience a démontré que le principe de l'économie des futures distributions d'électricité est de canaliser *le trop-plein* des usines électro-chimiques et métallurgiques vers les pays dépourvus de forces naturelles. Le transport de l'énergie pour distributions fractionnées ne devant donc s'établir d'une manière rationnelle que conjointement à ces usines, il est nécessaire d'entreprendre d'abord tout ce qui peut amener leur création.

Il importe, en second lieu, de faire le dénombrement de nos propres richesses. Nous savons qu'il y a, dans nos montagnes, des millions de chevaux de forces naturelles, mais quelle est à peu près l'importance du chiffre ? Comment se répartissent et se catégorisent nos mines de houille blanche ?

La réponse à ces questions est du plus haut intérêt. Connaissant nos ressources, nous saurons comment nous devons en user. Quand il existera *un catalogue des chutes d'eau*, l'industriel qui aura besoin d'énergie électrique pourra au moins, en toute connaissance de cause, porter son choix sur telles de celles-ci de préférence à telles autres, parce que leur situation topographique, sous le rapport des facilités d'approvisionnement et des débouchés, leurs prix d'acquisition, les frais d'aménagement, cadrent mieux avec les exigences de l'industrie à créer. A notre avis, c'est moins un travail de totalisation des forces disponibles qu'il importe d'entreprendre qu'un travail de classement ; d'ailleurs, il est bien évident que le premier sera vite fait, quand on aura les éléments du second.

Nous dirons, avec M. R. Tavernier, ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, que nos administrations publiques n'ont, jusqu'ici, pris « aucune mesure efficace pour connaître, d'après des bases uniformes et certaines, l'ensemble de cette richesse ».

Cela s'explique. Les rivières non navigables ni flottables ressortissent du Ministère de l'Agriculture; celles qui sont dans les terrains de montagne soumis au régime forestier dépendent du service des Eaux et Forêts; les autres appartiennent au Service hydraulique. Les cours d'eau navigables ou flottables ressortissent du Ministère des Travaux publics et l'Administration des Ponts et Chaussées est à la fois chargée des rivières non navigables ni flottables et des cours d'eau navigables ou flottables. Cet enchevêtrement des pouvoirs n'a, chez nous, rien d'étonnant; saluons *notre ADMINISTRATION* — ce qui surprend c'est que, paraît-il, l'Europe nous l'envie!...

Ces différents services ont, chacun dans le ressort de leurs attributions, fait des enquêtes, dressé des statistiques, mais qui toutes aboutissent à des renseignements incomplets en ce qui concerne *les forces hydrauliques disponibles* sur l'ensemble de notre territoire. Cependant, les Ponts et Chaussées, sans se préoccuper d'une entente officielle entre tous les services précités, ont fait, sous la direction de M. René Tavernier, dans le département des Hautes-Alpes, un travail de statistique intéressant.

Les deux facteurs qui définissent une force hydraulique sont: la hauteur de chute et le débit. Un profil en long donne la hauteur de chute avec toute l'exactitude désirable. Les débits sont beaucoup plus difficiles à connaître exactement. On peut les calculer en fonction des données de chaque bassin de réception. Mais ces données qu'influencent une foule de variables hydrométriques et géologiques sont loin d'être complètement déterminées. On peut, d'autre part, évaluer les débits par des jaugeages. Cette dernière méthode est encore moins sûre que la première, mais c'est souvent la seule qu'il soit actuellement possible d'employer.

M. Tavernier, à l'aide des modes d'appréciation dont on dispose et en prenant des chiffres « partout où il a pu en trouver », a donc fait dresser, dans le département des Hautes-Alpes, « un état statistique provisoire des ressources hydrauliques actuellement disponibles ». Nous empruntons à son *Rapport de mission sur les forces hydrauliques des Alpes* (Dunod, éditeur, Paris 1900) la formule textuelle de son mode d'évaluation :

« On dressera, écrit-il, le tableau des forces hydrauliques brutes en multipliant par la pente totale de chaque section de cours d'eau les débits d'étiage et les débits moyens actuels, défalcation faite des dotations concédées aux grands canaux d'irrigation. On ne considérera que les forces supérieures à 200 chevaux. L'ensemble des forces ainsi calculées, dont on déduira naturellement les grandes forces supérieures à 200 chevaux déjà aménagées, mais dont il sera inutile de déduire les forces immobilisées par les anciens moulins ou par les autres petites servitudes existantes, représentera le total des ressources hydrauliques *actuellement disponibles* pour l'industrie... » Dans ce travail : « 1° On a adopté le cheval brut de 100 kilogrammètres équivalent, d'après la terminologie nouvelle, au « poncelet », ce qui correspond à peu près, avec les rendements des turbines, au cheval de 75 kilogrammètres sur l'arbre des turbines; 2° On ne considère pas exclusivement les débits d'étiage ou d'extrême étiage, comme on a tendance à le faire en Suisse, mais bien les débits d'étiage ordinaire ayant une durée de trois à

quatre mois et, en même temps, ceux des eaux moyennes ordinaires sur lesquelles on peut compter pendant les huit ou neuf autres mois ».

