BULLETIN FRANÇAIS DE PISCICULTURE

VINGT-NEUVIÈME ANNÉE.

N° 183

OCTOBRE-DÉCEMBRE 1956.

APERÇU SUR LE PROBLÈME DES GRILLES ET DE LEUR NETTOYAGE

par

RICHARD VIBERT

Ingénieur des Eaux et Forêts.

(Service des Recherches piscicoles.)

SOMMAIRE

INTRODUCTION.

ÉCRANS MÉCANIQUES.

Grilles fixes ordinaires.

Grilles fixes horizontales : Grille horizontale de fond. Caisse grillagée. Plaque perforée horizontale au-dessus du niveau de l'eau. Grille horizontale noyée.

Grilles américaines à nettoyage automatique : Grille californienne. Grilles REQUA et apparentées. Grilles MURRAY et SAUNDERS. Grille RICHARDSON. Grille fixe à barreaux parallèles avec balais sur chaîne sans fin. Grille MURPHEY.

Grilles à défeuillage automatique : Grille avec injection d'eau sous pression. Grille CABILLON.

Observations sur ces différents types de grilles : Vitesse d'approche. Canal de dégagement.

ÉCRANS ET GUIDES PHYSIOLOGIQUES : Grilles électriques. Écrans sonores, aériens et lumineux.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

INTRODUCTION

Le problème du filtrage, c'est-à-dire de la séparation des corps solides de l'eau dans laquelle ils sont en suspension, se pose à nous de façon si fréquente qu'il n'attire plus guère notre attention, à moins que, mal résolu, il ne nous procure quelques tracasseries. Filtre à café de la ménagère, papier-filtre du chimiste, filtre à sable des installations de distribution d'eau, filtre-pressé des sucreries et autres industries, parois perforées

des viviers à poissons, grilles d'étangs ou de pisciculture, grandes grilles de protection des usines hydro-électriques en amont de leurs turbines, ne sont que quelques exemples des problèmes de filtration qui se posent à nous et que nous avons résolus de façon plus ou moins heureuse.

Du simple fait de son fonctionnement, un filtre s'engorge et son nettoyage s'impose de façon plus ou moins fréquente. La ménagère vide et recharge son filtre à café et en remplace la toile de temps en temps, si toile il y a, le chimiste change son papier-filtre... opérations simples. Le nettoyage d'un filtre-presse industriel nécessite déjà une main-d'œuvre non négligeable ; quant au nettoyage dans les usines hydro-électriques des grilles de protection placées devant les turbines, cela représente une importante sujétion, principalement en période de crue.

Notre but est de passer ici rapidement en revue les principaux filtres ou plus exactement les différents dispositifs d'interdiction de passage auxquels on peut avoir recours dans les piscicultures ou dans des programmes d'aménagement piscicole des eaux intérieures. Les pisciculteurs ont en effet besoin de tels dispositifs, soit pour éviter que les poissons ne s'échappent de leurs bassins ou de leurs étangs par les canaux d'amenée ou d'évacuation, soit pour éviter que feuilles ou débris charriés par le canal d'amenée ne s'engouffrent dans leurs canalisations pour les obstruer. Les aménagistes ont besoin de tels dispositifs pour éviter que les poissons ne pénètrent dans des canaux d'irrigation ou dans des canaux d'amenée d'usine. Ils réclament la mise au point de dispositifs pour diriger les migrations ascendantes des Saumons ou les migrations descendantes des smolts sur les installations qu'ils ont prévues pour le franchissement des barrages.

Ces dispositifs d'interdiction de passage sont de types divers :

- Grilles fixes ordinaires.
- Grilles horizontales.
- Grilles rotatives ou roulantes à nettoyage automatique.
- Grilles rotatives à défeuillage automatique (1).
- Dispositifs électriques, sonores, aériens, lumineux.

Leur nombre et la complexité des problèmes soulevés sont tels que nous ne pouvons donner ici que leur description sommaire.

* * *

(1) *Grilles à nettoyage automatique* : grilles qui font automatiquement passer d'amont à l'aval les feuilles et débris flottants, qui, sans cela, les obstrueraient, mais qui ne les enlèvent pas de l'eau qu'elles distribuent à l'aval.

