

## De la manière d'étudier un avant-projet de Société Hydro-Électrique de Transport d'énergie

L'article qu'on va lire n'a pas été écrit pour ceux de nos lecteurs qui sont ingénieurs : nous n'avons pas à leur apprendre comment on dresse un avant-projet ou analyse un rapport; il s'adresse aux personnes désireuses de s'intéresser financièrement aux affaires de la Houille blanche et qui n'ont pas les connaissances spéciales voulues pour scruter la valeur des rapports qui leur sont présentés.

En effet, ces rapports sont parfois rédigés sous une forme si technique et si laconique qu'il faut être un initié pour comprendre tout ce qu'ils veulent dire en leur concision, ou bien ils expriment des aperçus si généraux que, de leur considération, l'esprit positif ne peut dégager aucune conclusion. Ces défauts, le plus souvent, ne sont pas voulus, mais quelquefois cependant ils servent à masquer des points faibles dans l'affaire projetée.

Or, à la manière dont un avant-projet d'entreprise industrielle est conçu, une personne sans connaissances techniques spéciales peut néanmoins se faire une opinion sur l'avenir de cette entreprise. La documentation d'un rapport d'avant-projet et sa rédaction sont soumises à une méthode et à des règles bien définies; toutes les fois qu'on les verra clairement observées, on en pourra au moins conclure que l'étude de l'affaire a été sincèrement faite.

Dans la pensée de l'auteur soussigné, technicien doublé d'un financier expérimenté, cet article a pour but d'être aux mains des personnes non initiées comme un *transparent* qui, par simple superposition aux rapports d'avant-projets, montrera leur esprit et le degré de confiance qu'on doit leur accorder.

E.-F. CÔTE.

Lorsqu'un groupe financier se propose de créer une entreprise de transport d'énergie, il est bon qu'il confie l'examen de l'avant-projet à une personne compétente. L'étude doit en être faite tant au point de vue technique qu'au point de vue financier, car elle est destinée à fixer l'attention aussi bien des capitalistes que des techniciens, sur la future affaire. Il est donc nécessaire qu'elle soit faite à ce double point de vue : le but de toute entreprise industrielle étant la rémunération du capital employé à la fondation de cette entreprise. Étudier une affaire uniquement au point de vue technique peut conduire à de graves déboires financiers et, d'autre part, l'on ne peut présenter financièrement une affaire industrielle sans une base solidement appuyée sur une argumentation purement technique.

L'étude d'une installation hydro-électrique, que nous avons plus spécialement en vue ici, se divise donc naturellement en deux parties :

Partie technique et partie financière.

\*  
\*\*

**Partie technique.** — Le fondement élémentaire d'un tel travail doit être une documentation sérieuse et surtout impartiale. Cette documentation est généralement longue et délicate. Elle exige une série de déplacements et de recherches souvent difficiles à exécuter. Elle doit être faite avec le plus grand soin et réunir des documents puisés aux sources les plus certaines car elle est la base d'appréciation de l'affaire présentée.

Elle comprend tout d'abord une étude du cours d'eau qui doit alimenter l'usine. Il faut avant tout se renseigner sur les variations de débit et sur la durée maxima des périodes de sécheresse, se procurer et contrôler les résultats des différents jaugeages qui ont pu être effectués les années précédentes. Les renseignements de ce genre que l'on trouve à l'Administration des Ponts et Chaussées sont actuellement

très incomplets en ce qui concerne les cours d'eau non navigables ni flottables. Il faut faire une enquête près des riverains habitant depuis longtemps le pays et noter leurs renseignements. En les contrôlant les uns par les autres on détermine la valeur qu'ils peuvent avoir. Si l'on ne possède aucun renseignement officiel, il sera de toute nécessité de faire, aux époques de plus grande sécheresse, plusieurs jaugeages par les méthodes les meilleures. Dans ce cas, l'expérience ne portant que sur une seule année, il sera bon de ne pas compter sur un débit minimum égal à celui trouvé en période de sécheresse (1). Il vaut mieux rester en dessous de ce qu'on croit être la vérité en prévision des années d'exceptionnelle sécheresse. Considérons bien, en effet, qu'il s'agit ici d'une entreprise ayant pour *unique objet* le transport et la distribution de l'énergie et qu'à tout instant la puissance de l'usine génératrice doit faire face aux exigences de la clientèle.

On étudie ensuite avec soin le bassin récepteur. Pour cela on note sa surface, la nature des terrains qui le composent, la moyenne des pluies annuelles qui l'alimentent. Cet examen hydrologique a pour but de procurer des données plus précises sur le régime du cours d'eau.

