NOUVEAUX DISPOSITIFS POUR INTERDIRE AUX POISSONS L'ACCÈS DES DÉRIVATIONS HYDRAULIQUES

Par M. C. GILLOIS

Conservateur des Eaux et Forêts en retraite,

et M. DE DROUIN DE BOUVILLE

Inspecteur principal des Eaux et Forêts en retraite.

Lorsque les Poissons qui, pour une cause ou une autre, dévalent un cours d'eau, abandonnant la coulière pour s'engager dans une dérivation, ils courent des risques plus ou moins graves.

Dans les rigoles d'irrigation leur perte est quasi fatale ; une fois parvenus aux artérioles du réseau, ils y restent à sec quand le courant d'abreuvement est interrompu. Et s'il s'agit de canaux usiniers, c'est le passage par les coursiers des roues ou les distributeurs des turbines.

A s'en référer à de récents travaux, cette traversée des récepteurs hydrauliques serait moins dangereuse qu'on ne l'imagine. Les recherches de MM. LUNDBECK (1), SCHMASSMANN (2), KREITMANN (3) ont montré que, sauf pour l'Anguille, le sectionnement était plutôt l'exception que la règle (4). Des expériences d'une Commission d'experts badois et suisses, il résulte qu'à l'usine d'Augst, sur le Rhin, en amont de Bâle, ont pu sortir sans lésions, d'une turbine « Francis » de 1 m. 50 de diamètre, virant à 107 tours par minute et développant 1.250 chevaux-vapeur : un Barbeau de 38 centimètres, une Brème de 20 cm. 1/2, un Chevaie de 31 cm. 1/2, un Chondrostome de 29 cm. 1/2 et un Rotengle de 22 cm. 1/2. D'autre part, des Truites arc-en-ciel ont été capturées dans la rivière d'Ain, en aval de l'usine de Marignier (Jura) qui, provenant certainement d'un repeuplement effectué dans le lac Chalain, avaient, en conséquence, dû passer par la turbine. Le calcul a montré que cette dernière pouvait ne pas porter préjudice à des spécimens de 56 centimètres de longueur et que, sur

(1) *Untersuchungen über die Beschädigung von Fischen, besonders Aalen, in den Turbinen des Kraftwerks Friedland.* — *Zeitschrift für Fischerei*. Neumann, Neudamm, XXV, 3, 1927.

(2) *Versuche über die Beschädigung von Fischen durch Turbinen.* — *Schweizerische Fischerei Zeitung*, Berne, XXXVI, 11 Novembre 1928.

(3) Le franchissement des installations hydroélectriques par le Poisson ; — *Annales du Ministère de l'Agriculture*, Paris, Imprimerie nationale. Fas. LVIII, p. 65, 1930.

(4) Voir *Bulletin*, Juin 1929, p. 298.

100 sujets de 10 centimètres, 93 devaient la franchir sans dommage. (1)

Mentionnons, en outre, la démonstration faite par M. KREITMANN que le Poisson est extraordinairement résistant aux chocs physiologiques provoqués par des variations brusques de pression ; il subit, sans paraître incommodé, en présence de l'air, des détentés de l'ordre de 20 atmosphères.

Il n'en reste pas moins que la traversée d'une turbine est toujours fatale aux Poissons dépassant une certaine dimension, variable avec les caractéristiques de la machine, et, qu'au-dessous, il est d'autant plus exposé à coïncement entre une aube directrice et une autre réceptrice que sa longueur est plus grande.

On conçoit donc la nécessité d'interdire, aux Poissons, l'accès des dérivations quelles qu'elles soient.

Il semble qu'on les doive retenir facilement par l'installation, aux prises d'eau, de grilles ou de grillages. Le malheur est que les obstacles de ce genre, si ingénieusement agencés que soient certains d'entre eux, provoquent un remous qui va s'accroissant au fur et à mesure qu'ils sont davantage obstrués par les herbes flottantes, les détritiques charriés, etc. Dans ces conditions, il y a réduction du débit emprunté et, surtout, réduction sujette à variations fort amples et par là fort gênante. On y remédie, dans une certaine mesure, par des nettoyages fréquents ; mais ils sont toujours onéreux et volontiers difficiles.