Grilles à défeuillage automatique : grilles qui, grâce à un prélèvement sur le débit d'eau, évacuent feuilles et débris flottants et distribuent en conséquence à l'aval une eau exempte de ces feuilles et débris.

ÉCRANS MÉCANIQUES

GRILLES FIXES ORDINAIRES

Pour les grilles fixes installées devant les prises d'eau des turbines, les hydrauliciens cherchent à éviter les faibles écartements entre barreaux, générateurs de pertes de charges importantes. Les feuilles et corps flottants de petites dimensions ne les gênent pas. Les pêcheurs au contraire, si on les écoutait toujours, voudraient imposer partout aux usiniers des grilles à barreaux distants de quelque dix millimètres seulement, pour éviter que les poissons n'aillent se faire cisailer dans les turbines. On doit à KREITMANN (1930) d'avoir apporté quelque lumière sur ce problème délicat, par la mise sur pied de sa formule mathématique :

$$l = \frac{2 \pi r V_0}{V} \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n'} \right) \sqrt{\frac{1-p}{2}} + \frac{e}{\cos i}$$

dans laquelle :

l = longueur du poisson qui a p chances de traverser une turbine sans lésion mécanique.

V = vitesse d'entraînement de la couronne mobile de la turbine sur la circonférence de sortie de l'eau.

V_0 = vitesse absolue d'introduction de l'eau qui est aussi celle avec laquelle le poisson est entraîné.

n = nombre d'aubes du rotor.

r = rayon du rotor à la sortie.

n' = nombre des aubes du distributeur.

e = écartement existant entre les deux roues de la turbine.

i = angle que forme l'aube du distributeur avec la circonférence de sortie du distributeur.

Connaissant la longueur l , donnant par exemple 90 chances pour cent à un poisson de traverser, sans être cisailé, une turbine de caractéristiques données, on passe facilement, suivant les espèces de poissons en cause, à leur largeur correspondante et à l'écartement des barreaux de grille nécessaire pour prévenir le passage des poissons ayant une taille supérieure.

Il reste malheureusement à attendre encore qu'un nombre suffisant d'expériences, malheureusement difficiles et onéreuses à exécuter, viennent confirmer l'exactitude de la formule théorique de KREITMANN.

Pratiquement, on considère que les turbines modernes type KAPLAN sont moins dangereuses que les anciennes turbines type FRANCIS et ne demandent pas en conséquence des écartements de barreaux de grilles aussi faibles. Cet avantage des turbines Kaplan reste cependant discutable dans certains cas particuliers (OTTERSTRÖM 1945).

Réserve faite du risque de cisaillement par les aubes des turbines, les poissons peuvent-ils supporter sans dommage les variations de pression que leur impose le passage dans les turbines, principalement la décompression brutale qui se produit à la sortie ?

Si l'on s'en tient aux travaux de REGNARD, puis de KREITMANN (1930) on constate que les poissons peuvent subir sans danger des détentes brusques de vingt atmosphères, en présence d'air, ce qui semblerait les mettre à l'abri de tout incident à la sortie de turbines utilisant des chutes atteignant 200 mètres. Mais il ne s'agit là que d'expériences de laboratoire. Les poissons étaient pour cela placés dans un tube à peu près rempli d'eau et dans lequel on pouvait faire varier la pression. Ces conditions ne reproduisent pas évidemment celles existant dans une turbine en mouvement, où l'eau et l'air sont soumis à une énorme turbulence. Des études récentes, poursuivies outre-Atlantique, semblent bien prouver au contraire que le poisson ne supporte pas toujours sans dommage les décompressions brutales qui se produisent à la sortie des turbines.

Pratiquement, les expériences de marquage ont montré que pour le barrage de Bonneville sur le Columbia (Orégon), haut d'une vingtaine de mètres, le pourcentage de remontée des Saumons adultes était de 15 % plus faible pour les smolts marqués et libérés à l'amont des turbines que pour les smolts marqués et libérés à l'aval. Cette mortalité de 15 % doit être regardée dans le cas particulier comme imputable au passage dans d'énormes turbines Kaplan, fonctionnant sous une chute modérée et pour lesquelles les risques dus au cisaillement ou à la décompression brutale étaient considérés ces dernières années comme très faibles.

