L'AMÉNAGEMENT DES EAUX DOUCES ET LA RECHERCHE PISCICOLE

par R. VIBERT

Ingénieur des Eaux et Forêts,
Adjoint au Conservateur des Eaux et Forêts
Chef du Service des Recherches Piscicoles.

INTRODUCTION

On aurait pu concevoir la sauvegarde de notre cheptel piscicole contre une exploitation abusive par l'institution de droits de pêche prohibitifs réservant l'exercice de la pêche à une minorité de privilégiés, comme cela a été fait dans d'autres pays. Le Conseil Supérieur de la Pêche, considérant la pêche comme un délassement qui doit être à la portée du plus grand nombre, écarta toujours cette solution de facilité. Il résolut par contre de tout faire pour augmenter la productivité de nos eaux douces et décida, à ce titre, de réserver chaque année sur son budget une somme de 73 millions pour travaux d'aménagements piscicoles.

C'était un devoir pour le Service des Recherches Piscicoles, créé seulement en 1949, de tenter de mettre sur pied une synthèse des connaissances acquises dans le monde en matière d'aménagement des eaux douces, qui n'est autre que l'étude des conditions d'amélioration de la productivité en poisson des eaux douces. Le travail a donc été entrepris, mais il est de longue haleine. Pour aider le Service des Recherches Piscicoles dans cette lourde tâche, le Conseil Supérieur de la Pêche décida de prendre à sa charge les frais d'un voyage d'étude de trois mois que nous avons pu ainsi effectuer durant l'été 1952 aux États-Unis et au Canada dont les importants Services de Recherches Piscicoles ont déjà derrière eux un demi-siècle d'activité.

La mise sur pied d'une véritable synthèse sur l'état actuel des connaissances sur l'aménagement des eaux douces pouvant encore réclamer des délais assez longs, nous pensons rendre service en fournissant dès aujourd'hui au Conseil Supérieur de la Pêche cette courte étude, qui est à la fois un compte rendu de mission ainsi qu'un résumé des idées générales qui se dégagent des recherches entreprises sur l'aménagement des eaux.

Quelques paragraphes de cette étude pourront paraître assez révolutionnaires. Notre but n'est cependant pas de troubler l'opinion en quoi que ce soit, mais au contraire de l'éclairer et de lui permettre

d'évoluer progressivement, en fonction de l'évolution même de nos connaissances biologiques. Avant tout exposé, nous croyons donc utile d'apporter ici quelques précisions sur la nature de cette étude, et sur la prudence qui devra présider à toute extrapolation des résultats d'observations ou d'expérience dont elle a rendu compte.

Il est exact que cette étude est plus un reflet de recherches américaines, canadiennes, anglaises, néo-zélandaises, russes, scandinaves, etc. que des travaux de l'Europe Centrale. La raison en est que les pays d'Europe Centrale se sont surtout spécialisés dans l'étude des eaux intérieures, des lacs, dont ils ont été les véritables précurseurs. Force nous est cependant de reconnaître que, dans un pays comme la France, la très grande majorité des pêcheurs qui alimentent par leurs redevances le budget de la Pêche, exercent leur activité non en lac, mais en rivière. Or, l'étude des eaux courantes, avec les grands migrateurs qu'elles abritent, a été plus spécialement le fait des pays plus maritimes, tels surtout le Japon, la Russie, le Canada et les États-Unis. Dans ces derniers, Pêche, Chasse et Camping se sont développés d'une façon prodigieuse, au point que le chiffre d'affaires des industries s'y rattachant (*Outdoor life*) dépasse le chiffre d'affaires de l'industrie des pétroles. Avec quelque 29 millions de pêcheurs au total, malgré leur étendue, les États-Unis comme la France, et plus même que la France, connaissent au voisinage des grandes villes les pullulations de pêcheurs sur le bord des rivières, situation que ne connaissent pas les pays où les droits de pêche ne sont pas à la portée du plus grand nombre. Pour extraordinaire que cela paraisse, nombre de conditions de milieu sont ainsi beaucoup plus voisines des nôtres outre Atlantique qu'outre Rhin ou qu'outre Manche.

La mise en valeur des ressources naturelles, gibier ou poisson, consiste essentiellement à identifier le « goulot d'étranglement » de leur production, puis à agir sur lui pour l'élargir. En ce qui regarde le poisson, et plus spécialement les Salmonidés, pêcheurs et naturalistes de tous pays avaient admis jusqu'à ces dernières années, d'une part que la fécondation naturelle avait un rendement déplorable (1), d'autre part que, passé les stades embryonnaires et larvaires, les poissons étaient normalement exempts de mortalités naturelles importantes. C'est sur ces conceptions que fut basée, durant un siècle, toute la politique des repeuplements en alevins de Truites et Saumons de pisciculture.

Ces principes chancelèrent sur leur base le jour où Hobbs (1937-1940) publia les résultats de ses travaux fameux sur toute une série de rivières de Nouvelle-Zélande, travaux montrant que la fécondation naturelle des Truites et Saumons avait un rendement de quelque 99 %. Par la suite, il fallut se rendre compte que, dans la nature, les poissons de tous âges étaient sujets à de fortes mortalités naturelles et, de plus, que ces

(1) En France, dès 1881, M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées GAUKLER eut le mérite de signaler les expériences d'AINSWORTH montrant que les résultats de la fécondation naturelle égalaient ceux de la meilleure fécondation artificielle (GAUKLER. *Les poissons d'eau douce et la pisciculture*. Baillière, 1881, pp. 207-208.)

mortalités étaient beaucoup plus fortes sur les sujets provenant de pisciculture que sur les sujets sauvages.

