

LE FRANCHISSEMENT PAR LES POISSONS DES BARRAGES DE PRISE D'EAU EXISTANTS

Par R. BACHELIER

Ingénieur des Eaux et Forêts.

I. — SOLUTIONS UTILISÉES

L'intérêt de permettre aux poissons le franchissement des barrages étant apparu au milieu du XIX^e siècle en France, l'Administration des Ponts et Chaussées fit établir un vaste programme d'échelles à poissons dont les unes furent réalisées en bois, suivant un type inventé par M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées CAMÉRÉ, et les autres en maçonnerie sous la forme d'un couloir incliné, où la vitesse du courant était ralentie par des parois transversales espacées d'un mètre environ et laissant un pertuis d'écoulement de 30 centimètres à 40 centimètres de largeur tantôt d'un côté, tantôt d'un autre.

Par économie sans doute, presque toutes les échelles CAMÉRÉ (basées sur le freinage continu d'un gros courant axial par un grand nombre de petits courants latéraux en sens contraire) étaient accotées sur les crêtes et à l'aval des barrages, et leur pieds se trouvaient à 10 ou 15 mètres à l'aval de ceux-ci. Ce ne fut jamais qu'exceptionnellement que les poissons, arrêtés par les barrages, trouvaient les entrées de ces échelles assez loin en arrière d'eux et de leur sens de progression.

Les échelles en maçonnerie, souvent mieux situées que les échelles CAMÉRÉ parce que dans une position moins aval par rapport au barrage, ne donnèrent que rarement satisfaction, soit que leurs dimensions fussent insuffisantes pour les rendre attractives pour le Saumon, soit que la vitesse du courant y fut trop rapide pour les autres poissons.

L'inefficacité totale ou quasi-totale des échelles ainsi construites à la fin du XIX^e siècle causèrent un grand discrédit aux échelles à poissons en France.

Après la première grande guerre, M. DENIL, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Belgique, fit construire dans son pays des échelles d'un type qu'il avait inventé et qui, bien placées, donnèrent toute satisfaction.

Dans ce type, dit « à courant freiné continu », le courant est ralenti par des déflecteurs de fond et latéraux. Une telle échelle peut être inclinée jusqu'à 25%, si bien qu'il est parfois possible d'envisager son installation

dans certains barrages déjà construits sans être obligé de les entailler complètement ; cependant, encore que de tels barrages soient rares, ces échelles ne peuvent avoir cette pente qu'à la condition d'être munies de déflecteurs latéraux, ce qui limite leur largeur au point qu'elles peuvent n'être guère praticables par le Saumon.

M. de LACHADENÈDE, Conservateur des Eaux et Forêts, chargé d'édifier des échelles à Saumons dans les barrages des Gaves Pyrénéens et conseillé par M. DENIL, a mis au point, pour le Saumon, une échelle à déflecteurs de fond seulement, mais sa pente ne doit pas dépasser 15 %, pente qui nécessite généralement une entaille profonde dans le barrage et un batardeau de construction très importante dans le bief amont.

Jusqu'à présent, si l'on voulait réaliser une échelle à poissons dans un barrage existant, la solution la plus économique consistait à utiliser le type « à bassins successifs » constamment employé par les Anglo-Saxons, mais qui est néanmoins d'une réalisation assez coûteuse et qui, d'autre part, utilise un débit bien faible pour les grosses rivières (chaque bassin doit avoir au moins 2 mètres de longueur et 1 m² de section mouillée. Ils communiquent entre eux par des orifices de 10 dcm² sous une dénivellation au plus égale à 40 centimètres). De telles échelles pouvant être très sinueuses, le bassin du bas peut toujours être placé au pied du barrage à franchir et l'échelle se développer en épingle à cheveux à son aval. Cependant, elles ne peuvent être réalisées que sur une rive, l'implantation de leur grande masse n'étant guère possible au milieu d'une rivière, tant au point de vue prix de revient qu'au point de vue Génie Civil.

Les Irlandais viennent de réaliser avec plein succès une écluse à Saumons dans le barrage de LEIXLIP, qui a une vingtaine de mètres de hauteur. Les vannes de cette écluse sont commandées électriquement par l'intermédiaire d'une horloge suivant un cycle de trois heures pendant lequel l'écluse est ouverte avec un courant d'appel de 600 à 1.000 l/sec. pendant cinquante minutes et fermée incomplètement à l'aval avec un courant de 160 à 200 l/sec. pendant quatre-vingt minutes. Elle s'est révélée parfaitement efficace malgré la grande hauteur de dénivellation et elle permet donc d'envisager le système « écluse » comme pouvant tenir lieu d'échelle à poissons. Or, dans la plupart des barrages déjà construits, si la réalisation d'une échelle à courant freiné continu ou à bassins successifs présente de gros inconvénients aux points de vue prix de revient et efficacité, l'aménagement d'une écluse doit y être relativement facile, et c'est pourquoi nous avons étudié ci-après un type d'écluse automatique pour petits barrages qui ne fait pas intervenir la force électrique et qui, submersible, peut être installée au milieu d'un barrage si l'appel du poisson semble devoir être meilleur en cet endroit.

