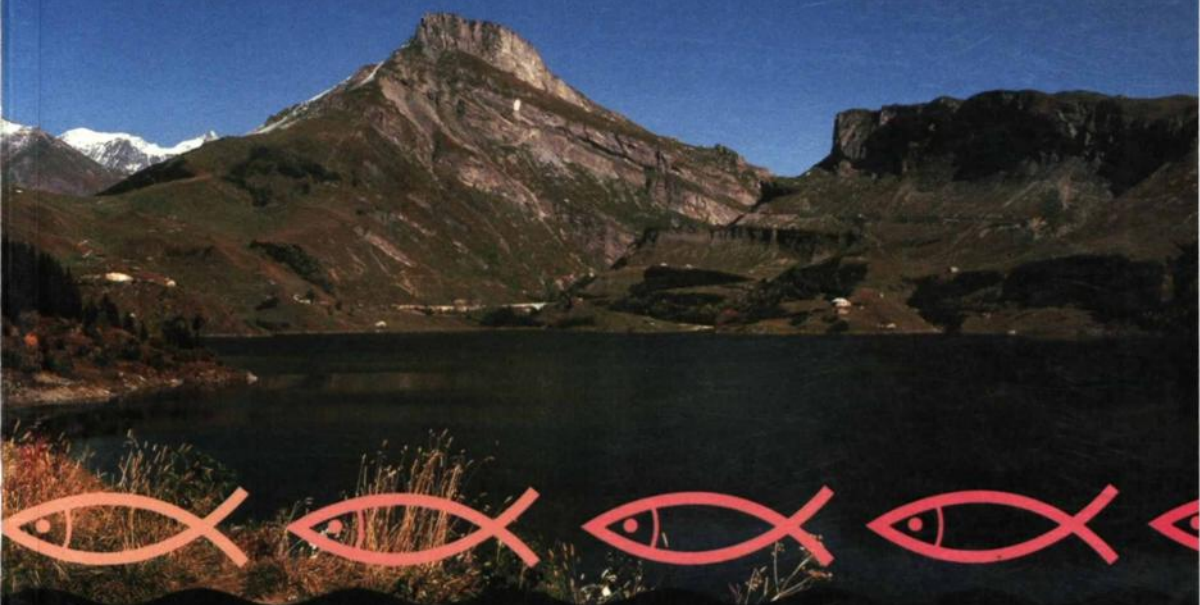


gestion piscicole

des grands plans d'eau



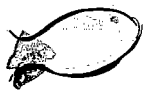
 **INRA**
EDITIONS

HYDROBIOLOGIE ET AQUACULTURE

gestion piscicole des grands plans d'eau

Daniel GERDEAUX

Éditeur



Conseil Supérieur de la Pêche



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

147, rue de l'Université, 75338 Paris Cedex 07

HYDROBIOLOGIE ET AQUACULTURE

Déjà parus dans la même collection :

Le Brochet : gestion dans le milieu naturel et élevage

Grignon (France), 9-10 septembre 1982

R. Billard, éd.

1984, 374p.

La truite. Biologie et écologie

J.L. Baglinière, G. Maisse, éd.

1991, 304 p.

Les carpes. Biologie et élevage

R. Billard, coord.

1995, 388 p.

Poissons de Guyane

Guide écologique de l'Approuague

et de la réserve des Nouragues

T. Boujard, M. Pascal, J.F. Meunier,

P.Y. Le Bail, J. Gallé

1997, 262 p.

Genetics and breeding of common carp

V.S. Kirpitchenkov, révisé par R. Billard,

J. Repérant, J.-P. Rio et R. Ward

1999, 104 p.

Les aloses (*Alosa alosa* et *alosa fallax* spp.)

Écobiologie et variabilité des populations

J.L. Baglinière, P. Élie, édés.

2000, 292 p.

Stock, recruitment and reference points

Assessment and management of

Atlantic salmon

E. Prévost, G. Chaput, édés.

2001, 224 p.

© INRA, Paris 2001 - ISBN : 2-7380-0946-8 - ISSN : 0763-1707

© Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants-droit. Le non respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

Avant-propos

En 1983, un colloque avait réuni des chercheurs et des gestionnaires de la pêche sur le thème de la gestion piscicole des lacs et retenues artificielles. Les actes de ce colloque, publiés dans la collection *Hydrobiologie et Aquaculture* éditée par l'Institut National de la Recherche Agronomique (Billard et Gerdeaux, 1985), ont été rapidement épuisés.

Un nouveau colloque s'est tenu en novembre 1996 dans le cadre des rencontres chercheurs-praticiens, à l'occasion des manifestations organisées par l'INRA pour son cinquantenaire. La Ville de Thonon a accueilli gracieusement cette rencontre à l'Espace des Ursules, manifestation soutenue par le Conseil Supérieur de la Pêche et Electricité de France.