Il apparaissait ainsi que, contrairement aux *suppositions*, le goulot d'étranglement de la production devait bien souvent correspondre aux *mortalités de poissons*, surtout de jeunes, et non au déficit de naissances.

On pouvait et devait évidemment objecter que les résultats de HOBBS n'étaient relatifs qu'aux rivières de Nouvelle-Zélande, dotées peut-être de conditions très particulières. Les confirmations arrivèrent d'autres pays, et également pour des espèces différentes : 98,2 % de fécondation pour le Pink Salmon et 98,6 % pour le Red Salmon au Canada (CAMERON 1940), 93,0 à 98,6 % pour la Truite Cutthroat aux États-Unis (CRAMER 1940), 98,6 à 98,9 % pour le Saumon atlantique en Grande-Bretagne (JONES 1949). Enfin, tout dernièrement, aux États-Unis, 92,4 % pour le King Salmon, 93,4 % pour le Silver Salmon et 96,2 % pour la Truite arc-en-ciel (BRIGGS 1953).

Chacun n'en reste pas moins en droit de penser que les résultats ci-dessus ne sont pas applicables à sa rivière, tant que leur exactitude n'y aura pas fait l'objet d'une vérification expérimentale. Étant donné qu'il est matériellement impossible d'entreprendre partout de telles vérifications, les organismes responsables de l'exploitation des Eaux douces doivent apprécier où se trouve la plus grande imprudence : extrapoler à leurs eaux les résultats néozélandais, canadiens, américains, anglais, russes, français, etc., ou s'en tenir aux idées d'antan, purement subjectives. En fait, un peu partout de par le monde, ces organismes sont amenés à repenser le problème des repeuplements et de la mise en valeur des Eaux douces.

Ces faits nouveaux, troublants à coup sûr, mais logiques, condamnent-ils désormais toute pisciculture et repeuplements artificiels comme ont pu le croire certains ? Non, mais ils nous obligent à ne plus considérer la pisciculture artificielle comme une panacée universelle, à approfondir les problèmes qui nous sont posés, et enfin à reconnaître comme ailleurs la primauté de l'habitat. En milieu hostile nos repeuplements sont, en effet, voués à un échec presque certain, quel que soit le soin avec lequel nous les aurons effectués. En milieu favorable, ou rendu favorable par des travaux d'amélioration, les repeuplements peuvent être parfaitement inutiles. S'ils sont nécessaires par suite de l'intensité de la pêche, ils auront les meilleures chances de réussite pour peu qu'ils soient conduits judicieusement.

Avec les espèces à faible capacité de reproduction comme les Truites, les repeuplements artificiels d'appoint pourront être utiles, voire très utiles dans les rivières intensivement pêchées. Cela, à la condition que œufs, alevins ou jeunes poissons de repeuplement soient produits de telle façon que leur survie en eau libre reste suffisante pour être rentable.

En matière de repeuplement en « poissons blancs », nous préciserons plus loin que, « hormis les cas d'acclimatation d'espèces nouvelles, ou de constitution d'un nouveau peuplement après empoisonnement ou

mise à sec, tous les biologistes concluent à l'heure actuelle à la contre-indication du repeuplement dans les plans d'eau de quelque étendue », c'est-à-dire dans les plans d'eau où ces poissons à forte capacité de reproduction ont suffisamment de défense, et contre les espèces voraces, et contre les pêcheurs. Il est bien évident que nombre de repeuplements en poissons blancs pourront être utilement faits dans ces cas particuliers que nous avons pris la précaution d'exempter de la contre-indication.

Au terme de ces réserves préalables, n'oublions pas que l'aménagiste, comme le médecin, aura toujours besoin d'extrapoler, c'est-à-dire de tenir compte de l'expérience des autres. Jamais, en effet, il n'aura la possibilité d'analyser dans le détail les caractéristiques de tous les lacs ou rivières dont il aura la charge. Jamais il n'aura la possibilité de contrôler, pour chaque rivière, l'exactitude de résultats provenant d'autres rivières. Toujours est-il que la justesse de ses extrapolations sera fonction de son acquis et de sa prudence.

Extrapoler les yeux fermés d'une rivière française à une autre serait folie. Folie encore d'admettre sans réserve pour les eaux françaises toutes les conclusions des travaux d'outre-Atlantique. Folie plus grande encore de les ignorer.

La sagesse en l'occurrence est, semble-t-il, d'admettre que, jusqu'à preuve du contraire, et réserve faite de *conditions de milieu* visiblement fort différentes, il y a peu de chances pour que les choses se passent à l'Est de l'Atlantique de façon vraiment *très différente* de ce qu'elles sont à l'Ouest.

Avant de passer aux faits, qu'il nous soit permis d'adresser ici nos très vifs remerciements aux personnalités qui nous ont aidé dans la mise sur pied de cette mission : M. MERVEILLEUX DU VIGNAUX, Directeur Général des Eaux et Forêts et Président du Conseil Supérieur de la Pêche ; MM. A. M. DAY et Elmer HIGGINS, Directeur et Chef du Service des Relations Internationales au Fish and Wildlife Service à Washington ; le Dr. A. L. PRITCHARD, Directeur de l'Expansion de la Pisciculture au Ministère des Pêcheries Canadiennes. Devant l'impossibilité de les nommer tous — ils sont près de quatre-vingts —, que tous les Biologistes des Pêches, Américains et Canadiens qui nous ont si aimablement reçu, veuillent bien recevoir ici anonymement l'expression de notre profonde gratitude.