II. — ÉTUDE D'UNE ÉCLUSE A POISSONS POUR BARRAGES DE PRISE D'EAU EXISTANTS

Pour les barrages de retenue, de grande hauteur et où il est très généralement facile de disposer de la force électrique, on ne peut que se reporter à l'exposé de MM. MURPHY et DOOGE sur l'écluse du barrage de LEIXLIP

(Institution of Civil Engineers of Ireland. Bull. Avril 1951 — 35, Dawson Street, Dublin), puisque cette écluse s'est révélée tout à fait efficace.

Cette écluse comporte essentiellement une cheminée pour l'entrée de l'eau et la sortie des poissons et une chambre inférieure pour l'entrée des poissons et leur stabulation dans l'attente de la fermeture et du remplissage de l'écluse. Elle a été réalisée sous de grandes dimensions, d'une part parce que le prix de revient de sa construction dans le corps même du barrage-poids de LEIXLIP était relativement insignifiant, et, d'autre part, pour éviter une trop grande agitation de l'eau dans la chambre inférieure, lorsque l'écluse était ouverte, et dans la cheminée elle-même, lorsque celle-ci se remplissait.

Pour un barrage de prise d'eau, dont la hauteur est toujours faible, point n'est besoin de recourir à la force électrique pour manœuvrer la vanne du bas de l'écluse. D'autre part, en faisant tomber l'eau verticalement ou suivant une rampe hélicoïdale dans l'écluse, on n'a pas à craindre de remous défavorables à l'entrée du poisson dans la chambre inférieure de l'écluse ouverte, ni une difficulté, pour ce poisson entré, à s'élever verticalement dans l'écluse pleine et pratiquement éclairée par son orifice amont, puisque les Saumons remontent en quelques minutes la cheminée de l'écluse de LEIXLIP qui est inclinée à 85% (40°) sur plus de vingt mètres de longueur.

Éléments constitutifs (Voir fig. pp. 105 et 107). — L'écluse comporte essentiellement :

1° Une cheminée verticale ménagée dans le barrage lui-même et débouchant dans le bief amont par un seuil, fixe ou mobile suivant que l'on doive considérer des variations importantes ou non du niveau du bief amont ;

2° Une chambre inférieure d'au moins 3 mètres de longueur et 1 m. 50 de hauteur qui, au besoin, débouche vers l'aval sur une petite volée type LACHADENÈDE inclinée à 25% pour le Saumon, ou type DENIL pouvant être inclinée jusqu'à 40% sur une faible longueur si la rivière n'est pas fréquentée par le Saumon. La longueur de cette échelle d'accès est commandée par les variations du niveau aval ;

3° Le débouché de la chambre inférieure a une hauteur de 40 à 60 centimètres seulement et il est obturable — *jamais parfaitement* — par une vanne secteur dont l'ouverture est commandée par un flotteur mobile dans un puits ;

4° Le puits de ce flotteur est alimenté par le déversement d'un bassin que nous appellerons B et qui joue l'office d'un « sablier ». D'autre part, la vidange de ce puits, qui, par abaissement du flotteur permet la fermeture de la vanne de l'écluse par son propre poids, est assurée par une soupape dont l'ouverture est commandée par l'abaissement d'un petit flotteur situé dans le fond du bassin B ;

5° Le bassin B alimenté par un débit q est muni d'une vidange capable d'un débit moyen égal à $2q$ dont le débouché extérieur est obturé automatiquement par la vanne secteur en même temps que l'écluse elle-même ;

6° La prise d'eau pour alimenter le bassin B et le puits est assurée par une tôle perforée constituant la partie déversante du seuil de l'écluse. Pour éviter que cette tôle à perforations allongées dans le sens du courant (4 mm. × 40 mm.) ne soit obturée par les corps flottants malgré le courant, elle est surmontée d'une grille fine à barreaux orientés dans le sens du courant et superposés aux lignes de perforation de la tôle.