Acceptable isolément, une perte de l'ordre de 15 % peut néanmoins compromettre l'existence d'un stock de Saumons si elle doit se répéter souvent sur une rivière équipée de toute une série d'usines. Dans ce cas, le problème du franchissement des barrages, en migration descendante, devient l'un des problèmes les plus importants de l'aménagement des cours d'eau à migrateurs, problème que l'on avait eu tendance à considérer comme plus ou moins résolu jusqu'à ce jour.

Ces grilles fixes ordinaires sont rapidement obstruées par les feuilles mortes et autres débris flottant en rivière, principalement en période de crue, ou par les mousses qui viennent flotter en surface des bassins ou des étangs, principalement pendant l'été.

GRILLES FIXES HORIZONTALES

Grille horizontale de fond. (Fig. 1) — Pour le cas particulier des prises d'eau de pisciculture en rivière, une grille ou mieux une plaque perforée, placée horizontalement sur le dessus de la prise d'eau et se raccordant avec le lit du cours d'eau, peut fort bien se maintenir propre à la condition malheureusement assez peu fréquente :

1° Que le courant du ruisseau soit assez fort pour en balayer feuilles et brindilles ;

2° Que le courant ne charrie pas sable, graviers ou galets susceptibles de passer au travers de la grille ou de s'amonceler sur elle.

FIG. 1. — Grille horizontale de fond.

Caisse grillagée (Fig. 2). — La caisse grillagée (SCHÄPERCLAUS 1933, HUET 1953) vise à remplacer la grille ou plaque perforée verticale classique des « moines » assurant vidange et régulation du niveau d'eau des étangs. Ces auteurs ne précisent malheureusement pas si ce dispositif a donné réellement toute satisfaction.

FIG. 2. — Caisse grillagée
(d'après HUET).

Plaque perforée horizontale au-dessus de l'eau (Fig 3). — A l'amont d'une pièce d'eau, la grille ordinaire verticale peut avantageusement être remplacée par une plaque métallique perforée placée horizontalement à quelque 20 centimètres au-dessus du niveau d'eau.

FIG. 3. — Plaque perforée horizontale au-dessus de l'eau (HUET, 1948).

Grille horizontale noyée (Fig. 4). — Dernier perfectionnement pour ce type de grille. La grille horizontale noyée peut être placée aussi bien à l'amont qu'à l'aval d'une pièce d'eau, qu'entre des pièces d'eau situées en série. Une position de relevage de la grille est prévue pour permettre son nettoyage périodique, nettoyage qui n'est donc pas complètement automatique comme dans les grilles américaines dont il

FIG. 4. — Grille horizontale noyée (HUET, 1948).

sera question plus loin. Bien qu'étant par cela même moins perfectionnée, cette grille horizontale noyée a donné pleine satisfaction pour les étangs construits ces dernières années dans des régions comme le Congo belge et le Cameroun où seuls sont envisageables les dispositifs ultra-simples susceptibles d'être construits et entretenus par la main-d'œuvre locale.

GRILLES AMÉRICAINES A NETTOYAGE AUTOMATIQUE.

C'est en Californie que les Services de Recherches se sont attaqués tout spécialement au problème des grilles à nettoyage automatique. Divers types ont été réalisés et ont connu des succès très variables dont

FIG. 5. — Grille californienne
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

a rendu compte le *California Fish and Game*. Nous ne pouvons mieux faire que de nous référer à cette publication pour la description de ces dispositifs que nous classerons suivant leurs caractéristiques de fonctionnement.

Type rotatif à évacuation par le bas avec aubes motrices intérieures (Grille californienne). — Cette grille (Fig. 5), l'une des plus anciennes, ne visait qu'à empêcher le passage du poisson et n'y réussissait qu'en partie. Les aubes, à l'intérieur même du cylindre, entraînent celui-ci de façon directe, de telle façon que feuilles et débris sont entraînés vers le bas et non vers le haut. Le courant d'eau, qui avait plaqué feuilles et débris sur la partie amont de la grille cylindrique, décolle

ces mêmes feuilles et débris une fois qu'ils ont été entraînés du côté aval de la grille. Pour éviter le passage des poissons, tout en laissant passer feuilles et débris à la partie inférieure, celle-ci est pourvue d'une planche à charnières maintenue au contact du cylindre par des ressorts. Une accumulation de débris devait en principe provoquer l'ouverture de la planche et sa fermeture ultérieure, à la condition qu'aucune brindille

FIG. 6. - Grille REQUA à cliquet. LEITRITZ, 1952
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

ne se coince dans le mécanisme. Tel quel, ce dispositif n'a pas donné satisfaction et a été abandonné. Simplifié au maximum, il a donné naissance à la « Grille Cabillon » (Fig. 15), parfaite et bon marché pour le défeuillage automatique de l'eau d'alimentation des piscicultures, mais qui n'a pas la prétention d'empêcher le passage du poisson.