Il était désirable qu'on trouvât autre chose et le problème, qui ne laissait pas d'être ardu, consistait à arrêter le Poisson sans faire obstacle au courant. On doit, aujourd'hui, le considérer comme résolu, grâce aux recherches poursuivies ces dernières années aux États-Unis et dont les comptes rendus ont été récemment publiés par M. Elmer HIGGINS (2), chargé du service des recherches scientifiques au *Bureau of Fisheries* de Washington (D. C.).

Depuis longtemps, dans les États du Nord-Ouest, on se plaignait des destructions massives de saumoneaux (3) descendant à la mer dans les dérivations établies pour les besoins de l'agriculture ou de l'industrie. D'au-

(1) La longueur maxima L du Poisson qui peut traverser une turbine sans être lésé est donnée par la formule ci-après, établie par M. KREITMANN.

$$L = 2 \pi r \frac{V^0}{V} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n'} \right)$$

r : rayon de la circonférence extérieure du rotor ; — V^0 : vitesse d'introduction de l'eau dans la couronne mobile ou rotor ; — V : vitesse d'entraînement de cette couronne à sa circonférence extérieure ; — n : nombre d'aubes de cette couronne ; — n' : nombre d'aubes du distributeur ou stator.

(2) Elmer HIGGINS. — *Progress in biological inquiries*, 1928 ; — Annexe X au *Report of Commissioner of Fisheries for the fiscal year 1929*, p. 648. — Washington, 1930.

Progress in biological inquiries, 1929 ; — Annexe XV au *Report of Commissioner of Fisheries for the fiscal year 1930*, p. 1096. — Washington, 1931.

(3) Il s'agit de jeunes sujets de Saumons du Pacifique (genre *Oncorhynchus*) ou de la Truite tête d'acier ou *Steelhead* (*Salmo Gairdneri* Richardson), qui semble être à l'Arc-en-ciel ce qu'est notre Truite de mer à la Truite commune.

tres Poissons, effectuant ces déplacements saisonniers dont sont coutumières beaucoup d'espèces, périssaient aussi en plus ou moins grande abondance.

La situation devenant critique, une conférence d'agents des Services de pêche du Gouvernement fédéral et des États d'Idaho, Montana, Oregon et Washington, avec participation de représentants des intérêts commerciaux et sportifs, eut lieu en Janvier 1928, à Yakima. Les délibérations aboutirent à la création d'un groupement : *Western Food and Game Fishes Protective Association* qui se proposa, comme objectif immédiat, l'amendement de certains projets d'irrigation suscitant, du point de vue piscicole, de sérieuses appréhensions.

Des délégués se rendirent aussitôt à Washington et réussirent à obtenir du 70^e Congrès, alors en session, le vote de la loi ci-après : (*An act to provide for the Conservation of Fish and other purposes*).

« Il est décidé par le Sénat et la Chambre des Représentants des États-Unis d'Amérique, assemblés en Congrès, que le ministère du Commerce est, par les présentes, autorisé à étudier, rechercher et déterminer les meilleurs moyens ou procédés pour prévenir la destruction du Poisson occasionnée par les dérivations, canaux et autres ouvrages construits ou entretenus par les États-Unis ; à cette fin sont autorisées, par les présentes, les dépenses nécessaires jusqu'à un montant de 25.000 dollars (637.500 fr.) à prélever sur les ressources du Trésor n'ayant pas reçu d'autre affectation ».

M. Shirley BAKER, Ingénieur Conseil à San Francisco, fut alors proposé aux recherches par le *Bureau of Fisheries*, et prit comme collaborateur M. U. B. GILROY, Ingénieur civil.

Le 20 Juin 1928, M. Henry O'MALLEY, directeur du Service fédéral des pêches, présidait à Portland (Oregon) une réunion de tous les intéressés pour arrêter le programme des investigations.

Durant les cinq mois qui suivirent, les experts procédèrent sur place à l'examen de tous les types de grilles (1) préalablement essayés, prirent connaissance des nombreux projets ou modèles qui avaient été soumis aux divers services officiels, consultèrent enfin toute la littérature sur la matière.