Au cas où il n'y aurait pas lieu de prévoir un bassin B atteignant le niveau de la prise d'eau de l'écluse, un bassin détenteur D, muni d'un déversoir, devrait être interposé entre la prise d'eau du bassin B et le bassin B lui-même.

Fonctionnement du dispositif. — Supposant le bassin B en fin de vidange et l'écluse étant encore ouverte, le petit flotteur immergé dans B va s'abaisser et ouvrir la vidange du puits.

Le puits se vidangeant, la vanne secteur s'abaisse en fermant totalement la vidange du bassin B et partiellement l'écluse.

La fermeture de l'écluse ne doit être que partielle, car il est nécessaire qu'un courant descendant y soit maintenu lorsqu'elle est pleine, afin que le poisson puisse s'échapper de l'écluse en continuant sa remontée du courant.

Lorsque le bassin B est plein, il déverse dans le puits, et le flotteur de celui-ci se soulevant il ouvre simultanément l'écluse et la vidange du bassin B.

Le cycle est terminé.

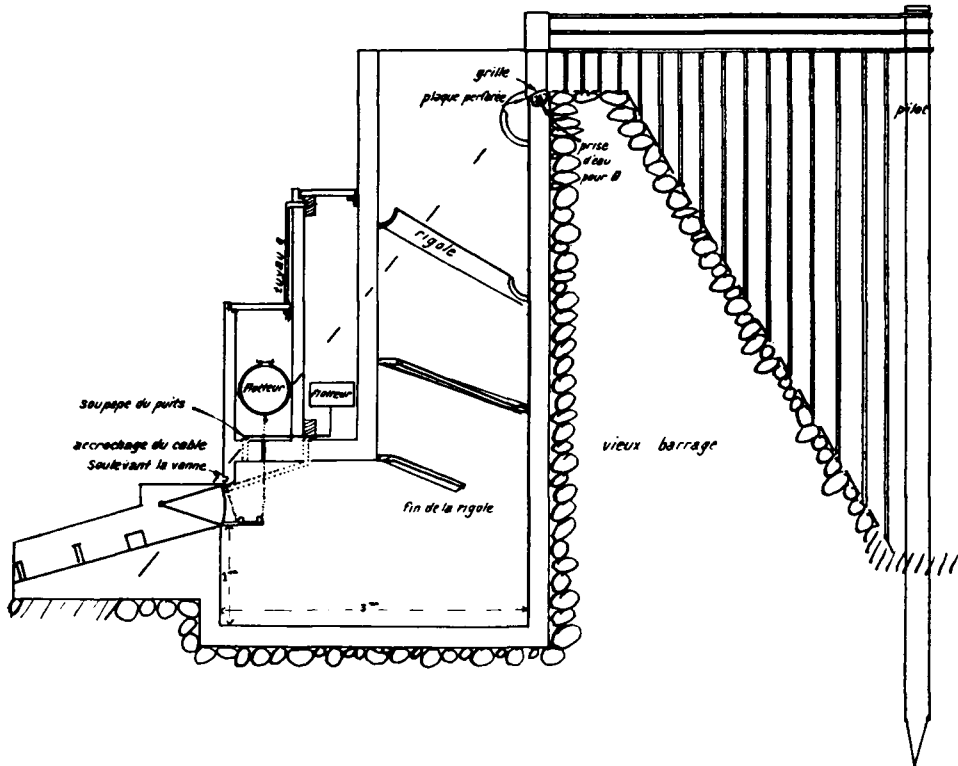
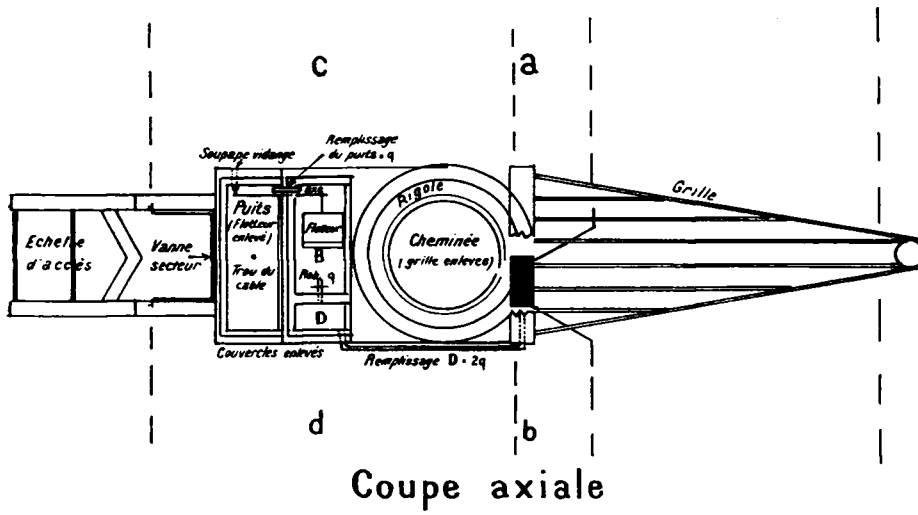
Le réglage de ce cycle est simple par le jeu des vannes-robinets commandant l'alimentation et la vidange du bassin B; cependant, il sera difficile à réaliser pour tenir compte au mieux du comportement des poissons vis-à-vis de l'écluse.