Type rotatif à évacuation par le haut avec roue à aubes extérieures et inversion du sens de rotation (Grilles Requa et apparentées). — Cette grille rotative déjà ancienne (Fig. 6) est actionnée par une roue à aubes avec transmission par roue dentée et cliquet. Comme dans toutes les réalisations américaines ultérieures, feuilles et débris sont entraînés à l'aval par le haut, où ils ne risquent pas de provoquer un enrayage par coincement contre les parois du canal. Largement utilisé dans les piscicultures de Californie, ce dispositif a donné satis-

Cliché R. VIBERT.

FIG. 7. — *Umatilla River (OREGON). Grille rotative.*
Type REQUA, variante à chaîne.

Cliché R. VIBERT.

FIG. 8. — *Sandy River (OREGON). « Screen Bell ».*

faction à la condition d'être parfaitement entretenu. Il a deux points faibles : l'usure rapide du cliquet et, comme dans tout dispositif à roue à aubes extérieures, le risque de blessure des poissons contre la roue à aubes.

Le type Requa originel a donné lieu à diverses variantes :

1° Le remplacement de la transmission à roue dentée et cliquet par une transmission à chaîne ou à engrenage, moins sujette à l'usure (Fig. 7) ;

2° Le remplacement de la roue à aubes extérieures par un moteur électrique ;

3° Avec moteur électrique, pour les canaux profonds, le remplacement de la grille cylindrique par deux cylindres, l'un au fond, l'autre au-dessus de la surface, qui entraînent un tablier sans fin formant grille (Screen belt, Fig. 8).

Type rotatif à évacuation par le haut avec roue à aubes intérieures et inversion du sens de rotation (Grilles Murray et Saunders). Le principe de ces deux grilles rotatives est le même. Toutes deux ont une roue à aubes intérieures tournant avec le courant et qui imprime à la grille elle-même une rotation inverse de celle que lui imprimerait le courant agissant directement sur elle. Cette rotation de la grille à contre-courant entraîne feuilles et débris vers le haut et les fait passer à l'aval où elles sont décollées de la grille par le courant d'eau qui passe au travers de cette dernière.

Dans le type Murray (Fig. 9) la roue à aubes internes entraîne la grille de façon intermittente au moyen d'une roue dentée et d'un cliquet.

Dans le type Saunders (Fig. 10) la roue à aubes internes entraîne la grille de façon continue par engrenage. Ce dernier type, bien conçu, est à l'heure actuelle fabriqué en série en Californie avec des matériaux durables. Arbre et bâti sont en acier inoxydable, engrenages et coussinets en bois ou coton bakélisés, ce qui assure une bonne lubrification par l'eau elle-même. La grille est en acier à haute teneur en carbone, ce qui lui donne une grande rigidité. La galvanisation de la grille n'est faite qu'après tressage. La grille est montée sur un unique bâti métallique, qui glisse dans les rainures des parois du coffre de la grille, ce qui permet son réglage en hauteur en fonction du niveau d'eau. Cette grille a donné toute satisfaction dans les piscicultures, tant dans les canaux d'amenée d'eau, qu'entre les bassins disposés en série ; feuilles, débris, mousses passent sans difficulté d'amont en aval sans jamais obstruer la grille, alors que les poissons ne peuvent pas passer. Une dénivellation de 10 centimètres entre l'amont et l'aval suffit pour assurer la rotation. La roue à aubes étant interne ne peut en aucune façon blesser le poisson.

Type rotatif à évacuation par le haut, à aubes intérieures, mais sans inversion du sens de rotation (Grille Richardson, Fig 11). — Ce dernier modèle, étanche au passage du poisson, sans aucune chaîne ou engrenage, léger, donc facilement réglable en fonction de dénivella-

FIG 9. — Grille MURRAY. LEITRITZ, 1952
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

FIG. 10. -- Grille SAUNDERS. LEITRITZ, 1952
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

tions variables entre l'amont et l'aval, ne requiert guère que 13 centimètres de dénivellation pour son fonctionnement. Il semble donc devoir rendre de grands services dans la majorité des piscicultures pour le cloisonnement des bassins.

