LES ÉCHELLES A POISSONS DU SYSTÈME "DENIL" SUR LA MEUSE NAVIGABLE EN HOLLANDE ET EN BELGIQUE

Par M. SABATIER DE LACHADENÈDE

Conservateur des Eaux et Forêts, Chef de la Commission de pêche
et de pisciculture des bassins de la Garonne et de l'Adour.

Le Gouvernement néerlandais, en vue de la canalisation de la Meuse, a construit les barrages de navigation qui, en partant de la mer, sont ceux de Grave, d'Afferden, de Belfeld, de Ruremonde, de Linne et de Borgharen.

La Meuse étant un cours d'eau à saumon, le soin d'installer des échelles dans ces divers barrages fut confié à M. DENIL, Inspecteur général des Ponts et Chaussées belges.

En Belgique, à Liège-Moncins, le Gouvernement belge construit actuellement un barrage de navigation auquel sera adapté une échelle du système DENIL.

Nous avons visité ces divers ouvrages et nous avons pensé qu'il pouvait y avoir certain intérêt à faire connaître en France ce qui est fait à l'étranger, pour permettre au saumon de remonter vers ses frayères.

Les Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des Ecoles spéciales de Gand publiaient, en 1909, une étude sur les échelles hydrauliques appliquées à la canalisation et à la régularisation des rivières, par M. DENIL, alors Ingénieur principal des Ponts et Chaussées en Belgique.

Aux yeux de M. DENIL, l'échelle à Poisson ne représentait qu'une application particulière d'un problème hydraulique plus vaste et plus général.

Cet Ingénieur s'attacha d'abord à traiter le problème de l'échelle à Poissons en cherchant les formes les plus efficaces et pouvant se réaliser le plus simplement possible.

Ensuite, le maintien du fonctionnement de l'échelle, en dépit des variations du niveau du bief d'amont, attira tout spécialement son attention.

Avec les données publiées par les Annales, nous allons essayer de suivre l'auteur dans ses études et d'indiquer les résultats dont on peut voir les applications dans les barrages énumérés ci-dessus.

Pour la compréhension de ce qui va suivre, il est nécessaire tout d'abord de donner quelques indications préliminaires.

Quand de l'eau coule dans un couloir rectangulaire, en pente régulière, l'écoulement se fait, dans son ensemble, en mouvement uniforme.

Le frottement des parois absorbe, au fur et à mesure, la force vive de la chute. Ce frottement est d'autant plus considérable que la paroi est plus rugueuse.

Ceci dit, M. DENIL a pris une conduite rectangulaire et a essayé d'y développer une rugosité aussi considérable que possible en ménageant, dans les parois et dans le fond, des saillies droites, sorte de moulures transversales formant un dièdre à angle aigu dont l'ouverture est tournée vers l'amont. La forme de ces moulures était telle que les filets liquides qui les frappaient, rebroussaient chemin et freinaient les autres filets liquides qui avalaient.

Des recherches expérimentales ont été entreprises par M. DENIL pour déterminer la plus haute rugosité. Ces recherches ont conduit à donner aux moulures une forme spécialement inclinée et étudiée pour dériver le liquide le plus latéralement possible.

Les moulures du fond du couloir ont pris ainsi une disposition chevronnée qui, essayée concurremment avec d'autres, a donné une valeur de rugosité exceptionnelle.

C'est ainsi, qu'à l'origine, dans les premières échelles, la vitesse du mouvement uniforme de l'eau avait une valeur de 3^m 12 et qu'après amélioration par l'étude de nouveaux dispositifs, facilitant l'accès de l'eau du fond vers les parois et assurant la possibilité du dégorgement du liquide au sommet des moulures verticales, la vitesse de régime est descendue à 2^m 42.

Avec une pente de 0^m 30 à 0^m 35 par mètre, on peut fixer le débit de ces échelles à 100 litres-seconde par décimètre de largeur. C'est ainsi que, pour des échelles de 0^m 60 de largeur, le débit est d'environ 600 litres-seconde.

Il y a lieu d'observer que, le mouvement uniforme étant réalisé dans ces échelles, la résistance que le courant opposera aux poissons n'augmentera pas avec la valeur de la chute.