CHAPITRE PREMIER

RAPPEL DE QUELQUES NOTIONS GÉNÉRALES

A. — Taux de mortalité, ou de survie, dans la nature.

Il était courant, encore tout récemment, d'affirmer que le taux de fécondation, et à plus forte raison d'éclosion dans la reproduction naturelle, ne pouvait être que très faible. Les spermatozoïdes ne vivant que quelques dizaines de secondes dans l'eau, et les poissons frayant en pleine eau, parfois en plein courant, on en déduisait, sans preuve, que la majorité des œufs restaient sans être fécondés.

Les observations et expériences poursuivies ces dernières années nous ont montré la fragilité d'une telle affirmation.

Pour les Carpes que l'on fait se reproduire naturellement en frayères DUBISCH, le pourcentage d'*éclosion*, par rapport aux œufs pondus, varie normalement de 15 à 50 % (HUET 1952). Lorsque ces frayères DUBISCH, dont la technique est très minutieuse, sont employées par des spécialistes éprouvés, ce pourcentage d'*éclosion* s'élève jusqu'à 90 et 95 % (CHIMITS et KRECZMER, 1946).

Pour les Tilapias, qu'on laisse se reproduire d'eux-mêmes en étang d'alevinage, ce pourcentage d'*éclosion* varie de 33 à 60 % suivant les espèces (HUET, 1952).

Pour les Aloses américaines, les œufs récoltés à l'aval des frayères accusent une mortalité totale de l'ordre de 25 à 30 % (LEIM, 1924).

Les mortalités résultant des observations ci-dessus comprennent à la fois les mortalités par non-fécondation et les mortalités sur les œufs fécondés. On sait maintenant que ces dernières sont lourdes en général pour les œufs pondus en pleine eau, du fait de leur exposition aux prédateurs de toutes sortes ainsi qu'aux variations de température, ou de teneurs en sels ou gaz dissous défavorables. On peut donc admettre que, pour ces espèces frayant en pleine eau, le pourcentage de fécondation est vraisemblablement plus près de 100 % que de 50 %.

Avec des espèces comme la Truite et le Saumon frayant en plein courant, on pourrait penser qu'un plus grand nombre d'œufs échappait

à l'imprégnation des spermatozoïdes. L'étude de la constitution des frayères (HOBBS, 1948) montra qu'il n'y avait pas de facteur défavorable du fait de cette reproduction en plein courant. La fosse de la frayère est constituée de telle sorte qu'un léger contre-courant la parcourt en profondeur. Le sperme du mâle est ainsi maintenu au contact des œufs pendant les quelques secondes nécessaires. Le fait a été mis en évidence de façon élémentaire par dépôt d'un cristal de permanganate de potasse dans la fosse des frayères. Le fait a pu être contrôlé ensuite lorsque JONES a pu filmer la reproduction du Saumon en plein courant. Le nuage blanc du sperme ne se dissipe pas immédiatement. Œufs et laitance étant émis *simultanément*, par les géniteurs *côte à côte*, la fécondation peut ainsi s'opérer dans des conditions presque identiques à celles de la fécondation artificielle. Ces quelques détails rendront moins invraisemblables aux profanes les résultats trouvés par les biologistes qui ont prospecté les frayères de Truites et de Saumons aux fins de dévoiler les inconnues qu'elles renfermaient.

Dans les frayères de Saumons de fontaine, HAZZARD (1932) contrôle un rendement moyen en œufs *embryonnés* de 79,8 %. La mortalité correspondante de 20,2 % englobe donc et la perte pour non fécondation et les mortalités entre fécondation et la date du contrôle après embryonnement.

WHITE obtient de même 79 % d'éclosion sur des œufs de Saumon de fontaine prélevés dans les frayères (1930) et 78 % pour les œufs de Saumon atlantique (1942).

Dans les bonnes frayères de Saumon sockeye du Kamchatka, KROKHIN et KROGIUS (1937) contrôlent un rendement moyen égal à 86,40 % du nombre d'*œufs* pondus six mois auparavant. La mortalité correspondante de 13,60 % englobe donc et la perte pour non-fécondation et les mortalités intervenues durant six mois.

FOERSTER (1938) enferme des Saumons sockeye dans de larges viviers à fond de graviers et les y laisse frayer. Bien que les conditions soient, dans cette expérience, probablement inférieures aux conditions qu'auraient choisies les reproducteurs, FOERSTER obtient des résultats qu'il consigne ainsi : « de plusieurs expériences, il résulte que, dans les conditions naturelles, le rendement global de la ponte, de la fécondation et du développement des œufs est de l'ordre de 70 % ».

En Nouvelle - Zélande, HOBBS (1937 - 1940 - 1948) prospecte 711 frayères de Truites communes, de Truites arc-en-ciel et de Saumons quinnat. Il en retire pour examen 423.000 *œufs* dont 1 % seulement de *non-fécondés*. — Il n'est pas sans intérêt de remarquer que ces 711 frayères étaient réparties dans 77 rivières différentes, représentant tous les types de cours d'eau à Truite de Nouvelle-Zélande, depuis la rivière rapide de montagne jusqu'à la rivière de plaine à faible courant.

En Angleterre, JONES (1949) étudie expérimentalement le frai du Saumon et réussit à le filmer en entier dans un grand canal en béton, à fond de graviers et galets, spécialement construit à cet effet, avec glaces

d'observation sur les côtés. Le film que nous avons vu à Édimbourg établit entre autres détails :

1° que mâle et femelle, côte à côte, émettent laitance et œufs exactement au même moment ;

2° qu'une femelle se libère de la totalité de ses œufs en six, sept ou huit émissions durant chacune 10 à 15 secondes, chaque émission formant une « Poche d'œufs » dans la fosse de la frayère (où existe un contre-courant) ;

3° que cette poche est complètement recouverte de graviers par la femelle en 30 secondes environ.