Le principe originel de cette grille est fort simple. La grille cylindrique tourne autour d'un axe fixe auquel est fixée à la partie inférieure une plaque métallique qui descend à la verticale jusqu'au voisinage de la partie inférieure de la grille. Les aubes, intérieures, articulées sur la

FIG. 11. — Grille RICHARDSON. LEITRITZ, 1952
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

circonférence, ont une longueur un peu supérieure au rayon du cylindre et une courbure égale à celle du cylindre, de façon à pouvoir s'appliquer contre ce dernier. Lorsqu'en descendant elles dépassent la partie médiane de la grille, elles sont relevées par le courant qui les plaque contre la grille, ce qui leur permet de passer dans l'étroit espace libre réservé à cet effet entre la grille et la plaque métallique verticale. Après passage sous cet écran de métal, le courant décolle progressivement les aubes de la grille jusqu'à en plaquer l'extrémité libre contre l'axe central. Formant corps momentanément avec la grille, les aubes résistent à la pression du courant qui provoque la rotation de l'ensemble et entraîne feuilles et détritux vers le haut.

Dans la figure ci-dessus les aubes sont numérotées. L'aube n° 1 plaquée contre la grille va passer sous l'écran métallique vertical. L'aube n° 4

qui a passé sous l'écran est déjà complètement décollée de la grille et va bientôt arriver en position motrice. L'aube n° 3, dont le bord libre est plaqué contre l'axe, est en position motrice, tandis que l'aube n° 2, abandonnant la position motrice, est sur le point d'être plaquée par le courant contre la grille.

Grille fixe à barreaux parallèles avec balais sur chaîne sans fin.
(Fig. 12) — Dans ce type de grille, qui est fixe, les barres parallèles sont à angles vifs et à sections trapézoïdales de façon que leur écartement soit

Fig. 12. — Grille fixe à barreaux parallèles avec balais sur chaîne sans fin. LEITRITZ, 1952
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

plus grand à l'aval qu'à l'amont, ce qui diminue les chances que des débris flottants ne se coincent entre les barreaux. Une roue à aubes entraîne par engrenage deux chaînes sans fin sur lesquelles sont fixées des barres horizontales qui, dans leur trajet ascendant, balayent la face amont de la grille et font passer feuilles et débris de l'amont à l'aval.

L'usure de ce dispositif est rapide. Par ailleurs, la partie inférieure du dispositif doit réserver un certain vide pour le passage des barres-balais, ce qui ne permet pas d'obtenir une interdiction suffisante au passage du poisson. Ce type de grille a donc été abandonné en raison de cet inconvénient.

Type à plaque perforée avec balai alternatif (Grille Murphey Fig. 13). — Cette grille constituée par une plaque perforée essuyée de façon intermittente par une barre « essuie-plaque » est l'avant-dernière venue des grilles californiennes et autorise, semble-t-il, de grands espoirs. Cette grille,

inclinée à 32° sur le fond du canal sur lequel elle est installée, est essentiellement constituée par une plaque métallique perforée. Les trous ronds ont un diamètre de 4 millimètres. La superficie des vides atteint 46 % de la superficie totale de la plaque. Une barre « essuie-plaque » nettoie cette plaque à la façon d'un « essuie-glace » de voiture, à la différence près qu'il n'est pas animé d'un mouvement partiellement circulaire, mais d'un mouvement de haut en bas. L'essuie-plaque peut être mû soit par une puissante roue à aubes, soit par un moteur électrique. Lorsqu'on

FIG. 13. — Grille MURPHEY. LEITRITZ, 1952
(d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

dispose d'une puissance suffisante, l'essuie-plaque peut avoir ses bords inférieur et supérieur tranchants, de façon à sectionner toutes les brindilles de bois dans ses deux mouvements ascendant et descendant. L'essuie-plaque pousse feuilles et brindilles diverses à la base de la plaque qui est dépourvue de perforations et qui n'est donc pas traversée par un courant plaquant feuilles et débris contre la plaque. Décollés de cette dernière par les remous de la partie basse du canal, ces feuilles et débris se chargent à la partie supérieure de l'essuie-plaque et sont poussés par-dessus le bord supérieur de la plaque à la fin de la course ascendante de l'essuie-plaque.