Une étude sur place renseigne sur les difficultés d'établissement des ouvrages de captage et sur la possibilité d'établir une réserve hydraulique, ce que l'on doit rechercher surtout si l'on a affaire à un cours d'eau à régime très variable.

La seconde partie de la documentation consiste dans l'étude des ressources que peut présenter la région à desservir par le futur transport de force.

Il y a lieu pour cela de totaliser, statistiques en mains, la population de la région desservie et de se rendre compte de l'état social de la majorité de cette population. On note sur une carte le ou les centres principaux à desservir avec le nombre d'habitants de chacun de ces groupements. L'importance de l'éclairage se déduira de cette étude. Une statistique, basée sur des documents officiels, a donné, pour l'année 1900, les résultats suivants :

NOMS DES SOCIÉTÉS	NOMBRE D'HABITANTS	Nombre de lampes installées réduites en lampes de 10 bougies
Société de Bulle.....	7.009	2.983
Société de la Vallée du Grésivaudan	11.888	5.188
Société du Haut Grésivaudan....	33.331	11.175
Compagnie du Shil.....	29.703	16.300
Compagnie de Genève.....	100.500	67.695
Eclairage de Nantes, Rouen, Nancy et Amiens.....	436.000	213.000
Eclairage de Salon.....	11.000	6.876
TOTAUX.....	629.431	333.217

(1) Le débit minimum d'un cours d'eau ne peut réellement être apprécié qu'à l'aide d'un graphique de débit portant sur plusieurs années. Malheureusement ces graphiques n'existent pas encore et, seuls ceux que l'on a pu établir proviennent des jaugeages opérés à l'aide des usines existantes. Espérons que cet état de choses sera amélioré, grâce à l'heureuse initiative du Syndicat des Forces Hydrauliques.



2° En basses eaux, accumuler, pendant certaines heures de la journée, le débit inutilisé pour le restituer aux heures de forte charge.

Le premier emploi exige une réserve assez importante. Cette réserve ne peut guère se créer que dans les hautes chutes qui mettent en jeu de faibles volumes d'eau (Lancey, Laffrey) et très exceptionnellement dans les basses chutes (usine de la Queuille sur la Sioule). On connaît la capacité de la réserve d'eau. On détermine, d'autre part, la plus grande durée probable de la sécheresse. Le quotient donne le cube d'eau qui est disponible par jour, en plus du débit minimum (1). Ce mode d'utilisation d'une réserve d'eau est surtout avantageux pour les bassins dont le sous-sol est imperméable, où les sécheresses sont courtes et fréquentes et où la première pluie un peu abondante suffit pour remplir la réserve. Tel est le cas, par exemple, de la Sioule, déjà citée, dont le bassin repose sur un sous-sol granitique imperméable.

Il est plus facile de constituer une réserve devant parer seulement aux variations journalières de débit, car on ne met en jeu qu'une fraction du débit total en un jour (Ex : Jonage, Forces motrices du Vercors).

Les conditions physiques du terrain limitent la capacité de la réserve. Pour se rendre compte si cette capacité est suffisante, on calcule celle qui est nécessaire pour un service donné. Voici, en quelques mots, ce calcul approximatif.

On considère naturellement le débit minimum du cours d'eau, soit  $L$  litres par seconde. Supposons que l'on se pose la question ainsi : On veut distribuer  $A$  chev. 24 h. et alimenter un réseau d'éclairage de  $B$  lampes installées, le reste de la puissance devant être employé en chevaux 12 h. Pour cela, on dispose de  $L$  litres par seconde sous  $h$  mètres de chute. Quelle sera la capacité de la réserve d'eau et le nombre de chev. 12 h. disponibles ?

Les chev. 24 h. exigeant un débit constant  $l$  que l'on calcule, il reste  $l'$  disponible pour l'éclairage et les chevaux 12 heures. Ce débit  $l'$  donne en 24 heures, un volume d'eau de  $Z$ . m<sup>3</sup>.

L'énergie absorbée par un réseau d'éclairage est, comme on le sait, très variable. Tous les électriciens connaissent le « coup de feu » et ses conséquences. Il faut donc prendre une moyenne pour avoir le volume d'eau qu'exige l'éclairage chaque jour, au moment de la sécheresse. Il n'est pas déraisonnable d'admettre pour un avant-projet, que la puissance moyenne correspond au 1/3 des lampes installées, pendant 4 heures par jour. Cette puissance correspond à un certain volume d'eau que l'on calcule facilement. Soit  $\zeta$  ce volume. On admettra que ce volume devant être fourni en 4 heures, le réservoir devra en donner les 5/6 afin de répartir cette prise sur 24 heures. Il reste donc  $Z-\zeta$  pour les chevaux 12 heures. Ce volume d'eau détermine les chev. 12 h. que l'on peut alimenter. Le réservoir devra fournir, pendant 12 heures, la moitié de ce volume qu'il a en effet emmagasiné pendant les 12 autres heures.