Ces deux dernières précisions expliquent qu'un petit nombre d'œufs seulement (2 % HOBBS, 1948), échappant à l'enfouissement, sont ensuite entraînés par le courant et mangés par les poissons.

Le contrôle ultérieur, par mise à sec du canal, une fois le temps nécessaire à l'embryonnement passé, montra :

1° que la ponte d'une femelle s'était répartie en sept poches d'œufs d'une moyenne de 780 œufs chacune (1) ;

2° que parmi ces œufs le pourcentage de fécondation était de près de 99 % (98,6 à 98,9 %).

En Californie, BRIGGS (1953) perfectionne les méthodes d'investigation. La récolte, en frayères d'âges variables, des œufs vivants clairs et limpides et des œufs morts blanchis à la suite de la coagulation de l'albumine, se double d'un examen des œufs morts, à la loupe binoculaire. Pour cela, les œufs blancs sont au préalable traités avec une solution tiédie de Na Cl. La décoagulation de l'albumine qui s'ensuit permet alors d'identifier les embryons et de séparer par conséquent les œufs morts des œufs non embryonnés. Au total, BRIGGS contrôle les taux de fécondation ci-après : Silver salmon 93,4 %, King salmon 92,4 %, Steelhead trout 96,2 %.

Faisant le résumé de cette question capitale du rendement de la fécondation naturelle chez les salmonidés et chez d'autres familles de poissons, SCHNEBERGER (1948) nous invitait déjà à reconsidérer nos convictions des années écoulées : « Au lieu d'accuser la reproduction naturelle de 98 % d'inefficacité, nous lui sommes redevables d'une efficacité de 98 % ». Pouvons-nous réellement à l'heure actuelle taxer cette déclaration d'optimisme outrancier ?

Même en admettant des taux de fécondation de près de 100 %, un rendement en alevins émergeant des graviers, leur vésicule résorbée, pouvant se chiffrer normalement pour certaines espèces à 80 et 90 % du nombre total d'ovules contenus quatre, cinq ou six mois auparavant dans le corps des génitrices de Saumons et de Truites, nous semble incompatible avec les idées que nous nous faisions sur les pertes d'œufs dans

(1) Ce qui correspond à la charge en œufs de Saumon d'une de nos boîtes d'alevinage.

les frayères dues à des larves prédatrices de toutes sortes. Elles s'expliquent depuis les travaux de PERCIVAL et WHITCHEAD (1929) et ceux de PYEFINCH (1951) qui ont montré :

1° que ces larves se localisaient dans la couche supérieure de graviers épaisse de 5 centimètres environ, et que par surcroît 3 % seulement d'entre elles étaient carnivores ;

2° que les œufs et les alevins vésiculés se trouvaient beaucoup plus profond ;

3° que les alevins ne pénétraient et ne traversaient pas cette couche supérieure de graviers, pour émerger en eau libre, avant d'être aptes à s'y déplacer rapidement une fois leur vésicule résorbée.

Avant d'avoir pu en contrôler et en chiffrer les résultats, force nous a bien été, comme en toute chose, de nous faire une opinion, subjective, sur le taux de fécondation dans la reproduction naturelle. Ayant aujourd'hui en main les résultats chiffrés d'un certain nombre de comptages (dont nous ne pouvons citer ici que les principaux), force nous est de reconnaître que nos opinions avaient quelque peu sous-estimé le degré de perfection du processus de la reproduction naturelle des poissons.

Surestimant terriblement les pertes pour non-fécondation, et pour les Truites et Saumons les pertes durant la vie embryonnaire et larvaire sous les graviers, nous avons, par contre, terriblement sous-estimé en général les pertes que le poisson subit tout au long de son existence et surtout pendant sa jeunesse, lors de la lutte pour la vie qui est son lot dans la jungle aquatique, comme d'ailleurs pour tout être vivant. En fait, toutes les espèces, végétales ou animales, poissons compris, submergeraient la terre entière de leur progéniture en quelques années si celle-ci n'était pas anéantie, presque en totalité, surtout dans le jeune âge, soit par les autres espèces antagonistes, soit par d'autres circonstances de milieu défavorables.

En fait, dans une « communauté » à peu près en équilibre, tout se passe comme si un couple de reproducteurs était en moyenne remplacé par un autre couple arrivant en âge de se reproduire, le reste de la progéniture succombant, soit dans le milieu aquatique, soit dans le panier du pêcheur. Pour prendre un exemple précis : une ponte de cinq à sept mille œufs d'un couple de Saumons donnera un autre couple de reproducteurs, plus un, deux, trois... sept à huit Saumons au maximum qui seront pris par les pêcheurs. Si l'on parlait « ponte » et non dizaines, centaines de milliers ou millions d'œufs, on s'épargnerait quelques illusions.

Pour bien fixer les idées, prenons le cas d'une espèce de poisson qui, dans des conditions de milieu déterminé, enregistre déjà 98 % de mortalité lorsqu'elle arrive à une taille intéressante pour le pêcheur. Supposons maintenant que, par une amélioration des conditions de milieu, nous arrivions à *diminuer ce taux de mortalité de 4 %* par exemple, la survie passe de son côté de 2 à 6 %, c'est-à-dire que le stock de poissons pêchables

en provenance de la reproduction naturelle aura **triplé**, son augmentation sera de 200 %.

De son côté le rendement de nos repeuplements artificiels sera influencé d'une façon analogue.