Si donc l'échelle est établie de telle façon qu'elle n'exige que l'effort normal dont le Poisson est capable d'une manière continue en nageant, cette échelle pourra être allongée indéfiniment et s'appliquer, d'un seul jet, aux plus hautes chutes d'eau.

Une échelle construite sur ces données et expérimentée au barrage d'Angleur a pu, au bout d'un mois, vider le bief aval de tous les Saumons qui attendaient nombreux au pied du barrage infranchissable.

Telle était la situation, lorsque M. l'Ingénieur DENIL organisa à Bruxelles, en 1914, une installation expérimentale hydrotechnique pour approfondir l'étude de la question.

La guerre survint, les Allemands détruisirent le laboratoire.

En 1920, une nouvelle installation fut créée et, de 1920 à 1925, l'étude du problème fut poussée plus en avant.

Dans les nouvelles échelles construites à la suite de ces études, la destruction de la force vive de l'eau fut trouvée bien supérieure à ce qu'elle était en 1909.

Il est très regrettable que M. DENIL n'ait pas publié le résultat de ses études. Celles-ci ont cependant trouvé une application dans les échelles à Poissons construites sur la Meuse, à la demande du Gouvernement néerlandais, dans les barrages mentionnés ci-dessus.

C'est par la description de ces installations, que nous allons essayer de donner une idée des nouvelles échelles DENIL et des résultats qu'elles peuvent fournir.

Si on examine les diverses échelles des barrages sur la Meuse, on voit qu'il est possible de les classer en échelles de rive et échelles de pile.

Le nom indique assez que les premières sont placées dans la rive du fleuve, les secondes dans l'une des piles du barrage.

Echelles de rive :

Si nous considérons l'échelle de rive de Ruremonde, nous constatons qu'elle est formée d'un couloir rectangulaire en tôle de 1^m 95 de large et de 0^m 48 de profondeur. Au milieu est une cloison de 0^m 48 de hauteur posée dans le sens de la longueur et qui partage l'échelle en deux couloirs symétriques de 0^m 972 de large.

Sur cette cloison, sur chacun des côtés du couloir et sur le fond de ce couloir sont rivées des sortes d'aubes faites en tôle cintrée et inclinées à 45° sur le fond du couloir.

Si l'on considère un filet liquide avalant sur l'élément amortisseur AB de l'un des couloirs, ce filet sera obligé de cheminer d'abord suivant la courbure de l'amortisseur, puis perpendiculairement au sens général de l'eau avalante, puis enfin en sens inverse de cette eau (Fig. 22).

Le même phénomène se produira contre l'élément amortisseur A'B' de l'autre couloir symétrique.

Ces éléments étant, de plus, inclinés à 45° sur le fond, les filets liquides qui suivront le fond auront, en outre, un mouvement de retour sur eux-mêmes d'aval en amont.

Cette échelle métallique est noyée dans la maçonnerie et de chaque côté s'élèvent des murs de 2 mètres environ de hauteur.

Dans l'ensemble, tous les filets liquides qui constitueront le faisceau d'eau avalante se trouveront avoir une vitesse assez grande sur les bords de l'échelle, alors qu'au milieu de celle-ci il y aura un faisceau de filets à allure plus ralentie.

La figure 24 donne une idée très nette de ce phénomène.

Au milieu de l'échelle de rive se trouvera donc un courant d'eau d'environ 80 centimètres de largeur, animé, du bief amont au bief aval, d'une

vitesse très réduite dont nous ne connaissons pas la valeur exacte, mais que nous évaluons à $1^m\ 50$ à la seconde.

Le Poisson prendra tout naturellement cette voie qu'il franchira sans difficulté, sa vitesse de nage étant supérieure.

Toutes ces échelles de rive ont les mêmes caractéristiques. Elles ont 20 à 22 mètres de longueur, une pente de $0^m\ 25$ par mètre, les amortisseurs sont distants les uns des autres d'environ $0^m\ 80$.

Dans ces échelles, les filets liquides sont convergents, c'est-à-dire vont des bords vers l'axe de l'échelle.