(1) Le graphique du débit du cours d'eau peut seul montrer la durée de l'extrême sécheresse pendant laquelle le réservoir fournira son appoint. Il faut donc être large dans l'appréciation de cette période.

La capacité totale du réservoir doit donc être de :

$$5/6 \zeta + 1/2 (Z-\zeta) = C$$

équation dans laquelle  $Z$  est le volume d'eau disponible par jour, en dehors du débit absorbé par les chevaux 24 h. et  $\zeta$ , le volume d'eau absorbé par l'éclairage.

Le calcul peut se faire de la même façon, en se donnant les chevaux 24 h. et 12 h. et en déterminant la marge laissée pour l'éclairage.

Il va sans dire qu'il faut installer à l'usine une puissance au moins égale à la plus grande puissance demandée au même instant dans le réseau, divisée par le rendement total de l'installation.

Si l'on crée un réservoir, il ne faut pas oublier de prévoir la création d'un autre réservoir en aval, de façon à ne pas modifier le régime du cours d'eau en aval de l'usine. Ce réservoir est inutile quand le cours d'eau est de faible importance et qu'il est d'ailleurs possédé dans toute sa longueur, ou lorsqu'on utilise seulement une faible fraction du débit total, comme à Jonage.

Une fois la puissance disponible nettement déterminée; on consigne sur le rapport les résultats du calcul de la station génératrice, de ou des lignes et du réseau récepteur. Ce calcul ne trouve pas nécessairement place dans le rapport, car les résultats sont très facilement vérifiables aujourd'hui, par comparaison avec des entreprises analogues déjà installées. Il ne faut pas oublier qu'il s'agit d'un avant-projet, d'une étude destinée à présenter une affaire au public. Nous ne nous arrêterons pas sur ce calcul qui ne sert d'ailleurs qu'à l'établissement d'un devis approximatif dont il sera question plus loin. Le devis exact sera donné plus tard par les propositions des maisons de construction.

L'étude technique se termine par la description de la région sur laquelle doit s'exercer l'action de la future entreprise. Cette description de la région et de ses ressources se tire tout naturellement de la deuxième partie de la documentation préalable. Lorsqu'on est certain des chiffres avancés, on reproduit les statistiques de la force motrice employée et de la population.

\* \* \*

**Partie financière.** — L'affaire ayant été ainsi présentée au point de vue technique, il reste à examiner les conditions financières de son exploitation et de la rémunération probable du capital engagé.

*Evaluation du capital social.* — Cette évaluation est donnée par le devis approximatif des travaux d'installation de l'entreprise. Il faut joindre à ce devis que l'on détaillera le plus possible, pour permettre de discuter les chiffres avancés :

- (a) Les frais d'acquisition de la chute.
- (b) Les frais d'étude et de constitution.
- (c) Un fonds de roulement.

L'acquisition de la chute ainsi que les études préliminaires se payent souvent en actions d'apport, au profit du propriétaire de la chute et du détenteur des premières études qui y sont relatives.

La société dont on prévoit la formation est généralement une société anonyme par actions. Si, par suite d'extensions

ultérieures, la société a besoin de nouveaux capitaux, elle émet des obligations avec ou sans prime et garanties par ses installations et son matériel. Il est clair que dès le début il ne faut pas constituer un capital plus élevé qu'il n'est nécessaire, car un faible capital est plus facile à trouver. La société en pleine voie d'action présentant toutes les garanties nécessaires, trouvera plus facilement les capitaux nouveaux pour son extension.

*Recettes.* — Pour l'évaluation des recettes, on se base sur la complète utilisation de la puissance de l'usine distribuée, d'après les besoins de la région en chev. 24 heures, 10 h. ou 12 h., et en éclairage. Le prix de vente du cheval dépend de plusieurs facteurs et notamment de la quantité de chevaux vendus à la fois et du prix de revient du cheval par la vapeur. Ce serait une erreur que de calculer d'abord le prix de revient du cheval transporté, de le majorer d'un certain bénéfice, et de dire : nous vendrons le cheval tant.

Encore faut-il que ce prix de vente soit avantageux pour les industriels et leur laisse une marge appréciable avec le prix que leur coûte le cheval par la vapeur ou par le gaz. Ceci est encore plus vrai pour l'éclairage, qui est souvent concurrencé par de petites entreprises d'éclairage employant la force motrice de la vapeur ou du gaz pauvre.