Ces mortalités importantes, méconnues jusqu'à ces toutes dernières années, ont pour cause, d'après OPPENHEIMER et KESTEVEN (1953) :

1. — Prédateurs ;
2. — Parasites ;
3. — Agents pathogènes ;
4. — Gènes mortels ;
5. — Carence alimentaire ;
6. — Facteurs physiques et chimiques, lesquels sont parfois d'origine biotique.

KENNEDY (1953) a montré de son côté que, pour le lac « Great Slave » au Canada, seul des grands lacs Nord Américains resté inexploité jusqu'en 1945, la mortalité naturelle *annuelle* des corégones de taille marchande y était de 61 %.

A la lumière de ces données on conçoit que, bien souvent, le goulot d'étranglement de la production de nos eaux douces résidera plus dans les taux excessifs de mortalité subie par le poisson que dans un déficit de reproducteurs. Avec des taux de mortalité à la taille marchande de 80, 90, 99, 99,9 ou 99,99 % suivant leur résilience, on conçoit qu'une augmentation de la survie, c'est-à-dire de la quantité de poissons pêchables, dépendra plus d'une amélioration des conditions de milieu, ou peut-être mieux encore d'une amélioration des conditions de milieu suivie de repeuplement, que d'une unique politique de repeuplement.

B. — Facteurs de la production. — Loi du minimum. Définition de l'aménagement.

Trois facteurs positifs conditionnent la pérennité d'une espèce piscicole et par là même le niveau de sa productivité. L'espèce en question doit pouvoir :

1° *se reproduire* (frayères convenables — nombre de géniteurs suffisant) ;

2° *se nourrir*, faute de quoi les jeunes mourront de faim ;

3° *s'abriter* pour se reposer, faute de quoi les jeunes seront presque tous exterminés par les autres poissons.

Chacun de ces facteurs justifierait un volumineux chapitre. Entre chacun d'eux et entre chacun de leurs constituants joue la règle du **minimum**. Là où il y a défaut de nourriture, rien ne sert d'augmenter les abris, d'augmenter la reproduction ou de faire des déversements

d'alevins. Il faut d'abord agir sur le goulot d'étranglement de la production si cela est possible. Tant que ce goulot n'est pas élargi, toute autre action est inutile. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail. Un point mérite cependant d'être précisé :

CAPACITÉ DE REPRODUCTION ET RÉSILIENCE.

Nous avons vu qu'un fort pourcentage de la progéniture d'un couple de poissons était condamné à une fin précoce parce qu'elle servait de nourriture aux autres poissons. Une autre partie de cette progéniture est encore condamnée à mourir très rapidement soit de faim, soit par manque d'espace suffisant, les plus faibles succombant les premiers. Cette capacité de reproduction pratiquement inemployée par suite de manque de nourriture ou d'espace vital, est appelée *Résilience*. C'est elle qui comble les vides faits par l'homme dans une population piscicole.

Supposons que l'homme prélève par sa pêche 30 kgs de Truite par an dans un petit lac à Truites. Ce faisant, il crée de la « place au soleil » pour des jeunes qui, sans cela, étaient condamnés à mourir en bas âge. Tant que les captures de l'homme ne dépasseront pas ces possibilités, la résilience va les compenser intégralement et la densité de Truites dans le lac restera pratiquement invariable (toutes autres conditions égales d'ailleurs évidemment).

Il y a des espèces à faible résilience comme la Truite et le Saumon, donc exposées à une surexploitation. D'autres, comme la majorité des espèces d'eaux chaudes ou tempérées chaudes, ont une forte résilience. Pour celles-ci, réserve faite des plans d'eau de faible superficie, les possibilités de pêche ne dépassent pas en général la Résilience, ce qui fait que les repeuplements sont la plupart du temps parfaitement inutiles et même nuisibles. Que ceux qui ont eu recours à des pêches de destruction pour limiter les espèces envahissantes se rappellent leurs échecs et en trouvent ici l'explication. A moins de pouvoir opérer une destruction réellement massive sur les frayères, tous leurs efforts n'ont pas réussi à venir à bout de la résilience d'espèces telles que Hotus, Poisson-chat, Perche-soleil, Barbeau..., tous les poissons capturés ont été remplacés par des jeunes qui, sans cela, seraient morts faute de place, d'abris ou de nourriture.

Les équilibres biologiques, complexes, peuvent être schématisés sommairement par des équilibres hydrauliques plus faciles à comprendre ; nous représenterons (fig. 1) le milieu vital, notre rivière, par un vase recevant les débits des trois robinets correspondant aux facteurs positifs de la production : Œufs — Nourriture — Abris. A côté du robinet « Œufs », nous adjoignons une bouteille renversée figurant la Résilience — celle-ci débite automatiquement si le niveau dans le vase (importance de la population en rivière) diminue. Cela jusqu'à ce que la capacité de la bouteille soit épuisée.

Sur le fond du vase prennent sept robinets par où peut s'écouler le contenu, c'est-à-dire notre stock de poissons ; ils ont pour noms : maladies

— température — sable (ensablement ou envasement) — faim — accidents par mise à sec — captures par animaux prédateurs — captures par les pêcheurs — vieillesse.

Dans le cas particulier de migrateurs comme le Saumon, l'Alose, l'Esturgeon, qui ne donnent à peu près pas lieu à capture après le frai, un neuvième robinet est à prévoir : le contingent de géniteurs pour le frai.

L'aménagement consiste à obtenir le débit maximum sur le robinet « Pêche », sans porter préjudice à l'avenir, en agissant de façon convenable sur les robinets ou leviers de commande dont on dispose. Pour

FIG. 1.