La plupart des communications présentées ont été reprises par leurs auteurs pour réaliser une nouvelle édition remaniée de l'ouvrage publié en 1985.

La première partie aborde quelques aspects de la gestion hydraulique et écologique des plans d'eau et suppose que le lecteur possède des connaissances générales sur l'écologie des lacs. Si ce n'est pas le cas, ces connaissances sont facilement accessibles dans des ouvrages récents publiés par l'INRA (Grosclaude, 1999 a, b) (Riou *et al.*, 2000) et dans un ouvrage spécialisé de limnologie générale (Pourriot et Meybeck, 1995). Les particularités des retenues hydroélectriques et de leur gestion piscicole sont abordées pour compléter ces connaissances. Un éclairage particulier est porté sur la part que peut prendre le peuplement de poissons en tant que compartiment fonctionnel de l'écosystème et, par voie de conséquence, le rôle que peut prendre la gestion halieutique dans la qualité du milieu aquatique. Un chapitre sur l'évaluation de l'aptitude biogène des lacs complète l'approche fonctionnelle qui est une préoccupation actuelle des scientifiques. En effet, la production d'un milieu n'est pas uniquement liée aux teneurs en éléments nutritifs, mais aussi aux aptitudes du système à métaboliser ces éléments. Un exemple de diagnose fonctionnelle est ensuite présenté.

Toutes les méthodes d'études des peuplements de poissons ne seront pas abordées de la même façon. Certains chapitres présentent un bilan général assez détaillé quand il n'est pas possible de trouver en français une synthèse équivalente, qu'il s'agisse de méthodologie d'échantillonnage par pêche active ou passive, ou par échosondage. L'utilisation des filets verticaux n'était pas d'usage courant en 1985, la méthodologie est donc bien développée et un exemple concret d'application dans le lac de Tazenat est présenté. Les techniques d'échosondage ont fait également beaucoup de progrès cette dernière décennie. Il en est de même

avec les techniques de marquage des poissons : le marquage par colorants dès le stade œuf n'était pas maîtrisé en 1985, les marques de type «transpondeur» n'étaient pas miniaturisées. Les caractéristiques du déroulement de la fraie des poissons ne sont décrites dans aucun autre ouvrage de synthèse. En revanche, les méthodes de détermination de l'âge et de la croissance des poissons ont fait l'objet de nombreuses publications et le lecteur est invité à s'y reporter (voir par exemple, Baglinière *et al.* 1992).

La gestion halieutique en plans d'eau repose souvent, encore aujourd'hui, sur des soutiens de populations par des déversements de juvéniles dont il est démontré l'efficacité, en particulier pour l'omble chevalier. Les méthodes de réhabilitation des habitats lacustres ont seulement été évoquées dans le chapitre sur la reproduction. Nous ne disposons pas en France de beaucoup d'exemples de renaturation de milieu pour y consacrer un chapitre. Les connaissances des captures sont encore trop partielles et les exemples français de long suivi statistique sont limités aux lacs péri-alpins. Des éléments simples de mise en place et d'utilisation de statistiques de pêche seront donnés avant d'aborder ce que la modélisation peut apporter quand on a récolté suffisamment de données sur une pêcherie.

Ce livre est un bilan des connaissances de la communauté des chercheurs et des praticiens impliqués dans la gestion piscicole en France. Nous remercions les auteurs pour la présentation et la remise des manuscrits, les participants à la rencontre de Thonon-les-Bains qui ont été très actifs dans les échanges d'informations, la ville de Thonon-les-Bains qui nous a accueilli et les organismes qui ont matériellement contribué à la réalisation du colloque et de l'ouvrage. Nous remercions les techniciens de la Station d'Hydrobiologie Lacustre de Thonon-les-Bains qui ont fait que les rencontres se sont très bien déroulées et plus particulièrement Valérie Hamelet qui a assuré le secrétariat des journées et de l'édition de ce livre.

Pour en savoir plus

BAGLINIÈRE J.L., CASTANET J., CONAND E., MEUNIER F.J., 1992. *Tissus durs et âge individuel des vertébrés*. Colloque national de Bondy du 4-6 mars - Coéd. ORSTOM/INRA, 459 p.

GROSCLAUDE G., coord. 1999. *L'eau*. Tome I : *milieu naturel et maîtrise* (204 p.). Tome II : *usages et polluants* (210 p.). Coll. Un point sur. INRA, Paris.

POURRIOT R. et MEYBECK M. (éds.), 1995. *Limnologie générale*. Coll. Ecol. n° 25, Masson, Paris.