GRILLES A DÉFEUILLAGE AUTOMATIQUE.

Dans les divers types de grilles à nettoyage automatique que nous avons examinés, les buts poursuivis sont :

1° d'empêcher le passage du poisson ;

2° d'obtenir le nettoyage automatique de la grille par un dispositif mécanique faisant passer feuilles et débris flottants de l'amont à l'aval de la grille. Pour les piscicultures qui ont besoin d'une eau d'alimentation débarrassée des feuilles et autres débris flottants susceptibles d'obstruer des conduites de distribution d'eau, on doit rechercher des grilles à défeuillage automatique.

Deux types sont à retenir :

Type rotatif à défeuillage par le centre avec roue à aubes extérieures, sans inversion du sens de rotation et avec injection

FIG. 14. — Grille à défeuillage automatique par injection d'eau sous pression. LEITRITZ, 1952 (d'après CALIFORNIA FISH and GAME).

d'eau sous pression. (Fig 14) — L'eau arrive par une des extrémités ouverte de la grille et actionne ensuite une roue à aubes qui, par une transmission à chaîne, fait tourner lentement la grille. Celle-ci est montée sur un arbre creux d'assez fort diamètre. De l'arbre creux, pourvu d'une large fente à sa partie supérieure, part une large trémie qui récolte feuilles et autres débris qui sont ensuite expulsés par le canal intérieur de l'arbre creux. Une conduite d'eau sous pression est disposée à la partie supérieure de la grille, au-dessus, et pourvue d'une série de perforations d'où sortent de petits jets d'eau qui passant au travers de la grille, décollent feuilles et débris et les font tomber dans la trémie. Ce type procure facilement une bonne étanchéité au passage du poisson, mais ne peut être réalisé qu'à la condition de disposer sur place d'eau sous pression.

Type rotatif à défeuillage par le bas, sans aubes motrices et sans inversion du sens de rotation (Grille Cabillon Fig. 15). — A la pisciculture de Bidarray (B. P.) l'un des canaux d'amenée se trouve à quelques deux mètres au-dessus des bassins qu'il alimente, bassins rectangulaires d'une part, bassins circulaires d'autre part. Aucune fuite de poisson par le canal d'amenée n'est donc à craindre. Par contre, les feuilles et débris en suspension dans l'eau en période de crues obstruaient souvent les canalisations qui, du canal d'amenée, allaient aux bassins circulaires. Cela n'allait pas sans catastrophes. L'enlèvement automatique de ces feuilles et débris s'imposait. Une grille rotative à injection d'eau sous

FIG. 15. - - Grille CABILLON.

pression n'était guère envisageable sans gros frais, car on ne disposait pas d'eau sous pression au niveau où l'eau devait être mise en charge dans les conduites. Une simplification à l'extrême de la grille rotative californienne permit d'arriver au résultat désiré pour une dépense insignifiante. Une simple grille cylindrique fut ajustée dans le canal d'amenée et une ouverture transversale pratiquée en-dessous de la grille sur toute la largeur du canal. Sans roue à aubes propulsives extérieures ou intérieures, la grille cylindrique est mue par la simple pression du courant sur sa partie inférieure. Feuilles et débris sont entraînés vers le bas où ils s'échappent par la large fente pratiquée dans le fond du canal. Le débit d'eau passant par cette fente d'évacuation est utilisé pour l'alimentation des grands bassins rectangulaires inférieurs, où la présence des feuilles et débris ne présente pas un inconvénient majeur. La première réalisation de ce dispositif ultra-simple ne demanda que trois cercles de vieux tonneaux, du grillage à lapin usagé, quelques planches prélevées sur de vieilles caisses et coûta moins de cent francs... ; depuis il n'y a plus eu d'accidents.

OBSERVATIONS SUR CES DIVERS TYPES DE GRILLES.