Les facteurs conditionnant la productivité schématisée par un « Equilibre hydraulique ».

cela, l'aménagiste devrait connaître l'importance des débits positifs et des débits négatifs de la situation en face de laquelle il se trouve ; il doit connaître également, pour chaque type de rivière, le degré d'efficacité de chacun des leviers de commande et le rendement financier de leur manœuvre.

C. — Surexploitation et sous-exploitation.

Le danger de courir à une raréfaction des poissons de toutes espèces par suite d'abus de pêche, c'est-à-dire de surexploitation, a dominé l'esprit des pêcheurs et des Pouvoirs publics depuis de longues années. A la suite de nombreux travaux, poursuivis depuis une trentaine d'années dans tous les pays, nous savons que ce danger n'est que trop réel, tant en mer qu'en eaux douces, pour les espèces à faible résilience. Pour les

espèces à forte résilience (la majorité des espèces d'eaux chaudes), nous réalisons aujourd'hui qu'il y a beaucoup plus risque de sous-exploitation. Cette sous-exploitation provoque une réduction du tonnage pêchable, par suite de la pullulation d'individus qui ne peuvent avoir qu'un taux de croissance réduit du fait de leur trop grand nombre en face de la quantité de nourriture dont ils peuvent disposer. Repeuplement, réglementation protectrice sont alors non seulement inutiles, mais nuisibles, sans compter le gaspillage d'argent qu'ils entraînent. Pour révolutionnaire que la chose puisse paraître à certains, la chose n'est cependant pas nouvelle ; il y a plus de vingt ans, en effet, qu'un VOUGA en Suisse, un LESTAGE en Belgique, les LÉGER et de DROUIN de BOUVILLE en France ont insisté sur le fait que les Cyprinidés à forte capacité de reproduction devaient être pêchés de façon plus intensive.

Dans l'aménagement d'un plan d'eau, de quelque nature qu'il soit, l'un des premiers diagnostics à porter sera donc de préciser pour chacune de ses espèces dignes d'intérêt, s'il y a sur-exploitation ou sous-exploitation.

Évidemment, quelques associations de pêche, détentrices d'un lot de pêche ne comportant que du poisson blanc, pourront préférer avoir dans leurs eaux le plus grand nombre de poissons possible, dussent-elles compenser leur nombre par leur petite taille. Toutes les « préférences » sont défendables. Mais les Organismes piscicoles ne peuvent asseoir leur politique sur des cas particuliers. La plupart du temps, en effet, nos lacs et rivières comportent une population de « blancs » à forte résilience et de faible valeur sportive, en face d'une population de voraces comme le Brochet, le Black-bass, la Truite, à résilience beaucoup plus faible, ou à fraye aléatoire. Plus appréciés, ces derniers sont, par le fait même, beaucoup plus pêchés. Si les « blancs » de faible valeur ne sont pas pêchés suffisamment, ils seront alors capables de détruire le frai et le fretin des espèces de choix.

En outre, nous ne pouvons oublier qu'à côté de la France il y a l'Union Française et le reste du monde où, particulièrement dans les pays chauds, 30 millions de personnes meurent de faim chaque année, en particulier par manque de protéines. A l'instigation de l'Organisation des Nations Unies, des biologistes de toutes nationalités s'efforcent à l'heure actuelle d'augmenter le rendement des pêcheries des pays chauds, qu'elles soient marines ou d'eau douce. Les Services piscicoles ne peuvent donc se désintéresser du rendement pondéral des pêches qui, s'il est peut-être accessoire à l'heure actuelle dans nos eaux métropolitaines, est d'une importance vitale pour les populations de certains territoires de l'Union Française.

CHAPITRE II

**LES TECHNIQUES SPÉCIALES A LA BIOLOGIE
DES PÊCHES ET A L'AMÉNAGEMENT DES EAUX DOUCES**

Prétendre exploiter rationnellement les eaux douces, cela suppose que nous ayons quelques connaissances sur les facteurs susceptibles de diminuer ou d'accroître leur production en poisson. Mais cela suppose également que nous puissions disposer des connaissances nécessaires d'une part à l'estimation du stock de poissons d'une eau douce, stock constituant un ensemble « Capital + Intérêt » et, d'autre part, à l'estimation de l'« Intérêt » que nous devons prélever pour retirer de cette eau le maximum de profits ou d'agrément. Prétendre exploiter rationnellement une eau douce n'est donc qu'une utopie, dira-t-on encore généralement. L'eau est un des milieux qui nous est le plus fermé et, en dehors des étangs, vidangeables par définition, nous sommes dans l'incapacité absolue de dénombrer un peuplement piscicole constituant l'ensemble « Capital + Intérêt » et à plus forte raison de chiffrer « l'Intérêt » constituant la pêche à prélever.

Vérité hier, erreur aujourd'hui, l'aménagement des eaux douces, science toute nouvelle, commence à mettre à notre disposition les techniques spéciales indispensables à la connaissance des populations piscicoles.

L'estimation d'une population piscicole nous est possible à l'heure actuelle grâce aux méthodes modernes d'*inventaires*.

Le taux d'accroissement d'une population résulte, en gros, de la différence entre la somme des taux d'accroissement individuels et le taux de mortalité. Son estimation nous sera rendue possible grâce au marquage ou à la scalimétrie, qui mettront en lumière le taux de croissance individuel, et au marquage, qui nous permettra d'apprécier le taux de mortalité.

Inventaires, marquage, scalimétrie justifieraient chacun un volume. En quelques lignes, nous ne pourrions ici que tenter d'en donner les principes essentiels.