NEVEU A., RIOU C., BONHOMME R., CHASSIN P., PAPY F. éd., 2001. *L'eau dans l'espace rural. Vie et milieu aquatique*. Coéd. INRA-AUF, 308 p.

Sommaire

ÉCOLOGIE DES PLANS D'EAU

- Gestion hydraulique et ressources piscicoles dans les retenues hydroélectriques
A. POIREL , G. MERLE , M.J. SALENÇON et F. TRAVADE3
- Importance du peuplement piscicole dans la qualité des eaux : les biomanipulations
N. ANGELI, L. CRÉTENOTY et D. GERDEAUX35
- L'évaluation de l'aptitude biogène des lacs à l'aide du macrobenthos.
Son intérêt en typologie
J. VERNEAUX , V. VERNEAUX, A. SCHMITT et J.C.LAMBERT75
- Diagnose fonctionnelle rapide et pistes de valorisation piscicole des lacs
J.-F. PERRIN et D. VALLOD87

CONNAISSANCE DES PEUPELEMENTS

- Méthodes de pêche active en milieu lacustre : caractéristiques et contraintes
d'utilisation
G. MASSON, A. PEDON-FLESCH et R. MARZOU109
- Echantillonnage de l'ichtyofaune lacustre : engins passifs et protocole de
prospection. Exemple des filets maillants et emmêlants
F. DEGIORGI, J. P. GRANDMOTTET, J.C. RAYMOND et B. RIVIER151
- Exemple d'application de la méthode des filets verticaux à un lac de cratère.
Etude de l'ichtyofaune du lac de Tazenat (Massif Central, France)
V. DE CRESPIN DE BILLY , J.M. DITCHE, P. REYES-MARCHANT
et N. LAIR183

GESTION PISCICOLE DES GRANDS PLANS D'EAU

Echantillonnage des alevins en milieu lacustre : deux techniques utilisées selon un protocole standard G. OLIVIER, F. DEGIORGI, G. COME et J.C. RAYMOND	193
L'hydroacoustique, méthode d'étude de la distribution spatiale et de l'abondance des peuplements de poissons lacustres J. GUILLARD et E. MARCHAL	215
Le déroulement de la fraie des principaux poissons lacustres C. GILLET	241
Détermination de l'âge et de la croissance des poissons D. GERDEAUX	283
Impact des relations intraspécifiques et interspécifiques sur l'abondance des populations F. CARANHAC	293
Le marquage des poissons A. CHAMPIGNEULLE et R. ROJAS BELTRAN	311

GESTION HALIEUTIQUE

Pacage lacustre de salmonidés (omble chevalier, corégone et truite) dans le lac Léman et le lac du Bourget A. CHAMPIGNEULLE, M. MICHOD et J.-C. BRUN	349
Les statistiques de pêche D. GERDEAUX	423
Gestion piscicole : générer des modèles d'accompagnement V. GINOT et C. LE PAGE	435
Adresses des auteurs	457

Ecologie des plans d'eau

Gestion hydraulique et ressources piscicoles dans les retenues hydroélectriques*

Contexte

La création de retenues d'eau artificielles est une pratique très ancienne, l'existence de tels ouvrages ayant été démontrée 4000 ans avant J.C. (Biswas, 1975 *in* Balvay, 1985).

En France cette pratique a eu un essor sans précédent dès le début du vingtième siècle pour répondre à des besoins multiples : production d'énergie hydraulique, puis hydroélectrique, approvisionnement en eau potable, industrielle ou d'irrigation, aide à la navigation et régularisation des débits (soutien des étiages et écrêtement des crues), lutte contre les incendies, pisciculture, activités de loisirs.

On dénombre actuellement environ 250 retenues EDF de plus de 10 ha, 110 de plus de 100 ha dont 8 de plus de 1000 ha. Leur superficie (50800 ha) est sensiblement égale à celle des lacs naturels (45300 ha). Les retenues créées par les aménagements hydroélectriques gérées par EDF représentent de l'ordre de 7 milliards de m³ d'eau soit environ 3/4 des plans d'eau français.

Aujourd'hui, la création de nouvelles retenues en France s'est ralentie et les aménagements qui se mettent en place sont souvent des aménagements à buts multiples dans lesquels la production d'électricité n'est pas l'objectif premier de la création de l'ouvrage.

Sur les ouvrages existants, pour répondre aux multiples besoins qui s'expriment vis-à-vis d'une ressource en eau limitée, EDF s'est engagée dans une démarche de partenariat actif avec tous les usagers de l'eau pour utiliser au mieux les réserves d'eau.