Il est beaucoup plus sage de se rendre d'abord un compte exact des prix de vente de l'énergie, appropriés à la région, prix de vente qui devront être établis de façon à rendre l'énergie électrique avantageuse et pratique, de baser les recettes éventuelles sur cette échelle de prix de vente qui assurera un placement complet et certain de tous les chevaux. Ces recettes, comparées aux dépenses d'exploitation et au capital social, montreront si l'affaire est productive.

Le prix de vente du cheval se déduit donc de la situation particulière de chaque région. Il est plus élevé pour les faibles puissances. Les petites industries sont donc particulièrement rémunératrices et sont les meilleures clientes des transports d'énergie. L'échelle des prix de vente ne saurait être fixée sans une étude approfondie, nous ne pouvons donc pas donner de chiffres même approximatifs.

Il en va de même pour l'estimation, du prix à forfait de la lampe et le prix de vente du kilowatt-heure au compteur.

Lorsqu'on ne possède pas de réserve d'eau, les chevaux utilisés pour l'éclairage restent inactifs une grande partie de la journée. Certaines sociétés vendent ces chevaux dits « chevaux de jour » à des prix excessivement bas. C'est toujours une combinaison avantageuse car le prix de vente de ces chevaux représente un bénéfice net. Il est vrai de dire que peu d'industries s'accommodent de ces chevaux disponibles seulement en dehors des heures d'éclairage. Dans ce cas, ne pourrait-on pas employer ces chevaux, qui coûtent très peu, à certaines applications industrielles de chauffage électrique, de soudure autogène, etc ?

Si l'on a une réserve hydraulique il y a moins d'avantage à vendre des chevaux de jour puisqu'on emmagasine l'eau aux heures de faible charge.

*Dépenses d'exploitation.* — Les dépenses d'exploitation comprennent tout d'abord :

L'amortissement de l'installation. Même dans un

avant-projet, ce serait une erreur que d'amortir l'installation en bloc. Il est évident qu'il faut amortir complètement les transformateurs et les dynamos avant l'installation hydraulique et celle-ci avant les bâtiments et le cuivre de la ligne. Voici les limites entre lesquelles oscille l'amortissement des différentes parties d'une installation :

Transformateurs et petit matériel..... 5 à 10 ans.

Dynamos..... 10 à 15 ans.

Installation hydraulique..... 20 à 30 ans.

Turbines..... 10 à 15 ans.

Lignes et Bâtiments, achat des terrains 25 à 30 ans.

Les dépenses comprennent ensuite :

(a) Les impôts et assurances ;

(b) Les frais de personnel de direction et de bureaux.

(c) L'entretien des turbines, de la dérivation, des dynamos et des transformateurs.

(d) La surveillance et l'entretien de la ligne.

(e) Les frais d'encaissement des recettes.

(f) Un certain imprévu que l'on évalue de 5 à 10 o/o des dépenses.

**Conclusion.** — De l'évaluation des recettes et des dépenses d'exploitation, on déduit les produits nets.

Pour les premières années d'exploitation, il est prudent de ne compter qu'une fraction des recettes qui ont été calculées pour la marche à pleine charge de l'usine. On peut compter le complet développement d'une entreprise en quatre ou cinq ans ; les 2/5 des recettes prévues, pour la première année, avec augmentation d'un cinquième chaque année.

Pour chacune des premières années d'exploitation, on aura un produit net qui donnera une rémunération de x o/o au capital engagé. Cet intérêt donnera une mesure exacte de la valeur industrielle et financière de l'entreprise projetée.

P. GIRARDET,  
Ingénieur civil.

## LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

en France et à l'Étranger

### INFORMATIONS DIVERSES

#### Le cuivrage des métaux par le procédé Dessolle.

Nos lecteurs sont au courant des anciens procédés de cuivrage sur métaux dus à Oudry, Weill, Gauduin et Wilde. Ils ont, pour incon vénient, soit le défaut d'adhérence, la durée de l'opération, le matériel considérable qu'elle nécessite, le prix de revient élevé, soit la difficulté d'adapter la méthode à toutes les applications industrielles désirables. Ainsi le procédé Wilde permet bien de cuivrer des rouleaux d'impression d'une manière irréprochable, à tel point même qu'on les préfère aux rouleaux de cuivre, mais il n'est pas applicable aux pièces plates, les tôles par exemple, ni aux objets façonnés ou aux pièces d'art.

Nous croyons donc intéressant de signaler, par cette courte note, une nouvelle méthode de cuivrage, très ingénieuse, et qui a déjà donné des résultats dignes d'attention. Il s'agit du procédé Dessolle.

Sa nouveauté consiste à projeter, d'une façon ininterrompue, l'électrolyte contre les pièces à cuivrer et les anodes. A cet effet, une