L'écluse étant, par hypothèse, peu élevée, il ne sera sans doute pas nécessaire de prévoir une durée « à plein » aussi longue qu'à LEIXLIP (quatre-vingt minutes); par contre, la durée « à vide » pourra être plus longue (cinquante-trois minutes) vu la rapidité du remplissage et l'inopportunité de fixer des cycles trop courts. En effet, l'ouverture de l'écluse provoque un trouble sans doute défavorable dans le courant d'appel de la passe, il faut donc ne pas le rendre trop fréquent. Les premiers essais, pourraient être faits avec un « plein » de 30' et un « vide » de 100 à 150'.

Aménagements accessoires. — 1° Pour les barrages de plusieurs mètres de hauteur et dont la configuration ne permettrait pas d'envisager une chambre inférieure de plus de 4 mètres de longueur, il serait à craindre que la chute de l'eau verticale dans la cheminée provoque des remous excessifs dans la chambre inférieure, qui est destinée à conserver les poissons appelés pendant toute l'ouverture de l'écluse. Pour obvier à cet inconvénient, il suffirait de dériver l'eau alimentant l'écluse, sitôt après son passage sur la grille de prise d'eau du bassin B, dans une rigole hélicoïdale ménagée sur la paroi de la cheminée circulaire. Rigole dont la pente de 100% au départ devrait s'atténuer jusqu'à 30 ou 20% au niveau d'eau de la chambre inférieure qu'elle devrait atteindre dans la

ÉCLUSE A POISSONS

PLAN ET ÉLEVATION



direction aval-amont, afin que le courant se brise sur la paroi amont de la chambre.

La pente et la section de cette rigole seraient à calculer en fonction du débit désiré dans l'écluse, compte tenu de ce que le courant peut y atteindre plusieurs mètres à la seconde, puisqu'il ne doit pas servir à la remontée du poisson et que les Tacons de descente, s'il doit y en avoir, peuvent supporter une très grande vitesse. La rigole peut, d'ailleurs, n'être plus qu'un bourrelet après un demi-tour dans la cheminée en raison de la force centrifuge.

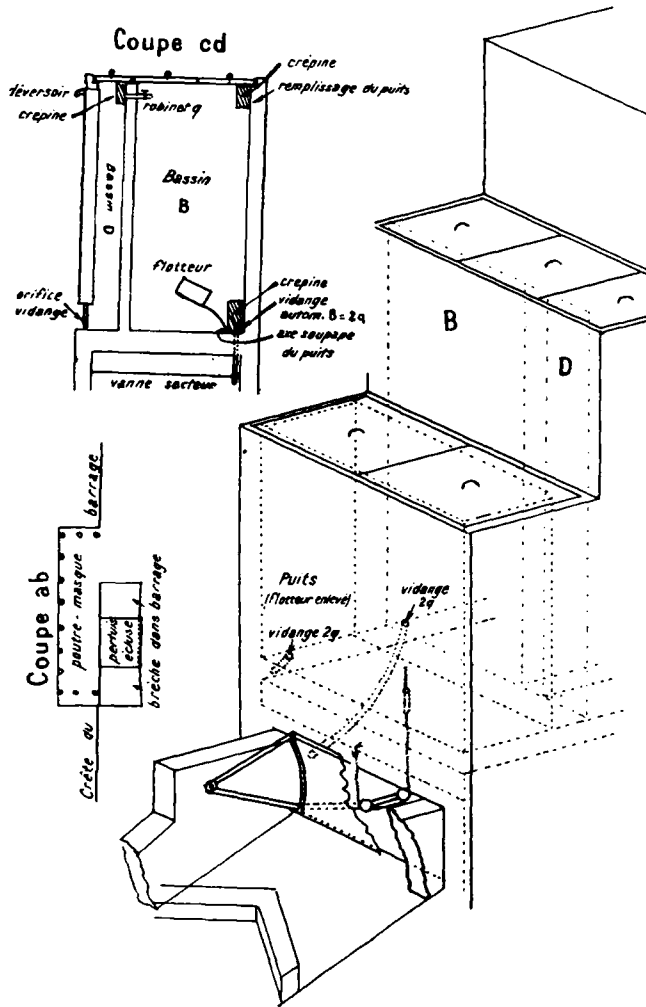
2° L'alimentation de l'écluse ouverte étant prévue, par exemple de 200 l/sec. par une brèche de 40 cm. × 50 cm. dans la crête du barrage lorsque l'eau affleure ladite crête, il peut être nécessaire de limiter l'accroissement de ce débit lorsque le niveau amont s'élève. Pour ce faire, il suffira de disposer une poutre en béton au-dessus du pertuis de l'écluse (cependant il faudra se garder de recouvrir le sommet de la cheminée autrement que par une large grille). La hauteur de cette poutre sera égale à l'épaisseur de la lame déversante sur la crête du barrage à partir de laquelle la crue est telle que l'écluse n'a plus besoin de fonctionner (à remarquer que tant que le niveau aval ne s'opposera pas à l'abaissement du flotteur dans le puits, l'écluse continuera à fonctionner, même si elle est recouverte par la lame déversante).