Tous ces usages ne sont pas sans conséquences sur la productivité piscicole des retenues. Il importe dans un premier temps de bien connaître les spécificités de la gestion hydraulique des retenues EDF, puis de voir dans quelle mesure une gestion piscicole adaptée peut contribuer à tirer le meilleur parti de milieux, colonisés par les poissons, mais qui n'ont pas été initialement créés pour eux.

* A. POIREL, G. MERLE, M.J. SALENÇON, F. TRAVADE

Cadre réglementaire

La réglementation sur l'eau, s'appliquant aux plans d'eau, est assez complexe. On en trouvera une description d'accès assez simple dans «Plans d'eau - De l'autre côté du miroir» (IGGE,1988).

On rappellera simplement ici la distinction eaux domaniales et eaux non domaniales et la réglementation de la pêche qui s'y rattache.

Sur le plan juridique on distingue en effet les eaux :

- **domaniales** : ce sont les cours d'eau et plans d'eau navigables et flottables. Ils font partie du Domaine Public de l'Etat.

- **non domaniales** : toutes les autres. Elles sont susceptibles d'appropriation privée.

A l'exception de quelques lacs (7 en Rhône-Alpes dont le Bourget et Annecy) pour lesquels une réglementation spécifique locale peut être édictée, les plans d'eau sont soumis aux mêmes règles de pêche que les cours d'eau. Les deux textes de référence sont la loi «Pêche» du 29.06.1984 et la circulaire du Ministère de l'Environnement du 16.09.1987.

Ces textes concernent les eaux douces. Les eaux «closes» qui ne peuvent avoir de relations même occasionnelles ou accidentelles avec le réseau hydrographique général n'y sont pas soumises.

Les autres, dites «eaux libres», peuvent être domaniales ou non domaniales. Dans les premières, qui font partie du domaine public, le droit de pêche appartient à l'Etat. Dans les secondes, c'est le propriétaire du plan d'eau qui le détient ; mais, en règle générale, il n'est propriétaire ni de l'eau ni du poisson qui s'y trouve.

Cette réglementation ne concerne que le pêcheur à la ligne amateur.

Dans les plans d'eau considérés comme eaux libres, les pêcheurs sont soumis à certaines obligations, notamment celle de faire partie d'une association agréée de pêche et de protection des milieux aquatiques (AAPPMA).

Cadre réglementaire de l'exploitation des ouvrages EDF

Le cadre réglementaire actuel dans lequel s'effectue l'exploitation des ouvrages hydroélectriques est également complexe et en cours d'évolution avec la parution des décrets d'application de la loi sur l'eau de 1992. Il ne saurait donc être question d'en faire un exposé détaillé, mais quelques points importants méritent d'être soulignés pour rappeler la légitimité du fonctionnement des ouvrages.

EDF en tant que concessionnaire d'ouvrage hydroélectrique a des droits et des obligations qui sont définis par la loi du 16/10/1919 et détaillés selon le statut des ouvrages (fonction de la puissance installée) :

- pour les concessions, dans un Cahier des charges des entreprises hydrauliques concédées sur les cours d'eau et les lacs dont le modèle est annexé au décret du 5 septembre 1920,

- pour les autorisations, par un règlement d'eau type selon le décret n°81375 du 15/04/1981.

Cette réglementation donne des droits à l'entreprise. Elle peut produire de l'énergie électrique avec les ouvrages installés, emprunter un débit maximum et dériver les eaux. Elle a le droit de modifier le niveau du plan d'eau et le débit du cours d'eau.

Les opérations particulières de gestion comme les vidanges, les chasses, la gestion des crues, les curages, dragages etc... peuvent être décrites dans des consignes d'exploitation. Ce n'est pas pour l'instant une obligation pour les ouvrages existants mais cette réglementation est appelée à changer.

Les obligations sont nombreuses et concernent l'entretien, la sécurité, la conformation à la réglementation existante et à venir notamment en ce qui concerne la police des eaux, la navigation et le flottage, la défense nationale, la protection contre les inondations, la salubrité publique, l'alimentation en eau des populations riveraines, la libre circulation des poissons, la protection des sites et paysages... En ce qui concerne le milieu aquatique, il y a essentiellement obligation de maintenir un débit réservé à l'aval de l'ouvrage (sous réserve des débits entrants) et de compenser le préjudice piscicole par une «redevance d'alevinage».

Droits de pêche

En ce qui concerne la gestion piscicole des retenues, EDF a opté en 1954 pour une solution globale de remise gratuite à l'Etat des droits de pêche qu'elle détient de droit sur ses retenues hydroélectriques. Ceci s'est concrétisé par la signature de la Convention Etat/EDF du 27 juillet 1954 concernant le cession à l'Etat des droits de pêche d'EDF dans les lacs de retenue des barrages.