Cette règle, appliquée dans le département des Hautes-Alpes, a donné les résultats condensés dans le tableau suivant et *exprimés en poncelets* :

	MINIMUM 3 MOIS PAR AN	MAXIMUM 9 MOIS PAR AN	MOYENNE P' TOUTE L'ANNÉE
Total des forces inventoriées..	301.281	587.400	515.870
A déduire, pour usines réglementées ou en cours de réglementation .....	9.347	16.793	»
Reste disponible.....	291.934	570.607	500.934

Soit, en chiffres ronds : 300.000 chevaux au minimum et 500.000 en moyenne annuelle.

Etendant l'application de cette règle aux dix autres départements des Alpes françaises, M. Tavernier dit : « Tout compte fait, il ne serait pas déraisonnable d'admettre, comme première approximation, que l'ensemble des départements considérés, occupant une superficie à peu près égale à dix fois celle du département des Hautes-Alpes, renferme une richesse hydraulique brute également dix fois supérieure, soit :

- 3 millions de chevaux pour la force minimum d'étiage;
- 5 millions de chevaux pour la force moyenne annuelle.»

Maintenant, joignons à ces chiffres les appréciations de M. R. de La Brosse, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, sur les ressources en forces naturelles du département du Puy-de-Dôme; « ... Sans prétendre rivaliser, même de loin, avec le pays de la Houille blanche, il n'en est pas moins possible de trouver ici des forces encore très présentes. Nous avons fait connaître au Conseil général (18 août 1899) une série de chutes encore à peu près entièrement disponibles d'une puissance de 10.000 à 11.000 chevaux. Il en existe d'autres; par exemple: sur la Sioule, celle (2.000 à 5.000 H. P.) qui vient d'être acquise par la Compagnie du Gaz de Clermont. »... « On trouve sur la Dore, sur les Couzes, sur la Dordogne et leurs principaux affluents, un certain nombre de chutes parfaitement comparables, comme puissance, à celles du Giffre et de Pontcharra-sur-Bréda, et utilisables par les mêmes moyens. En ce moment même, divers industriels étudient certaines installations sur la Dore. Les plus avantageuses seront bientôt occupées et utilisées.

« Enfin, rien n'empêcherait d'aménager l'Allier, entre Coudes et Dallet, comme le Drac dans la plaine de Champ, sans grandes retenues et par la simple utilisation de la pente en conduite fermée. Il serait facile de multiplier les exemples et de montrer que les ressources hydrauliques du Puy-de-Dôme, quoique fort inférieures à celles des massifs alpins, sont encore très dignes d'attention, qu'elles sont utilisables par les mêmes moyens et qu'elles peuvent parfaitement trouver leur emploi pour le bien du pays ».....

« Ne semblait-il pas que la région lointaine et déserte des gorges de Queuille dût être la dernière à profiter de l'éclairage et de la force à bon marché? Et, cependant, c'est là que va se réaliser, en Auvergne, le premier exemple

d'une installation hydro-électrique de proportions sérieuses qui apportera au pays la lumière et l'aisance » (Les Installations hydro-électriques dans la région des Alpes. Gratier et C<sup>ie</sup> éditeurs. Grenoble, 1901).

Nous n'avons pas de renseignements suffisants pour énoncer un chiffre, même lointainement approximatif, en ce qui concerne les disponibilités de forces naturelles dans les Pyrénées, ni dans les Vosges et le Jura. Cependant est-il si conjectural, comme le dit M. Tavernier, d'admettre, avec MM. Bergès, le chiffre de 10.000.000 de chevaux disponibles pour toute la France? M. Tavernier critique et taxe d'optimisme le calcul de MM. Bergès qui concluent à 5.000.000 de chevaux disponibles dans les Alpes; mais, lui-même, par une méthode différente, n'a-t-il pas trouvé le même chiffre? — Dire que les Pyrénées, le Massif Central, les Vosges et le Jura tiennent ensemble 5.000.000 de chevaux en réserve est assurément une affirmation problématique. Cependant, quand on découvre des ressources insoupçonnées, comme celles que M. de La Brosse nous indique en Auvergne, on ne peut s'empêcher d'être séduit par les vues de MM. Bergès.

Quoi qu'il en soit, qu'il y ait dix millions de chevaux hydrauliques en France, ou qu'il y en ait un peu moins, là n'est pas, à notre avis, la question la plus intéressante. Ce qui importe davantage c'est de connaître individuellement les forces *utilisables*. Toute force *disponible* n'est pas nécessairement *utilisable*. Il faut, pour cela, qu'elle puisse être aménagée dans des conditions d'art et d'économie déterminées. C'est aux ingénieurs à apprécier ces conditions.