3° Le premier réducteur de vitesse du courant de la petite volée « Lachadenède » ou « Denil » faisant suite au débouché de la chambre inférieure sera constitué par une poutre de béton armé en chevron destinée à amortir, par giclage, le jet d'eau qui s'échappera au-dessous de la vanne secteur lorsque celle-ci sera dans la position fermée et, lorsque cette vanne s'ouvrira en évacuant l'écluse, à rejeter une partie de l'eau de part et d'autre de l'échelle pour atténuer l'augmentation de son débit à son pied.

4° Pour éviter simultanément le braconnage du poisson à sa sortie de l'écluse et l'entrée de corps flottants dans l'écluse, une grille très robuste, en forme de dièdre et à barreaux espacés de 20 centimètres, sera placée devant l'entrée de l'eau dans l'écluse. (La crête du dièdre pourra d'ailleurs être constituée par un pilot.) Ses barreaux seront verticaux depuis le fond du bief amont jusqu'à la cote d'arasement de déversoir, au-dessus ils seront horizontaux. Une grille, constituant le couvercle de la grille-dièdre et de la cheminée de l'écluse, sera constituée par des barreaux horizontaux orientés dans le sens du courant et espacés de 10 centimètres. Cette grille sera fixée de façon à ce que son enlèvement nécessite un long délai (pour éviter le braconnage).

5° Au cas où il y aurait lieu de prévoir le fonctionnement de l'écluse pour des niveaux amont inférieurs au niveau du déversoir, il faudrait un seuil mobile pour alimenter l'écluse. Celui-ci pourrait être assuré par un store de magasin en métal, scellé à sa partie inférieure, et dont les panneaux successifs ou le rouleau seraient soulevés par deux flotteurs latéraux, de façon à ce que l'épaisseur de la lame déversante, par dessus la crête du panneau supérieur ou du rouleau, soit constante.

DÉTAILS ET PERSPECTIVE



6° Pour éviter tout risque d'encrassement ou d'obstruction des vannes, ne serait-ce que par les poissons pouvant s'introduire et grossir dans les bassins, tout orifice ou tuyauterie sera précédé d'une crépine.

Mise en œuvre. — Ce type d'écluse à poissons peut être utilisé pour presque tous les barrages de prises d'eau, sauf ceux qui ont une très grande épaisseur (du genre « chaussée ») et qui, de ce fait, se prêtent mieux à l'installation d'une échelle à poissons à courant continu.

Nous avons considéré une écluse à cheminée verticale, mais si le fruit aval du barrage le permet, la cheminée peut être inclinée. Cependant, dans ce cas, le courant descendant causerait de grands remous s'il n'était pas canalisé et amorti dans une rigole hélicoïdale et, pour réaliser convenablement cette rigole, il faudrait que la cheminée ait une section ellipsoïdale.

Un autre moyen d'éviter les remous défavorables dans la chambre inférieure consisterait à situer cette chambre d'un côté ou de l'autre de la cheminée.

Enfin, dans le cas d'un barrage vertical et peu épais, l'écluse peut être située entièrement à son aval, celle-ci comportant deux chambres inférieures, l'une débouchant d'un côté et l'autre de l'autre par deux vannes secteurs commandées par un seul mécanisme : les poissons arrêtés par le barrage, soit d'un côté, soit de l'autre de l'écluse, seront finalement attirés par l'un des deux débits d'appel transversaux.