FIG. 22. — Echelle de rive.

FIG. 23. — Echelle de pile.

Echelles de pile :

Au barrage de Ruremonde se trouve une échelle de pile que nous allons prendre comme type de notre description.

Un couloir rectangulaire en tôle, de $1^m\ 45$ de largeur et de $0^m\ 45$ de profondeur, est partagé dans son milieu, dans le sens de la longueur, par une cloison en tôle de $0^m\ 45$ de hauteur de telle sorte que cette cloison est un plan de symétrie. Comme dans l'échelle précédente, les amortisseurs en tôle, inclinés à 45° sur le fond, viennent s'appuyer sur la cloison et sur les deux bords du couloir.

Mais, contrairement à l'échelle précédente, ces amortisseurs ont leur grande courbure appuyée sur la cloison, alors que la partie perpendiculaire est rivée sur les côtés.

Si l'on considère le filet liquide qui vient frapper l'amortisseur AB, ce filet suivra la courbure, puis marchera perpendiculairement au sens du courant avalant pour enfin remonter sur le côté de l'échelle (Fig. 23).

Le même mouvement se fera sur l'amortisseur symétrique.

Comme ces amortisseurs sont inclinés à 45° sur le fond, l'eau avalante aura une tendance à rebrousser chemin d'aval en amont.

Toute cette échelle est également noyée dans la maçonnerie avec des murs de 2 mètres environ de chaque côté.

Dans son ensemble, l'eau prendra un mouvement assez rapidement descendant dans le milieu de l'échelle, alors que sur les bords l'eau sera vomie de bas en haut et retombera presque entièrement amortie. Les filets liquides sont ici divergents et vont de l'axe de l'échelle vers les bords.

FIG. 24. — Echelle de rive.

FIG. 25. — Echelle de pile.

La figure 25 donne une idée assez nette du phénomène, bien que cette photographie représente un type d'échelle que nous décrirons plus loin et sensiblement différent.

Au milieu de l'échelle de pile se trouvera donc un courant assez rapidement descendant, de 0^m 60 de largeur environ et, sur chaque bord, un courant lentement descendant de 0^m 40 à 0^m 45 de largeur.

Une échelle, soit de pile, soit de rive, est établie pour fonctionner avec un niveau d'eau amont sensiblement constant. Quand ce niveau amont monte, l'échelle est noyée, le courant y est alors trop fort. Quand le niveau amont baisse, l'échelle n'a plus assez d'eau pour fonctionner. D'où la nécessité de ménager, à l'entrée de l'échelle, une vanne de réglage pour limiter l'accès de l'eau ou pour l'augmenter, suivant le cas.

Ce vannage, outre qu'il est assujettissant, offre de sérieux inconvénients.

M. DENIL a fait des recherches pour que l'échelle fonctionne automatiquement malgré des variations de niveau des eaux du bief amont.

Il a été amené à créer ainsi un type d'échelle que l'on peut voir à Linne et dont voici la description.

Cette échelle (Fig. 26) se compose d'un couloir rectangulaire en tôle de $1^{\text{m}} 40$ de largeur et de $1^{\text{m}} 90$ de profondeur. Ce couloir est partagé dans le sens de la longueur par une cloison de $0^{\text{m}} 20$ de hauteur qui est le plan de symétrie.

Chacun de ces couloirs de $0^{\text{m}} 70$ de largeur est, à son tour, partagé en deux couloirs de $0^{\text{m}} 35$ de largeur.

Contre la cloison du milieu et sur le fond, on a rivé des amortisseurs AB

FIG. 26. — Echelle à fonctionnement automatique.

en forme de soc de charrue et qui font 25° environ avec la paroi médiane. Ces socs ont $0^{\text{m}} 20$ de hauteur.

Ils se continuent vers le bord du couloir par des tôles verticales rivées aux côtés de l'échelle et formant, avec ceux-ci, des angles de 45° . Ces tôles ont $1^{\text{m}} 90$ de hauteur, c'est-à-dire comprennent toute la profondeur de l'échelle.

