

Sur une "Représentation graphique facilitant la recherche d'aménagements hydro-électriques rationnels"

Nous recevons du professeur Gaetano Ganassini la lettre suivante, relative aux aménagements hydroélectriques :

J'ai lu avec un vif intérêt l'étude, parue dans le numéro 147/148 mars-avril 1929 de la revue *La Houille blanche*, de M. l'ingénieur Robert Blom, sur une « Représentation graphique facilitant la recherche de dérivations hydroélectriques rationnelles ».

En Italie, le problème des dérivations rationnelles de l'énergie hydroélectrique a été prévu dans les lois spéciales sur les concessions des dérivations des eaux publiques, pendant la guerre, à l'époque où le défaut de charbon rendait l'énergie hydroélectrique particulièrement précieuse.

J'en suis arrivé moi-même, au cours de mes études sur cette question, à une construction graphique parfaitement identique à celle qu'indique mon collègue, M. Blom.

Les considérations qui ont présidé à l'établissement de cette construction sont les suivantes :

« On sait que l'extension d'un bassin d'alimentation d'une dérivation d'eau en constitue l'élément essentiel, la définition caractéristique, pourrait-on dire. Toute source des eaux d'un fleuve se recrée directement ou indirectement par les précipitations météoriques, soit à la suite de l'écoulement immédiat, soit par épuisement des formations perméables : en d'autres termes, la quantité intégrale de l'eau est toujours proportionnée à la superficie du bassin qui reçoit la pluie.

« Naturellement, d'autres facteurs influent à leur tour sur la richesse hydraulique d'une vallée : il s'agit là essentiellement de la hauteur même de la pluie, de la configuration topographique, de la nature géologique des terrains, des reboisements, de la possibilité de construire des lacs artificiels destinés à régler d'une façon rationnelle l'écoulement des eaux de pluie.

« A un point de vue général, une dérivation d'eau motrice est caractérisée de la façon suivante, par cette relation simple :

$$P = K S h$$

P étant la puissance, S l'extension du bassin d'alimentation, h la hauteur de chute et K un coefficient dépendant de la pluie et de la nature du bassin.

« Si, par exemple, nous exprimons P en un nombre donné de kilogrammètres par an, K se référera à la hauteur annuelle de la pluie H, au coefficient d'écoulement c, et au coefficient d'utilisation α . Nous aurons donc :

$$K = c \alpha H$$

et, si nous exprimons S en kilomètres carrés, h en mètres, H en mètres, nous obtiendrons, en kilogrammètres :

$$P = 10^9 c \alpha S H h \quad (1)$$

et enfin en KW-heures :

$$W = 10^4 \times 0,272 c \alpha S H h \quad (2)$$

« Si nous voulons exprimer P en CV., il suffira de diviser l'expression (1) par le nombre de secondes de l'année et par 75. Si nous exprimons la richesse hydraulique du bassin par le débit moyen en litres-secondes par kilomètres carrés, nous obtiendrons :

$$P = \frac{q S h}{75} \quad (3)$$

« Pour exprimer, enfin, la puissance en KW., il suffira de diviser l'expression (2) par le nombre d'heures annuel, c'est-à-dire 8760.

« On peut calculer l'énergie totale que produit l'eau s'écoulant d'un bassin en tenant compte de l'augmentation progressive des débits par rapport à la croissance progressive de l'extension du bassin tributaire. La superficie S peut représenter une fonction de l'altitude ; dans ce cas, nous pouvons exprimer par la relation suivante l'énergie pouvant être produite par l'eau qui descend d'une hauteur dh infinitésimale :

$$dW = S dh$$

« Si nous donnons à S les valeurs successives infinies que prend la superficie du bassin au fur et à mesure que l'eau descend d'une hauteur définie H, nous obtenons l'expression suivante de la totalité de la production d'énergie :

$$W = \int_0^H S dh \quad (4)$$

« Il s'agit, naturellement, d'une valeur théorique, puisque, pour réaliser l'utilisation effective de l'énergie indiquée à (4), il serait nécessaire de construire un nombre infini d'installations et précisément une installation pour chaque chute d'eau infinitésimale dh et pour chaque augmentation infinitésimale correspondante de la superficie du bassin.