Cette convention stipule dans son article 3 que «dans l'exercice des droits de pêche qui lui sont ainsi concédés, l'Etat ou ses concessionnaires devront supporter, sans indemnité, toutes les sujétions et inconvénients pouvant résulter de l'utilisation prioritaire des eaux pour la production de l'énergie électrique dans le cadre des obligations inscrites au Cahier des Charges ou au règlement d'eau, cette utilisation étant la destination essentielle des barrages et autres ouvrages créés par Électricité de France.

En cas de vidange totale d'un lac de retenue et sauf cas de force majeure ou impossibilité technique, l'Électricité de France facilitera au service des Eaux et Forêts les mesures que cette Administration désirerait prendre à ses frais pour la sauvegarde du poisson. Dans ce but, l'Électricité de France préviendra le Service des Eaux et Forêts le plus longtemps possible à l'avance».

Aujourd'hui EDF respecte ses obligations et sans se substituer au gestionnaire piscicole collabore très largement, notamment lors des vidanges, aux opérations qui visent au maintien du cheptel piscicole des retenues...

Caractéristiques de l'habitat aquatique dans les retenues

Les plans d'eau artificiels créés pour des besoins énergétiques sont de nature, de forme, de volume très variables selon le cours d'eau, l'altitude et la morphologie des terrains sur lesquels ils sont créés.

Ils présentent des similitudes avec les lacs naturels, mais également des particularités liées aux caractéristiques de leur construction et à leur mode de gestion. Ce dernier point sera examiné plus en détail dans le paragraphe suivant.

Age et forme de la retenue

L'âge des lacs naturels est très variable et s'exprime souvent à l'échelle géologique : 50 millions d'années pour le lac Baïkal, un million d'années pour le lac Tanganyika, plus de 10 000 ans pour le Léman, mais seulement 53 ans pour le lac de Vallon créé à la suite d'un glissement de terrain en 1943 (Balvay, 1985).

Les retenues artificielles ont des âges qui s'expriment à l'échelle humaine.

La forme de la cuvette d'accumulation peut être considérée comme relativement régulière et symétrique dans les lacs naturels, la zone de profondeur maximale se trouvant en général dans la partie centrale du lac.

Dans les retenues hydroélectriques, on ne peut pas vraiment parler de «cuvette». En effet le barrage se situe souvent sur une zone de forte pente ce qui entraîne souvent l'engorgement de zones encaissées et la création de retenues très longues et peu larges. La profondeur augmente régulièrement de l'amont vers l'aval avec des zones de profondeur maximale devant le barrage qui a donné naissance à la retenue. De ce fait, le rapport entre la longueur de rive et la surface de la retenue est beaucoup plus élevé que dans les lacs naturels.

Sur plus de 200 retenues EDF supérieures à 1ha, la profondeur moyenne s'établit à 12 m avec 50% des retenues inférieures à 7,7 m de profondeur. Par contre, les profondeurs maximales sont beaucoup plus élevées (moyenne = 26 m ; médiane = 17 m). On compte 60 retenues de plus de 40 m de profondeur.

Situation

Les retenues hydroélectriques sont concentrées dans les zones montagneuses, Alpes, Massif Central, Pyrénées et Jura. La hauteur de chute entre le plan d'eau et l'usine et le débit turbiné étant les critères économiques déterminants, les retenues sont souvent situées au niveau des ruptures de pente.

On dénombre environ 160 retenues entre 0 m et 500 m d'altitude, 80 entre 500 m et 1000 m et 80 à plus de 1000 m d'altitude (fig.1.1).

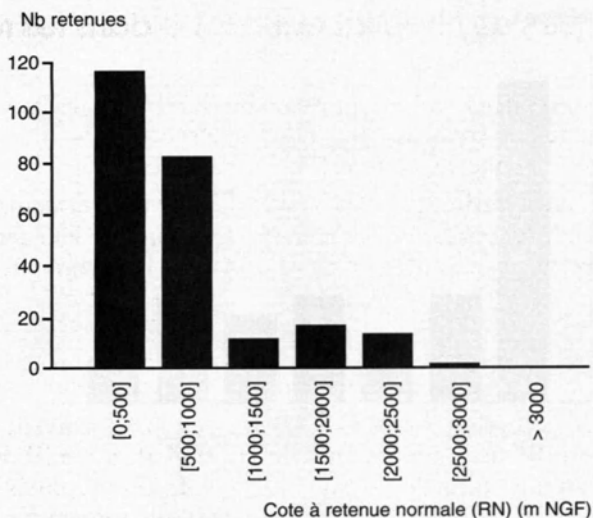


Figure 1.1 : Répartition des retenues EDF en fonction de l'altitude.