Si on considère un filet liquide avalant, celui-ci rencontrera l'amortisseur en forme de soc qui le rejettera vers le bord de l'échelle, et lui fera prendre une direction ascendante dans le dièdre BC. Mais les amortisseurs AB ont $0^{\text{m}} 20$ de hauteur, les filets de la lame d'eau qui seront au-dessus du soc rentreront dans l'angle formé par la tôle à 45° BC, rebrousseront chemin avec les filets liquides déviés par les amortisseurs AB pour finalement venir freiner l'ensemble du liquide avalant.

Si le niveau amont monte, ces saillies, qui s'élèvent à $1^{\text{m}} 90$ du fond de l'échelle, continueront à jouer leur rôle amortisseur tant que le niveau amont ne dépassera pas ces $1^{\text{m}} 90$.

On a donc là une échelle qui peut continuer à fonctionner avec des variations de niveau considérables, allant de la cote $0^{\text{m}} 90$ à la cote $1^{\text{m}} 90$.

Des dispositifs de ce genre ont été adaptés aux échelles du barrage d'Angleur (fig. 27).

L'échelle A comprend 6 éléments amortisseurs du genre décrit ci-dessus. Elle a pour mission de ralentir l'eau si le niveau amont venait à monter et de maintenir constant le niveau du bassin de repos d'où part l'échelle ordinaire B qui met en relation ce bassin de repos avec le bief aval. De chaque côté du bassin de repos sont de petits déversoirs qui servent de trop-plein et maintiennent ainsi dans ces bassins le niveau absolument constant.

Afin de connaître si ces diverses échelles donnaient satisfaction, on s'est adressé aux Poissons eux-mêmes pour savoir s'ils trouvaient le dispositif de franchissement à leur convenance.

Fig. 27. — Echelle d'Angleur.

On a donc procédé à des contrôles à l'aide de nasses placées à la sortie des échelles (voir figure 23).

Les contrôles ont porté sur l'échelle de rive de Ruremonde.

Il n'y a malheureusement pas été fait de contrôle pour les échelles de pile. De plus, les contrôles effectués paraissent insuffisants.

Ils n'ont été faits qu'en Mai 1928 et en Mars-Avril-Mai 1930 ; or le Saumon n'a pas de montées absolument régulières. Il faudrait donc des contrôles s'étendant sur un plus grand laps de temps.

Le barrage de Ruremonde n'est pas le premier en venant de la mer. Il y a ceux de Grave, d'Afferden et de Belfeld et on ne sait exactement ce que ces trois barrages laissent passer en Saumon.

On croit même que le barrage de Grave, qui n'a qu'une échelle de pile, ne laisse passer que peu de Saumons.

On peut donc craindre que les conclusions tirées des contrôles effectués ne soient incertaines.

Ces contrôles indiqueraient, en effet, que le Saumon ne passe pas volontiers, puisqu'il n'a été constaté que le passage de 3 Saumons. Par contre, en Mai 1928, il est passé 184 Poissons divers et en Mars-Avril et Mai 1930 il en est passé 3.537.

FIG. 28. — Barrage d'Angleur.

FIG. 29. — Barrage de Borgharen.

Et cependant, le 29 Septembre 1930, M. VAN BAREN, inspecteur des Pêcheries Hollandaises à La Haye, a bien voulu nous faire connaître qu'aux alentours du 20 Septembre, de nombreux Saumons avaient été pris à la nasse du contrôle. Cela semblerait bien indiquer que les premiers contrôles de 1928 et 1930 sont réellement insuffisants et que les échelles sont meilleures que ce que des expériences trop incomplètes pourraient laisser croire.

D'ailleurs, de ce faible rendement des échelles en ce qui concerne le Saumon, il faut rapprocher une observation qui a été faite depuis 1924. On a constaté, en effet, un amoindrissement sérieux dans le produit de la pêche du Saumon dans la Meuse, de telle sorte qu'il est permis de penser que si les échelles débitent peu, c'est que le Saumon est devenu rare.

Ces échelles n'échappent d'ailleurs pas à certaines critiques que l'on peut adresser aux échelles en général.