Le 30 Novembre 1929, MM. BAKER et GILROY déposèrent un rapport préliminaire et le 22 Janvier 1930 leur rapport d'ensemble pour la période 1928-1929 (2).

On voit que leur activité fut digne d'éloges.

La conclusion formulée au terme de l'enquête est que, pour toutes les

(1) L'enquête porta également sur les échelles ou élévateurs à Poissons et aboutit aux conclusions résumées par une lettre de l'U. S. Bureau of Fisheries, publiée par le *Bulletin* d'Août 1930, p. 41.

(2) Nous devons à l'obligeance de M. O'MALLEY, *Commissioner of Fisheries*, la communication de ces deux documents et le prions de trouver ici l'expression de notre meilleure gratitude.

canalisations, agricoles ou industrielles, on peut maintenant s'opposer au dévalage des Poissons, de manière efficace et économique, sans entraver l'écoulement de l'eau. Lorsque ces canalisations sont de médiocre largeur (irrigation), on utilise les dispositifs mécaniques d'arrêt (*mechanical fish screens*) ; quand elles ont un débit relativement important (force motrice), on a recours aux dispositifs électriques (*electric fish screens*).

Le mieux est, dans tous les cas, d'intercepter la descente du Poisson à l'origine même des dérivation, ce qui dispense d'avoir à barrer leurs ramifications par de multiples ouvrages.

Ce principe général posé, voyons comment, pour l'un et l'autre procédé, sont actuellement mises au point les installations *standard*.

I. — Appareils mécaniques

Après avoir examiné une dizaine de prises d'eau pour l'hydraulique agricole dans les Etats de Montana, Oregon et Washington, MM. BAKER et GILROY furent amenés à condamner sans appel toutes les grilles fixes, soit horizontales, soit verticales, avec ou sans vannettes. Quel que soit leur agencement, elles s'obstruent toujours plus ou moins vite et, par suite, ne sont pas pratiques.

Le seul moyen d'éviter cet inconvénient grave est l'emploi de grillages tournants (*revolving screens*), constitués par un tambour en treillis métallique, mobile autour d'un axe horizontal, qui, battant à contresens le courant à l'origine de la dérivation, fait rebrousser chemin aux Poissons qui le viennent heurter. Par contre, les feuilles, herbes et autres débris charriés, sont entraînés par le cylindre dans son mouvement de rotation et transbordés d'amont en aval. Le flot, après les avoir plaqués contre les mailles au début de leur course circulaire, les détache au moment où elle s'achève ; ainsi le nettoyage est-il automatique ; l'écoulement de l'eau n'est jamais entravé.

Des observations faites par les experts sur les diverses installations visitées, il se déduit que l'efficacité du système est subordonnée aux conditions suivantes :

1. — L'appareil doit être suffisamment robuste, convenablement logé et mû par le courant de la dérivation qu'il intercepte ;
2. — Aucun jeu n'est admissible entre le grillage mobile et le fond ou les parois de son coursier ;
3. — Les mailles seront assez fines pour retenir les Poissons les plus petits ;
4. — Une herse rustique est requise, à l'amont du tambour, pour le préserver du choc des corps flottants ou en suspension de quelque importance ;
5. — Une rigole de raccordement bien tracée reliera la tête de l'installation à la rivière fournissant l'eau, pour que puissent la regagner aisément les Poissons arrêtés par l'obstacle.

En formulant ces règles fondamentales, les techniciens de l'*U. S. Bureau of Fisheries* n'ont fait, comme ils le signalent eux-mêmes, que dégager,

en les précisant, celles suivies depuis 1921 par l'*Oregon Game Commission*. A l'époque où commença leur mission, il y avait sept ans déjà qu'avaient été imaginés et mis en service, par l'organisme en question, les premiers *mechanical fish screens*. Des perfectionnements successifs furent, par la suite, apportés aux appareils, dont le modèle le plus recommandable était, au témoignage de MM. BAKER et GILROY, celui de *Savage Rapids Dam* (*Grants Pass Irrigation District*), sur la *Rogue river*, fleuve côtier se jetant dans le Pacifique un peu au sud du Cap Blanco. Construit en 1924, moyennant une dépense de 300 dollars (16.500 fr.) environ, le modèle en question avait donné et donnait encore toute satisfaction.