Position de l'émissaire

L'émissaire d'un lac naturel est généralement situé en surface et évacue en permanence les eaux superficielles. Quelques rares lacs naturels de Haute-Savoie ne présentent pas d'émissaire ni d'affluents permanents visibles en surface et leur niveau est en relation avec celui de la nappe phréatique ; de tels lacs se rapprochent des gravières et ballastières, excavations artificielles ayant recoupé le toit des nappes souterraines.

Dans une retenue, la position de la prise d'eau est très variable et influence le mouvement et donc la qualité (température, oxygénation, dissolution des éléments minéraux ou toxiques) des différentes couches d'eau qui peuvent être présentes. Cet aspect sera développé p. 19

Renouvellement des eaux

Le temps de séjour (TS) des eaux dans un volume donné dépend du volume considéré, du débit des affluents et dans le cas des retenues artificielles du régime d'utilisation des eaux stockées.

Plus le renouvellement est rapide (temps de séjour court), plus le milieu est semblable à une rivière ; inversement, des temps de séjour très longs (c'est-à-dire un faible renouvellement de l'eau) permettront à une retenue artificielle d'acquiescer certaines caractéristiques de lacs.

Dans les lacs naturels, le temps de séjour moyen des eaux est très variable, de quelques jours à plus de 1700 ans pour le lac Tanganyika. En général, comme par exemple dans le lac Léman, les couches superficielles se renouvellent plus rapidement que les couches profondes.

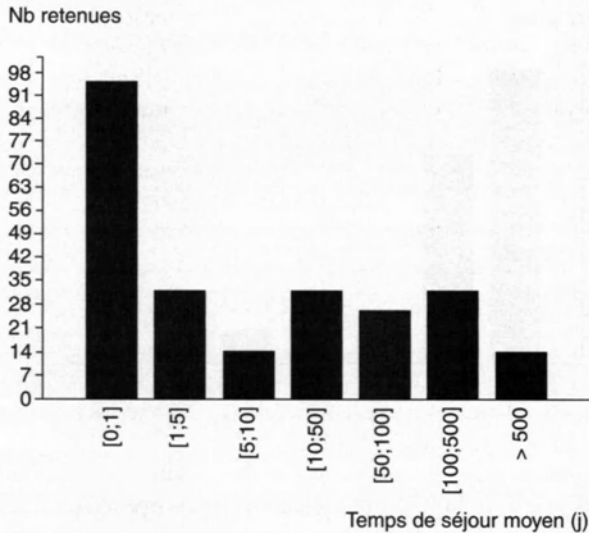


Figure 1.2 : Temps de séjour moyen dans les retenues EDF.

Dans les retenues, le TS dépend fortement de l'importance et de la nature du soutirage par rapport au volume d'eau accumulé (voir p. 19) ; il varie de quelques heures à plusieurs années. Environ 30% des retenues EDF ont un temps de séjour inférieur à 1 jour et 30% supérieur à 1 mois (fig.1.2).

Nature des fonds

La nature des fonds constitue un des facteurs majeurs de qualité des habitats aquatiques pour la faune et la flore. Les retenues sont soumises à une sédimentation particulière liée à la rivière qui les alimente.

Le type de sédimentation est fonction du contexte géomorphologique du bassin versant, des cycles biologiques dans la retenue ou sur le bassin versant. La nature des fonds est donc variable dans l'espace selon la nature des apports. Par ordre d'importance, les phénomènes sédimentaires principaux sont :

- l'érosion du bassin versant produisant outre des composés dissous, des particules minérales dont la taille, la forme, et la nature sont liées à la géologie, à la pente du bassin versant, et à l'hydrodynamique de la rivière en amont. Cette sédimentation affecte le débouché des tributaires avec un granoclassement important des particules ;

- la sédimentation des débris végétaux du bassin versant et des abords de la retenue qui, à l'automne peut se révéler très importante (feuilles mortes). Ces débris se décomposent très lentement et sont souvent pris dans des systèmes de stratifications entrecroisées avec les dépôts minéraux (alternance feuilles mortes/sables dans de nombreuses retenues du Massif Central). On les rencontre au débouché des tributaires et sur les rives ;

- la sédimentation du phytoplancton lors des phases de mortalité de ce dernier. Cette sédimentation est d'autant plus importante que le lac ou la retenue a une production primaire élevée et que les vitesses d'eau lors des crues dans la retenue sont faibles. Les vases issues de cette sédimentation sont très fines, et très fluides. Au rythme de quelques centimètres par an, ce type de vases posent souvent problème car d'une part elles sont très difficiles à stabiliser et, d'autre part, elles sont organiques donc consommatrices d'oxygène dissous. De par sa fluidité, cette sédimentation affecte les zones de faible pente (sillon central et banquettes latérales) ;

- la sédimentation de la flore de la rivière amont qui ne se rencontre que sur quelques retenues. Elle est à ce jour très mal quantifiée.