Vitesse d'approche. — Pour qu'une grille soit efficace, qu'elle soit fixe ou mobile, il ne suffit pas que l'écartement des barreaux ou la maille de la grille soient judicieusement choisis et que l'étanchéité au passage du poisson soit suffisante, ainsi que le nettoyage. Il faut, en outre, que la « vitesse d'approche » de l'eau devant les grilles soit telle que le poisson ne soit pas plaqué contre la grille jusqu'à ce que mort s'en suive, ou que le dispositif de nettoyage automatique les fasse passer par dessus la grille. Cette vitesse d'approche limite varie évidemment suivant les espèces de poisson et leur taille. Pratiquement, on peut considérer que 30 à 40 centimètres-seconde est une bonne valeur moyenne pour des poissons de 10 centimètres. Dans les projets d'installation neuve cette question de vitesse d'approche limite ne doit pas être perdue de vue. Il arrive malheureusement trop souvent que de vieilles installations ne soient pas pourvues de grilles, qu'on leur en impose et que la vitesse d'approche à l'amont de ces grilles soit alors trop forte. Faute d'élargir le canal d'amenée pour la diminuer, il reste alors la solution de « pomper » le poisson qui s'accumule devant la grille pour le déverser en eau libre. On peut utiliser alors, comme la centrale thermique de San Francisco, de puissantes pompes dont la branche d'aspiration est constituée d'une large « queue de carpe » ressemblant quelque peu à celle des aspirateurs ménagers.

Canal de dégagement. — Ayant à lutter contre un courant dont la vitesse d'approche est convenable, le poisson pourra se maintenir dans le courant, à l'amont de la grille et progresser lentement contre le courant. A moins que le canal d'amenée soit très court, ou même inexistant (grille entre deux bassins de pisciculture), le poisson ne pourra cependant sortir de lui-même du canal d'amenée si ce dernier ne comporte pas un canal de dégagement à proximité des grilles.

ECRANS ET GUIDES PHYSIOLOGIQUES

GRILLES ÉLECTRIQUES.

Des « grilles électriques » de divers types ont été employées depuis une trentaine d'années aux États-Unis (HOLMES 1948, TREFETHEN 1955). Au total, les résultats furent loin jusqu'à présent de correspondre aux espoirs qui avaient été mis en elles. Bons en général s'il ne s'agit que de parquer des poissons sédentaires, ces résultats deviennent en général douteux pour des migrateurs en déplacement vers l'amont, et franchement mauvais pour les migrateurs en déplacement vers l'aval. Dans les grilles dites « à la terre », l'un des pôles est constitué par un ruban ou un câble métallique en contact avec le sol sur toute la largeur de la rivière. L'autre pôle est constitué par une série de chaînes ou tubes métalliques de faible section, suspendus à un câble métallique traversant

la rivière, et dont la partie inférieure seule est immergée. Dans les grilles dites « isolées », il n'y a pas de pôle à la terre, mais deux électrodes constituées chacune d'une série de tubes métalliques suspendus et de forte section.

Dans la plupart des cas, on demande aux grilles électriques de stopper le poisson, mais sans le blesser ou le tuer. Il s'agit donc de déterminer

Fig. 16. — Choelay River (MICHIGAN).
Grille électrique arrêtant la migration amont des Lamproies.

le minimum et le maximum du voltage auquel soumettre le poisson. C'est là que commence la difficulté car :

- 1° l'écart entre minimum et maximum n'est en général pas énorme ;
- 2° les valeurs convenables de ce voltage varient avec les espèces de poissons, leur épaisseur et leur longueur. Même sur une seule espèce une grille électrique ne peut donc agir à la fois sur toutes les classes d'âges ;
- 3° la résistivité de l'eau varie en fonction de la température et de la teneur en sels dissous ou substances en suspension et est donc particulièrement instable.

Effectives lorsqu'il s'agit de bloquer une migration *ascendante* de Lamproies (APPLEGATE et col. 1952) sur laquelle d'ailleurs les accidents seraient sans importance, les grilles électriques le sont souvent encore lorsqu'il s'agit de maintenir une migration *ascendante* de Saumons dans le fleuve principal en le détournant d'un petit affluent. Jusqu'à présent, ces grilles se sont par contre montrées en général impuissantes à canaliser une migration descendante de jeunes Saumons, dans laquelle le poisson est entraîné et par son instinct et par le courant.