A. — Les inventaires de population.

BARRAGES DE COMPTAGE POUR MIGRATEURS. — Une population de poissons migrateurs, de Saumons par exemple, peut être dénombrée avec précision, en installant sur une rivière un barrage spécialement équipé pour l'arrêt et la capture de tous les adultes en migration ascendante et de tous les jeunes en migration d'avalaison. Les poissons sont enlevés de nasses spécialement aménagées, comptés, le cas échéant marqués, puis remis à l'eau de l'autre côté du barrage. De tels barrages

Cliché R. VIBERT

Lakelse Lake (COLOMBIE BRITANNIQUE). Barrages de comptage de Saumons.

ont été construits sur de nombreuses rivières américaines et canadiennes allant jusqu'à cent mètres de large et plus.

RIVIÈRES EXPÉRIMENTALES. — Aux fins de pouvoir récupérer entièrement des populations de Truites après avoir fait varier volontairement diverses conditions ambiantes, des rivières expérimentales peuvent être créées comme cela a été fait pour « Convict Creek » dans la Sierra Nevada. Un jeu de vannes et de dérivations doit alors permettre la mise à sec de chaque secteur avant et après chaque expérience.

EMPOISSONNEMENTS. — Impraticables jusqu'à présent en eaux courantes, les empoissonnements en lacs sont devenus de pratique courante à l'heure actuelle aux États-Unis et au Canada.

REPRISES DE POISSONS MARQUÉS. — Dans la pratique, c'est le plus souvent au moyen du marquage que l'on peut inventorier une population piscicole le plus facilement, et cela avec une approximation suffisante. Essentiellement, cette méthode, prônée dès 1896 par PETERSEN qui lui

a donné son nom, consiste à capturer d'abord un nombre appréciable de poissons dans le plan d'eau dont on désire inventorier la population. Ces poissons sont marqués, soit par ablation d'une nageoire, soit par fixation d'un des nombreux modèles de marques existants, puis remis à l'eau en les répartissant convenablement pour faciliter leur dispersion dans la population totale à inventorier. On fait ensuite une deuxième pêche, importante, dont la proportion de poissons marqués permet d'obtenir par le calcul l'importance de la population. |

Soit, par exemple, le cas d'une rivière à Truites. Si elle possède des secteurs pas trop courants que nous puissions barrer au moyen de seines, nous constituerons au moyen de ces filets plusieurs secteurs témoins de cent mètres de long par exemple. Supposons que la première pêche d'échantillonnage du secteur A nous ait procuré un nombre de Truites m (soit 200). Après marquage nous les avons disséminées dans ce secteur, puis après quelques heures d'attente une deuxième pêche, faite plus à fond, nous a procuré un nombre de Truites n (soit 1.000) comportant un nombre x (soit 100) de Truites déjà marquées. L'importance de la population totale T du secteur A sera donnée par la formule :

$$\frac{T}{m} = \frac{n}{x}$$

d'où :

$$T = m \times \frac{n}{x}$$

$$\text{soit : } T = 200 \times \frac{1.000}{100} = 2.000$$

Ce chiffre correspond à l'effectif de la population *le plus probable*, celui qui correspond au cas où la proportion des animaux marqués dans l'échantillon et dans la population restante est la même. Il ne nous donne pas ses fluctuations probables, qui sont évidemment d'autant plus faibles que l'importance relative de l'échantillon est plus forte. Le calcul des probabilités, sur lequel nous ne pouvons nous étendre ici, complète ces données arithmétiques en nous précisant que, dans le cas particulier, il y a 95 chances sur 100 pour que la population de Truites ne soit pas inférieure à 1.600 ni supérieure à 2.500 poissons.

Dans la pratique, ces pêches d'échantillonnage sont faites soit à la seine, soit à l'électricité, dont comme toujours il y a lieu d'assimiler au préalable les techniques.

Pas plus qu'à la seine, une seule pêche à l'électricité ne peut renseigner avec une approximation suffisante sur l'importance d'une population piscicole. Le pourcentage de poissons capturés à l'électricité varie, en effet, dans de grandes proportions, selon les espèces de poissons, leur longueur, la nature de l'eau, l'importance des abris.

B. — Le marquage.

LES POSSIBILITÉS DU MARQUAGE. — Il est facile de comprendre que le marquage des poissons, comme le baguage des oiseaux permet, par la recapture des poissons marqués, de connaître la résultante des voyages effectués entre les deux dates de marquage et de recapture, le nombre de jours mis au parcours apparent, et la vitesse moyenne apparente du parcours. En fait, le marquage ne fut d'abord utilisé que pour l'étude des déplacements des poissons. Dès 1653, Isaac WALTON marqua des Saumons dans ce but avec des anneaux de drap.

Par la suite, alliée à d'autres techniques nouvelles, celle du marquage se perfectionna et trouva de nouvelles applications dans l'étude de l'âge et de la croissance des poissons, dans les inventaires de populations, les taux de mortalité, la croissance et la survie des sujets transplantés et la survie des sujets de repeuplement.

On conçoit aisément que les variations de longueur et de poids d'un poisson, entre la date de marquage et la date de recapture, puissent fournir des renseignements intéressants sur sa croissance. Pour ce qui est du taux de mortalité, nous avons vu que par la libération de poissons marqués, puis par un examen de la proportion de ces poissons marqués dans une pêche suivant d'assez près leur libération, on pouvait en déduire l'importance d'une population piscicole. Sans entrer dans le détail, on conçoit qu'en répétant ces pêches expérimentales de mois en mois, d'année en année, le nombre de poissons marqués recapturés diminuera. On pourra par là arriver à établir la courbe de mortalité de nos espèces marquées. Dans la mortalité totale ainsi observée, il faudra distinguer la mortalité naturelle, la mortalité due au marquage, puis la mortalité par capture du fait du pêcheur, que l'on reliera d'ailleurs avec l'intensité de la pêche.