La nature des fonds est donc très fortement influencée par la sédimentation (nature et importance) mais aussi par les événements d'exploitation :

- les marnages qui affectent les zones émergées et redistribuent les sédiments dans les cônes de déjection des tributaires,

- les vidanges et chasses qui modifient le volume, la répartition et la nature physico-chimique des sédiments - oxydation des composés chimiques, expulsion de l'eau interstitielle lors de leur remise à l'air, et formation d'une croûte superficielle bloquant les échanges eau/sédiment.

Nature des habitats aquatiques

La mise en eau d'une retenue entraîne deux modifications profondes du milieu aquatique qui vont déterminer très rapidement la nature et l'abondance des habitats aquatiques qui vont être offerts aux espèces et remplacer celles qui étaient liées à la rivière :

- la diminution des courants qui entraîne une déposition des particules en suspension entraînées par la rivière et le remplacement des communautés lotiques (d'eau courante) par une faune pélagique associée à des eaux plus calmes,
- le recouvrement de terrains antérieurement émergés.

Selon l'importance du nettoyage de ces terrains qui est fait avant l'immersion (coupe de bois, arrachage etc.), de la végétation existante, de la nature des terrains et enfin de la topographie, les berges et les fonds des retenues seront plus ou moins favorables pour la flore et la faune.

On constate souvent l'absence de plateau littoral favorable au développement d'une faune benthique abondante, des développements insuffisants de végétation immergée nécessaire à la ponte de certaines espèces...

En règle générale, la mise en eau est suivie d'une période de forte productivité à tous les échelons de la chaîne trophique (Lowe Mc Connell, 1973). Cette période qui dure environ 2 à 3 ans est caractérisée, sur le plan piscicole, par une extension rapide des populations les plus adaptées à la vie lacustre (Bardach et Dussart, 1973). Ce phénomène, explicable par l'enrichissement des eaux en sels minéraux dissous issus de la végétation et des sols submergés, est suivi d'une période de décroissance de la productivité de

durée très variable suivant les retenues (6 à 30 ans) avant que ne s'instaure une sorte d'état d'équilibre.

Dans cet état d'équilibre, seules se développent les espèces de poissons adaptées à la vie lacustre, mais également adaptées à la configuration de la retenue et surtout aux marges qui sont une des principales résultantes de la gestion des plans d'eau artificiels.

Gestion hydraulique des plans d'eau EDF

La gestion d'une retenue hydroélectrique se fait en fonction de ses capacités de stockage par rapport aux apports d'eau qu'elle reçoit. Plus le rapport est grand, plus il est loisible de stocker ou de relâcher de l'eau sans tenir compte des fluctuations dans les apports.

On distingue ainsi différents types de retenues :

- les réservoirs journaliers ou hebdomadaires, dont le volume est de l'ordre de grandeur des apports moyens journaliers ou hebdomadaires,
- les réservoirs saisonniers, dont le volume est de l'ordre de grandeur des apports de la saison des forts débits ; ces réservoirs, aménagés en général sur le cours supérieur des rivières, permettent de stocker de l'eau pendant cette saison et de l'utiliser en période de forte consommation ;
- les réservoirs interannuels dont le volume est supérieur au volume des apports annuels ; ils permettent de stocker de l'eau pendant une année humide pour la restituer pendant une année sèche.

Besoins en hydroélectricité

Le parc hydraulique est composé d'environ 500 aménagements représentant une puissance installée de 23 000 MW, permettant de produire environ 15% de la production nationale d'électricité.

L'énergie hydraulique par sa souplesse et sa rapidité de mise en service (14 000 MW sont disponibles en quelques minutes) joue un rôle fondamental dans le système électrique français. Elle permet d'ajuster en permanence la production aux variations de la demande, ponctuelles, journalières ou saisonnières.

Ceci est rendu possible par l'utilisation combinée de différents types de centrales hydroélectriques.

Différents modes de gestion

Les usines hydroélectriques se répartissent en quatre types qui ont des modes de gestion différents et qui sont appropriés pour répondre à tel ou tel besoin spécifique du réseau électrique.

Les usines au fil de l'eau

Les aménagements dits «au fil de l'eau» sont ceux sur lesquels il n'est pas possible de faire de stockage important (inférieur ou égal à 2 heures) et où le débit entrant est simplement turbiné. La production d'électricité est une production de base. C'est le cas des aménagements sur le Rhin et en partie sur le Rhône.

Sur ces aménagements, il n'y a pas de fluctuation notable des niveaux d'eau.