N'attendons rien de *notre* ADMINISTRATION, imperturbable en son inertie. Seul le corps des Ponts et Chaussées, par l'initiative personnelle de ses chefs, a su acquérir des documents utiles. Ingénieurs et industriels sollicitons sa collaboration savante, et surtout, travaillons nous-mêmes à l'œuvre dont nous voulons bénéficier.

Ce journal est à la disposition de tous, et ceux qui voudront bien lui adresser des *communications techniques* sur les forces naturelles *disponibles* et *utilisables*, dans nos pays de montagne, contribueront, pour le plus grand profit de l'industrie française, à la composition du *catalogue des chutes d'eau*. Nous avons dit qu'elle serait son utilité.

E.-F. COTE,  
Ingénieur,  
Secrétaire du Groupe technique de Lyon.

## Analyse et Critique des nouveaux Projets de loi sur les Chutes d'eau.

Le temps n'est plus où les industriels et les ingénieurs professaient, pour les questions de législation, le mépris ou l'indifférence du vieux Montaigne sur « les choses de loi ». Dans la région des Alpes, notamment, où l'industrie a marché à pas de géant, vers un progrès dont on n'aperçoit pas encore les limites, beaucoup de novateurs, parmi les plus hardis, se sont heurtés à des difficultés d'ordre civil ou d'ordre administratif et se sont aperçus qu'il vaut mieux

étudier les lois et les règlements avant de les appliquer, plutôt que d'en être ensuite les victimes.

C'est ce qui explique probablement le sentiment de curiosité et d'attention soutenue avec lequel ont été accueillis les divers projets de loi actuellement déposés sur le bureau des Chambres, au sujet de l'intéressante question des chutes d'eau. En admettant même qu'ils aient été tous inspirés, comme le disent leurs auteurs, par le désir de venir en aide à l'industrie, il faut reconnaître qu'ils proposent des moyens très différents, et qu'un examen rapide de chacun d'eux ne saurait être inutile. Mais, pour se rendre un compte exact des perfectionnements qu'ils prétendent contenir, il est nécessaire de bien définir l'état actuel de la législation qui doit servir de base à la comparaison.

### I

Tout le monde sait aujourd'hui que, pour avoir des droits sur la pente d'une rivière non navigable, c'est-à-dire pour créer et exploiter une chute, il faut être propriétaire de « droits de riveraineté ». Mais, ce que l'on connaît moins, c'est la définition et la nature réelle de ce droit et, sur ce point, il n'est pas rare de rencontrer, même parmi les personnes qui devraient être initiées, une complète ignorance. Les uns le considèrent comme une « tolérance de l'administration », les autres comme un avantage que s'octroient les riverains de leur propre autorité, cédant ainsi au désir de prendre une eau dont le passage les tenterait... Il suffit cependant d'ouvrir le Code civil, à l'article 644, pour être renseigné(1). L'usage de l'eau appartient à tous les riverains, d'après un texte formel, et s'exerce de deux façons différentes suivant la situation de la rivière. Si le domaine est traversé par le cours d'eau, le propriétaire peut détourner le lit, l'amener sur son propre fonds, créer des méandres, pourvu qu'à la sortie de son fonds, il rende la rivière à son cours normal. Si le domaine borde seulement le fonds, le propriétaire n'a pas le droit de détourner le lit, puisqu'il doit compter avec le riverain d'en face, mais il peut, comme le propriétaire des deux rives, prendre de l'eau pour ses besoins.

Il est évident que le législateur n'a pas eu l'intention d'accorder aux riverains le simple droit d'agrément de prendre l'eau pour la voir courir sur leur terrain, mais leur a aussi concédé le droit de l'utiliser; l'irrigation qui était à l'époque du Code civil la seule utilisation importante de l'eau des rivières, a toujours nécessité une absorption considérable de l'eau dérivée. Aussi le même article donne au riverain le droit de disposer pour ses besoins de l'eau qui lui sera nécessaire, à la seule condition qu'il rende à son cours naturel, la quantité qu'il n'aura pas absorbée.

Si l'on suppose, par hypothèse, qu'il existe un courant assez abondant pour satisfaire les besoins de tous les riverains, il ne saurait y avoir de difficulté. Mais il est rare

(1) ARTICLE 644. — Celui dont la propriété borde une eau courante, autre que celle qui est déclarée dépendance du domaine public par l'article 538, au titre de la distinction des biens, peut s'en servir à son passage pour l'irrigation de ses propriétés. Celui dont l'eau traverse l'héritage peut même en user dans l'intervalle qu'elle y parcourt, mais à la charge de la rendre, à la sortie de ses fonds, à son cours ordinaire.