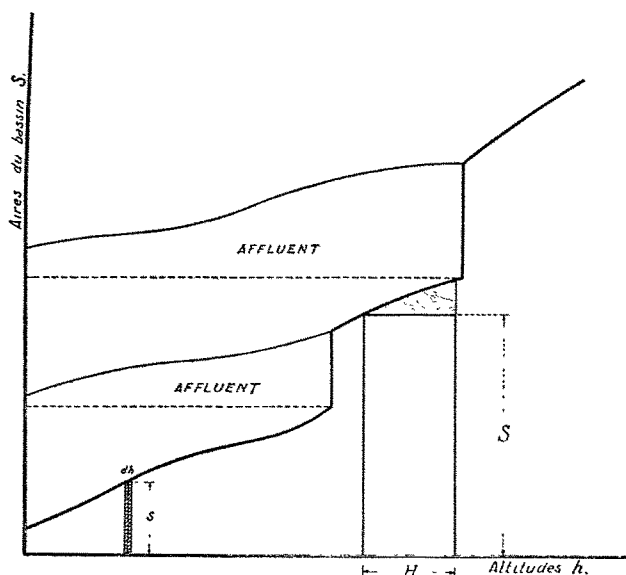
« La difficulté d'appliquer d'une façon concrète l'expression (4) dérive de l'impossibilité de fixer des expressions sûres de la fonction S : la variation progressive de la superficie du bassin, par rapport à la hauteur du lit des torrents, est notablement irrégulière ; force nous est donc de renoncer, à priori, à faire des applications analytiques de l'expression (4).

« On peut tourner la difficulté de l'application analytique en s'aidant d'une représentation graphique d'une grande simplicité (voir la figure).

« Portons sur les abscisses d'un système d'axes coordonnés les hauteurs h décroissantes du lit du fleuve qu'il s'agit d'uti-

1. iser, en partant de la crête de la ligne de partage des eaux, les ordonnées étant représentées par les superficies S (devant être mesurées par la suite) du bassin qui correspond à chacun des points : on obtiendra une courbe toujours croissante de l'aspect indiqué dans la figure.

« Si nous considérons un élément infinitésimal de l'aire de la courbe, élément compris entre deux ordonnées distantes



de dh , nous obtiendrons la superficie infinitésimale exprimée par :

$$S dh,$$

S , ordonnée moyenne de la courbe sur le parcours dh , représentant la superficie du bassin qui correspond à l'abscisse générale h , nous voyons immédiatement que $S dh$ et, par conséquent, $\int S dh$, c'est-à-dire l'aire de la courbe, représente, faite d'un coefficient constant, la puissance totale théorique, mathématique, pourrions-nous dire, que peut fournir le bassin. La courbe, que nous pouvons facilement tracer à l'aide d'une simple planimétrie, est donc la traduction graphique de la fonction exprimée par le rapport (4).

« J'ai appelé cette courbe la « *courbe hydrodynamique* » du bassin. Elle représente un abaque d'un usage extrêmement simple. Une dérivation quelconque peut être représentée par la valeur du produit

$$S H$$

de la superficie du bassin par la hauteur de chute, produit que j'ai appelé « *valeur hydrodynamique* » de la dérivation. Ceci posé, il suffit de localiser, sur la courbe, les deux abscisses qui correspondent à la différence d'altitude H , en d'autres termes, la hauteur de prise d'eau et celle de la restitution. L'ordonnée correspondant à l'abscisse de la hauteur de prise d'eau n'est autre que la superficie S du bassin. Le produit $S H$ est simplement la surface du rectangle appuyée au point de la courbe localisé par l'abscisse de la hauteur de prise d'eau et compris entre les deux ordonnées, l'axe de l'abscisse et la ligne horizontale qui passe par le point d'appui sur la courbe (voir la figure). Le rectangle, une fois tracé, on remarque immédiatement la partie de la puissance théorique non utilisable, partie représentée par l'aire de la courbe comprise entre les deux ordonnées, le côté supérieur du rectangle et la courbe même (aire indiquée en pointillé).

« Dans le cas où la vallée comprendrait des affluents de quelque importance, il serait également nécessaire de tracer les courbes hydrodynamiques de chaque affluent et, pour rendre homogène la représentation graphique, on prendrait, pour axe des abscisses, des courbes que nous appellerons secondaires, les horizontales passant par le point de la courbe principale correspondant au confluent. De cette façon, la courbe principale présentera des tracés verticaux correspondant au brusque accroissement du volume du bassin, provoqué par l'affluent.

« Quand une dérivation utilise un affluent, soit sur son passage, soit par jonction, l'utilisation correspondante est donnée par la surface du rectangle secondaire compris entre les abscisses mêmes, les ordonnées de la prise d'eau et la courbe secondaire.

« On voit clairement par là que la construction de ces courbes, si elle était étendue à toutes les vallées, pourrait fournir des données statistiques sinon absolument sûres, du moins suffisantes à déterminer l'ordre d'importance de la disponibilité d'énergie hydroélectrique d'une région.»