Abandonnant les grilles électriques « barrières » à courant alternatif, arrivera-t-on à de meilleurs résultats avec des « grilles-guides » à courant continu, ou plus exactement à courant direct avec pulsations. Le poisson est, en effet, à chaque pulsation, attiré vers le pôle positif. A supposer que l'on parvienne à surmonter les difficultés énumérées plus haut, on pourrait alors conduire le poisson vers telle sortie de notre choix par une « grille-guide » dont les électrodes constituant le pôle positif « s'allumeraient » les unes après les autres à la manière des ampoules électriques des « journaux lumineux » (Mc LAIN et NIELSEN 1953).

ÉCRANS SONORES, AÉRIENS ET LUMINEUX.

Devant les difficultés rencontrées dans l'emploi des grilles électriques, la question s'est posée de savoir s'il était possible de stopper ou de conduire le poisson par le son, des voiles de bulles d'air ou par la lumière. Tentant en théorie par sa simplicité, le guidage du poisson par vibrations sonores sous-marines n'a jusqu'à présent donné aucun résultat (BURNER et MOORE 1953). Avec production d'un voile de bulles d'air, BRAMSNAES et collaborateurs (1945) enregistrent un succès sur le Brochet, mais un échec sur la Truite. De leur côté, BRETT et Mac KINNON (1952) canalisent assez bien, de nuit, une migration descendante de jeunes *Oncorhynchus tshawytscha* par emploi d'un voile de bulles d'air éclairé par des projecteurs électriques. Encore insuffisantes, ces expériences intéressantes méritent d'être poursuivies et étendues à d'autres espèces.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- APPLEGATE (V. C.), B. R. SMITH and W. L. NIELSEN 1952. — Use of electricity in the control of sea lamprey. U. S. Fish and Wildlife Service, Sp. Sc. Rep. n° 92, 52 pages.
- BRETT (J. R.) and D. MACKINNON 1952. — Experiments using lights and bubbles to deflect migrating young spring salmon. Fish. Res. Bd. Can., Jour. 10 (8), pp. 548-559.
- BURNER (C. J.), and H. L. MOORE 1953. — Attempts to guide small fish with under water sound. U. S. Fish and Wildlife Service, Sp. Sc. Rep., Fish n° 111., 38 p.
- BRAMSNAES F., M. JUL and C. V. OTTERSTRÖM 1945. — Barrier against fish by means of electricity or veils of air. Rep. Danish Biol. St. 48 (1942), pp. 41-46.

- HOLMES (H. B.) 1948. — History, developement, and problems of electric fish screen U. S. Fish and Wildlife Service, Sp. Sc. Rep. n° 53, 62 pages.
- HUET (M.) 1948. — Construction et aménagement piscicole des étangs. Sta. Rech. Eaux et Forêts Groenendael. Belgique, Série D, n° 6, 50 pages.
- KREITMANN (L.) 1930. — Le franchissement des installations hydro-électriques par les poissons. Ann. Min. Agriculture (Eaux et Forêts) n° 58, pp. 65-84.
- LEITRITZ (E.) 1952. — Stopping them : the development of fish screens in California. Calif. Fish and Game, 38 (1), pp. 53-62.
- LEITRITZ (E.) 1952. — A new mechanical fish screen for hatchery ponds. Calif. Fish and Game, 38 (3), pp. 405-406.
- LINDGREEN (O. W.) 1939. — Fish screen in irrigation diversions. Prog. Fish. Cult. n° 45, pp. 18-23.
- Mc LAIN (A. L.) and W. L. NIELSEN 1953. — Directing the movement of fish with electricity. U.S. Fish and Wildlife Service, Sp. Sc. Rep. Fish. n° 93, 24 p.
- OTTERSTRÖM (C. V.) 1945. — Turbines and descending salmon and trout smolts (and eels) : IV Rep. Danish Biol. Sta. XLVII 1942, pp. 27-37.
- SCHÄPERCLAUS 1933. — Lehrbuch der Teichwirtschaft, 289 pages. Berlin.
- TREFETHEN (P. S.) 1955. — Exploratory experiments in guiding salmon fingerlings by a narrow D. C. electric field, U. S. Fish and Wildlife Service, Sp. Sc. Rep., Fish n° 158, 42 pages.
- WALES (J. H.) 1948. — California's fish screen program. Calif. Fish and Game. 34 (2), pp. 45-52.
- WALES (J. H.), E. W. MURPHEY and J. HANDLEY 1950. — Perforated plate fish screens. Calif. Fish and Game 36 (4), pp. 392-403.
-