Presque en même temps que dans l'Orégon le système du barrage mobile fut adopté dans l'Etat voisin de Washington, sur l'initiative de M. C.-A. COBB, Surintendant de la *Yakima Valley Water Company*, auquel on doit l'utile amélioration que constitue le canal de raccordement, grâce auquel les Poissons arrêtés dans leur descente ont toutes facilités pour retourner au cours d'eau d'où ils viennent.

Ces brèves indications données sur la genèse des grillages tournants, on sera complètement renseigné sur leur compte par la description d'une installation conforme aux principes posés par les spécialistes.

La plus moderne est celle du canal Ahtanum (bassin de la Columbia), dans la Réserve indienne de Yakima, à 27 kilomètres environ au sud de la localité de même nom (Etat de Washington). Le projet, établi par MM. BAKER et GILROY, avec la collaboration de M. W.-R. COLOMAN, Surintendant de l'*Oregon Game Commission*, a été, en effet, exécuté au début de 1930.

Le volume d'eau dérivé est sujet à très larges fluctuations, car s'il atteint 2.225 litres-seconde au commencement de la saison d'irrigation, il tombe à 140 l.-s. vers la fin.

Dans ces conditions, et en prévision d'une extension ultérieure des surfaces à abreuver, on a placé, côte à côte, deux appareils identiques. Selon les besoins on met en marche un seul d'entre eux ou la paire.

Les circonstances topographiques ont amené à placer les *mechanical screens* à 300 mètres au-dessous de la prise d'eau dans l'*Ahtanum creek*, sur un canal d'adduction de 4 mètres de largeur moyenne et 1 m. 20 de profondeur maxima.

Le plan et la photogravure ci-après (Fig. 18 et 19) expliquent les détails de l'installation. Il suffit, ce semble, de compléter l'information visuelle par quelques précisions et données numériques.

Les dimensions extrêmes de l'ensemble de la construction sont : dans le sens du courant : 7 M. 32 ; transversalement : 7 M. 72 ; en élévation : 1 M. 22. Le coursier a, au total, 4 M. 88 de largeur, mais une murette le divise, longitudinalement, en deux couloirs semblables, ayant 2 M. 34 entre parois.

Sur la gauche, à 90 centimètres de la tête de l'ouvrage, s'échancre, sur toute la hauteur, l'ouverture rectangulaire de la rigole de raccordement, large de 45 cm.

FIG. 18. — Plan et coupes du grillage tournant d'Ahtanum (Etat de Washington). - Echelle : 1/24,4.

Au flanc droit s'accroche la fosse des transmissions, dont le vide intérieur mesure, en plan, 4 M. 35 sur 61 cm.

L'épaisseur du béton est de 15 centimètres pour le radier et les parois de la fosse latérale, de 20 centimètres pour toutes autres parties en élévation.

Des rainures verticales, de 5 cm. sur 5 cm., à l'origine de la rigole de raccordement et en avant des grillages tournants et des roues à palettes les actionnant forment les glissières de vannettes servant à arrêter l'eau ou à en régler le débit.

Devant chacun des couloirs s'interpose une herse inclinée à 53° sur l'ho-

Fig. 19. — Grillages tournants d'Ahtanum. — Vue d'aval (1).

rizontale ; elle est formée de 9 barreaux de bois de 5 cm. sur 10 cm., espacés de 23 cm. $1/2$, s'assemblant dans une tête de même équarrissage et une semelle de 10 cm. sur 15 cm. ; ces deux traverses sont situées respectivement, à peu de chose près, dans le prolongement des murettes aval et amont de la rigole de raccordement.