Les usines d'éclusées

Ces aménagements ont la faculté de stocker de l'eau à l'échelle de la journée ou de la semaine, de façon à pouvoir l'utiliser en période de pointe c'est-à-dire lorsque l'on enregistre des périodes courtes de forte consommation. Le temps de remplissage de ces réservoirs est compris entre 2 et 400 heures.

Selon l'importance du fonctionnement de l'usine en dehors des périodes d'éclusées (usine à l'arrêt ou usine en fonctionnement de base) et selon les apports, cette gestion conduit à des fluctuations plus ou moins importantes et plus ou moins régulières du plan d'eau.

Les usines de lacs

Ces aménagements correspondent à des réservoirs à stockage saisonnier, de grand volume. Ils permettent de reporter la production possible à la période d'hiver où la demande est la plus forte.

Les fluctuations correspondent en pratique à différents régimes :

- la période de remplissage allant en général d'avril à juillet où le niveau monte progressivement,
- puis une période de rétention de juillet à octobre, pendant laquelle le réservoir est utilisé au fil de l'eau ou en éclusées ; le niveau de l'eau peut fluctuer légèrement au voisinage de la cote maximale atteinte,
- enfin une période de déstockage où la retenue est progressivement vidée jusqu'à une cote minimale pré-définie.

Les Stations de Transfert d'Energie par Pompage (STEP)

Les STEP sont constituées de deux bassins à des altitudes différentes. Ceci permet de stocker de l'eau dans la retenue supérieure en utilisant de l'énergie de base en période de faible consommation pour monter l'eau et de turbiner l'eau stockée en période de forte consommation.

Ces aménagements sont peu nombreux (la plus puissante STEP -1800 MW - est celle de Grand'Maison, Isère). Ils créent de très fortes fluctuations des niveaux d'eau notamment dans le réservoir supérieur qui sont défavorables à l'établissement de peuplements piscicoles pérennes.

Influence de la gestion hydraulique sur les ressources piscicoles des retenues

Les marnages

Pour les organismes aquatiques le marnage est le critère qui différencie le plus, lacs et retenues hydroélectriques. C'est pourquoi l'analyse des différents types de marnage revêt une importance capitale. Il faut distinguer dans l'analyse des milieux aquatiques deux aspects du marnage : son amplitude totale et sa variabilité temporelle. En effet, certains organismes pourront ou non se développer, se reproduire... selon le marnage total ou selon la période de marnage.

Le marnage des retenues artificielles correspond à la gestion du stock d'eau donc à une variation de la capacité stockée dans la retenue. Stockage et déstockage induisent une modification de l'hydrologie entre l'amont et l'aval de l'usine. La cote du plan d'eau peut varier entre 2 limites données par le cahier des charges du titre : la cote de retenue normale et la cote minimale d'exploitation. De plus, il existe pour de nombreuses retenues, des cotes contractuelles à maintenir - souvent sur la période estivale -.

Le volume sur lequel s'effectue le marnage est dénommé «volume utile de la retenue» ; la partie résiduelle étant le culot.

On observe que le pourcentage de retenues soumises au marnage est bien supérieur dans les retenues d'altitude (fig. 1.3). En altitude, les surfaces résiduelles de retenue à cote basse pourront donc être très faibles.

Environ 50 % des retenues EDF ont un marnage inférieur à 6 m et 40 retenues ont un marnage supérieur à 30 m.

Si le marnage typique de chaque retenue est assez bien connu (cf. p.25), le marnage réel est très variable d'une année sur l'autre en fonction de l'hydrologie et des besoins en électricité.

On distingue différents types de retenues en fonction de leur temps de séjour (fig. 1.4).

- les retenues inter-annuelles ont un temps de séjour élevé (de l'ordre de une année). Ces retenues de grand volume utile présentent un marnage de grande amplitude, les variations de cotes sont lentes, assez régulières d'une année sur l'autre. Souvent situées dans les zones de haute montagne, ces retenues sont déstockées pendant l'hiver et remplies par la fusion nivale, ce qui permet une gestion prévisionnelle des apports à partir des stocks neigeux (ex : Retenue de Serre-Ponçon, Hautes-Alpes).

- les retenues saisonnières présentent des marnages moins réguliers, avec plusieurs périodes de stockage/déstockage par an, les crues pouvant avoir une incidence importante sur l'évolution de la cote, une forte crue pouvant apporter un volume d'eau équivalent à celui de la retenue (ex : Retenue de Puyvalador, Pyrénées-Orientales).

- les retenues hebdomadaires ou journalières présentent des variations fréquentes et rapides de la cote. Les crues et les manœuvres d'exploitation ont une incidence très marquée sur le niveau du plan d'eau, mais les marnages sur ces