L'échelle a, en effet, pour but et pour résultat d'amortir l'eau, afin de permettre au Poisson de passer du bief aval au bief amont sans un effort excessif.

Mais, en amortissant le courant, on fait aussi disparaître cet appel de l'eau qui serait nécessaire au Saumon pour trouver l'entrée de l'échelle. Le mieux deviendrait-il alors l'ennemi du bien ?

L'échelle de pile est enchâssée dans une des piles du barrage, de telle sorte que la sortie de l'échelle a, à sa droite et à sa gauche, des courants rapides dans lesquels le Saumon ne peut se maintenir facilement.

L'entrée de cette échelle paraît donc devoir être difficile à trouver pour le Saumon.

L'échelle de rive, au contraire, a son pied dans une zone relativement calme, les rugosités du rivage ralentissant la vitesse de l'eau. Il s'ensuit que le Saumon, que certains disent partisan probable du moindre effort, recherchera ces régions calmes et trouvera ainsi plus facilement l'entrée de l'échelle. Il semble que cette manière de voir soit confirmée par des observations de pêcheurs locaux.

Dans les échelles de rive, les filets d'eau sont convergents ; dans les échelles de pile, ils sont divergents.

Nous ignorons les raisons qui ont fait adopter par M. DENIL l'un de ces systèmes pour un genre d'échelle, réservant l'autre système à l'autre genre.

Il semble que le système convergent est préférable. Les Poissons, passant en effet dans les filets liquides les plus ralentis, se sentiront probablement plus en sécurité dans l'axe de l'échelle que sur les côtés.

L'absence de contrôle des échelles à pile ne permet pas de se prononcer sur les préférences du Poisson.

Enfin, ces nouvelles échelles DENIL sont d'un prix élevé. Il faut entre-

voir une dépense de l'ordre de 200.000 francs au moins pour chaque genre d'échelle.

En résumé, nous reconnaissons que les nouvelles échelles DENIL sont, au moins du point de vue hydraulique, en sérieux progrès sur celles de 1909. Nous souhaiterions cependant voir un contrôle prolongé être entrepris, tant sur les échelles de pile que sur celles de rive et cela dans les barrages les plus près de la mer, celui de Grave en particulier.

N'oublions pas, en effet, que, déjà en 1909, les échelles d'Angleur avaient vidé le bief aval de tous les Saumons qui stationnaient au pied du barrage.

Nous ne voulons pas terminer cet exposé sans adresser nos sincères remerciements, tant à M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées VOLKER, qu'à M. l'Inspecteur des Pêcheries VAN BAREN qui, tous deux, se sont mis à notre disposition et nous ont fourni tous les éléments de notre étude avec une amabilité inlassable.

LA SÉPARATION DE L'HALIEUTIQUE ET DE L'HYDRAULIQUE

(Arrêt de Cassation du 14 Novembre 1930)

Par M. DE DROUIN DE BOUVILLE

À l'occasion de poursuites intentées contre un propriétaire d'étang, un arrêt a été récemment rendu, par la Cour suprême, qui marque une étape de la jurisprudence en matière de pêche fluviale. L'indépendance de son statut légal est proclamée ou, tout au moins, le relâchement considérable des liens d'interdépendance avec celui du régime des eaux.

C'est dire l'importance de la décision et qu'elle est grosse de conséquences. Néanmoins, elle n'apporte pas, comme on l'attendait, et comme, à première vue, on serait tenté de le croire, une solution au problème si discuté des étangs traversés par un cours d'eau. Elle ne mettra pas fin aux débats de doctrine que soulève l'interprétation de la loi du 18 Juin 1923 sur les fonds d'eau aménagés en enclos ; il ne semble même pas qu'elle les doive orienter.

Ceci tient à ce que le cas qui vient d'être tranché était tout à fait spécial.

L'étang dont le propriétaire : M. GUSTMOZ, a été, le 17 juin 1925, gratifié d'un procès-verbal, pour pêche avec engin prohibé, est situé sur le territoire de Condenans-Monthy, dans le département du Doubs. Il constitue la retenue d'un moulin et est alimenté par une source vauclusienne jaillissant à peu de distance de sa queue. Au pied du déversoir, et à deux