A 2 M. 70 environ de l'entrée du coursier une entaille dans les parois et la cloison séparative, large de 20 cm., profonde de 92 cm., marque l'emplacement de l'axe en fer rond de 27 millimètres des grillages mobiles. Chacun d'eux est un tambour de 2 M. 14 de longueur et 53 cm. de rayon, dont la carcasse en fer plat de 25 mm. sur 6 mm., est constituée par huit cercles équidistants soutenus chacun par 8 rayons branchés sur l'arbre, et entretoisés par des tringles reliant leurs têtes qui forment génératrices du cylindre. Cette armature est revêue d'un treillis de fil de fer galvanisé à mailles de 8 mm. $1/4$.

(1) D'après une illustration des *Propagation and Distribution of Food Fishes 1930*. — Annexe 16 au *Report of Commissioner of Fisheries for the fiscal year 1930*. — Washington, 1931.

Sur le radier, très peu en amont de l'aplomb de l'axe, est fixée une planche de 20 cm. de largeur sur 5 cm. d'épaisseur, au rebord de laquelle est clouée une bande de gros caoutchouc qui, rebroussée par le tambour dans son mouvement de rotation, reste en contact intime avec lui. De même, sur toute la hauteur des parois du couloir, à l'emplacement de l'appareil, sont scellés des panneaux en bois de 30 cm. de largeur sur 5 cm. d'épaisseur, sur lesquels est fixée une garniture semi-circulaire, similaire de la précédente, découpée dans un vieux bandage pneumatique, qui épouse le contour des cercles extrêmes. De la sorte, latéralement comme sur le fond, toute issue est fermée au Poisson se laissant aller au fil de l'eau.

A 2 M. 82 de l'axe du tambour se trouve celui de la roue à aubes qui l'actionne, au fond d'une échancrure du béton ayant 20 cm. de largeur et 53 cm. $1/2$ de profondeur. Cette roue a 1 M. 83 de longueur et 76 cm. de rayon, ce qui laisse un vide de 7 cm. $1/2$ entre elle et le radier. Le bâti est métallique ; l'arbre, de 27 mm. de diamètre, porte deux couronnes de 8 rayons entretoisés, en fer cornière de 31 mm. sur 4 mm. $1/2$. Distantes de 1 M. 22, elles soutiennent les palettes en bois de pin, larges de 30 cm., épaisses de 25 mm., aux angles extérieurs abattus.

Les arbres de la roue et du tambour se prolongent dans la fosse des transmissions où sont calées, sur le premier un pignon à 9 dents, sur le second une roue en portant 48. La liaison est assurée par l'intermédiaire d'une longue chaîne à maillons. Pour obtenir les rotations en sens contraire des deux axes, cette chaîne, passant sur deux poulies de renvoi placées en avant de la roue dentée, embraye à sa partie supérieure sur un quart de la circonférence, entraînant la jante dans le sens des aiguilles d'une montre.

Le type qui vient d'être décrit comporte des variantes ; c'est ainsi, par exemple, qu'une roue à augets peut être substituée à la roue à aubes, comme à *Savage Rapids Dam*. Il faut adapter le dispositif aux conditions locales, mais à la condition de satisfaire aux conditions fondamentales posées par MM. BAKER et GILROY, on a la certitude d'un fonctionnement pleinement satisfaisant. L'expérience des dix dernières années fait voir dans le *mechanical fish screen*, lancé par l'*Oregon Game Commission*, perfectionné par M. C.-A. COBB, une solution excellente, pour les petites ou moyennes rigoles, du problème consistant à retenir les Poissons qui dévalent sans entraver l'écoulement de l'eau.

En France, les grillages tournants rendront les mêmes services qu'en Amérique, si on en installe à l'origine des dérivations servant à l'irrigation des prairies ; on sait que ces dernières sont de redoutables pièges à tacons et truitelles. Peut-être certains salmoniculteurs auront-ils aussi intérêt, pour assurer à leurs viviers une alimentation régulière en eau, à remplacer par ces appareils des clayettes fixes dont l'obstruction est si fréquente, le nettoyage si fastidieux et coûteux. Ils ont là, par surcroît, un moyen de s'opposer à l'évasion de leurs pensionnaires qui, à l'occasion, sautent d'un bond vigoureux des pièces d'eau dans les canaux d'évacuation.

(A suivre).