Mortalités naturelles ou par captures pourront de même être déterminées pour les sujets sauvages transplantés ou pour les sujets d'élevage déversés aux fins de repeuplement.

CONDUITE D'UNE OPÉRATION DE MARQUAGE. — Sans nous étendre sur la conduite d'une telle opération, retenons qu'outre l'habileté des marqueurs, son succès est conditionné par le choix de la marque, le choix de l'emplacement du corps du poisson qui doit porter la marque, une bonne récupération des marques, une appréciation suffisamment précise de la mortalité due au marquage.

CHOIX D'UNE MARQUE ET DE SON EMPLACEMENT. — A l'heure actuelle, les marquages se font soit par ablation de nageoires (marking), soit par fixation sur le poisson d'une marque spéciale, le plus souvent en métal ou en matière plastique (Tagging). Le marquage par tatouage ou par isotopes radioactifs n'est pas encore au point.

Les marques spéciales à fixer sur le corps du poisson sont légion.

Types et emplacements de fixation à conseiller sont fonction de l'espèce de poisson et du temps qui doit s'écouler entre le marquage et la recapture. Tant qu'aucune publication sur ce sujet ne sera à la disposition des intéressés, ceux-ci auront avantage à ne pas se lancer dans une opération de marquage sans demander au préalable les conseils des spécialistes.

RÉCUPÉRATION DES MARQUES. — Le marqueur ne pourra espérer que les marques se trouvant sur des poissons pêchés lui seront retournées en honnête proportion qu'autant :

- que ces marques seront suffisamment visibles ;
- que les indications portées sur ces marques, ou la publicité faite à leur sujet, aient informé le pêcheur de l'identité et de l'adresse de l'organisme marqueur ;
- qu'une prime récompense chaque retour de marque.

MORTALITÉ DUE AU MARQUAGE. — Après un marquage effectué convenablement, les poissons mis en observation en bassins n'enregistrent en général qu'une mortalité nulle ou insignifiante. Ils ont tout le temps de se remettre de leur blessure « à l'infirmerie ». Lorsqu'ils sont au contraire déversés en eaux sauvages, cette blessure peut les mettre en état de moindre résistance pour se défendre contre leurs ennemis. Une mortalité importante peut alors survenir. Sans importance capitale s'il ne s'agit que d'étudier des itinéraires de migration, cette mortalité spéciale supplémentaire est d'une importance capitale lorsqu'on étudie le taux de mortalité naturelle. Il faut alors s'efforcer, par des expériences connexes, de chiffrer cette mortalité due au marquage.

C. — La scalimétrie.

Écailles et nombre de pièces osseuses du squelette des poissons s'accroissent chaque année, comme les arbres, par adjonction de couches concentriques. Dans les pays à saisons marquées, ces accroissements sont formés, comme dans les arbres, de cernes nombreux et larges pendant l'été, peu nombreux et étroits pendant l'hiver. Ces alternances sont alors plus ou moins visibles et permettent, pour le poisson comme pour les arbres, de dénombrer le nombre d'années des sujets examinés.

Les écailles, en général plus faciles à « lire », sont le plus souvent employées pour ces études sur l'âge et la croissance des poissons, d'où le nom de Scalimétrie. Certaines espèces sont dépourvues d'écailles, ou ont des écailles peu lisibles. On pratique alors, aux fins d'examen, des sections transversales dans les vertèbres, les rayons des nageoires ou les otolithes.

Pour bon nombre d'espèces, et sous réserve de prélever les écailles à un emplacement du corps déterminé, toujours le même, on a constaté que l'accroissement du rayon de l'écaille était sensiblement proportionnel

à l'accroissement en longueur du poisson. Partant des longueurs atteintes d'année en année par le rayon de l'écaille, qui sont visibles, on peut donc, se basant sur la longueur réelle du poisson à la capture, correspondant au rayon de l'écaille dans sa totalité, en déduire les longueurs atteintes par le poisson d'année en année. Écailles ou pièces osseuses du squelette nous permettent donc non seulement de connaître l'âge d'un poisson, mais encore sa courbe de croissance.

FIG. 2. — Interprétation scalimétrique.

Schéma correspondant à un saumon ayant passé deux ans en rivière (longueurs atteintes l_1 à la fin de la première année et l_2 à la fin de la deuxième année), et trois ans en mer (longueurs atteintes L_1 à la fin de la première année, L_2 à la fin de la seconde. L_3 , taille à la capture, à la fin de la troisième.

La constante de décalage E 23 mm. dans le cas particulier) représente la longueur déjà atteinte par le poisson au moment de l'apparition des écailles.

Nous venons d'examiner très rapidement les techniques spéciales à la biologie des pêches et à l'aménagement des eaux douces. Si, bien assimilées, elles peuvent constituer l'essentiel du savoir d'un exécutant, il n'en n'est pas de même pour l'aménagiste qui devra, en outre, avoir une solide formation générale sur la Zoologie, la Botanique, la Pédologie, la Physique et la Chimie. N'oublions pas non plus la Biométrie qui, seule, par le calcul des probabilités, permettra de préciser la valeur des résultats numériques obtenus et la légitimité de leur extrapolation.

Nous avons parlé de l'aménagement des eaux douces comme d'une science nouvelle née; ne nous étonnons donc pas que sa pratique, sinon sa simple compréhension, requiert une formation vraiment scientifique.

(A suivre.)