

L'influence du bassin versant est parfois décisive

Parmi la multitude d'éléments chimiques introduits par l'environnement immédiat dans le plan d'eau, il en est quelques-uns sur lesquels le gestionnaire doit porter toute son attention :

- La turbidité de l'eau est l'exemple même du paramètre polymorphe. La prévision est très hasardeuse, car la turbidité dépend de bien des facteurs : matières entraînées par les eaux d'alimentation, matières humiques, algues planctoniques, érosion des berges, brassage de fond par les bateaux, les baigneurs, etc...

La turbidité induit à son tour plusieurs phénomènes plus ou moins désirables : aspect louche, dépôts sur les plages et au fond, colmatage des supports biologiques, réduction de la photosynthèse...

La prévention importe en la matière beaucoup plus que les remèdes, qui sont peu nombreux : ainsi, les plans d'eau en dérivation sont plus épargnés que ceux établis sur un cours d'eau, de même, le décapage préalable des sols meubles, la consolidation mécanique des berges ou leur végétalisation intense se conçoivent plus aisément lors d'une création, plutôt que dans le cas d'un réaménagement.

- Les sels dissous dans l'eau ont des rôles plus ou moins importants : les éléments nutritifs, par les phénomènes biologiques qu'ils engendrent, par exemple sur la flore algale, sont fondamentaux. A des teneurs raisonnables, Nitrates (NO_3^-) et Phosphates (PO_4^{3-}) entretiennent une bonne production, mais on ne doit pas trouver de teneurs significatives en nitrites (NO_2^-) ou sels ammoniacaux (NH_4^+), sinon à suspecter une pollution organique. Les sels de calcium jouent un double rôle de régulateurs du pH et d'éléments de croissance, des poissons notamment : des teneurs de 120 à 160 mg Ca_2^+ /l constituent les bornes optimales. Les autres éléments comme les chlorures, les sulfates, la silice ne constituent pas, sauf contexte géologique particulier, des facteurs limitants.

- La matière organique, en solution ou en suspension, a deux origines principales : les apports du bassin versant et les substances organiques incorporées ou non au vivant, qui sont produites dans le plan d'eau. Elle se mesure couramment par la DBO5* (valeurs habituelles 3 à 10 mg/l). Actuellement la mesure du Carbone Organique Total (COT)

tend à être systématiquement couplée à celle de la DBO5.

Une image globale de la minéralisation de l'eau peut être obtenue par la mesure de la conductivité électrique. En outre, comme paramètre évoluant directement avec la dilution des sels dissous, il peut être, dans certains cas, un révélateur de l'intensité des phénomènes d'évaporation-concentration.

Cette rapide revue doit s'achever en orientant le gestionnaire vers les normes de qualité, établies en particulier pour les eaux de baignade, qui imposent le contrôle périodique des paramètres :

- microbiologie, bactériologie : germes fécaux (salmonelles et entérovirus en zone suspecte) ;
- substances indésirables : huiles, détergents, phénols, hydrocarbures, colorants ;
- micropolluants toxiques (en cas de suspicion) : pesticides, métaux lourds, cyanures, P.C.B.

Pour ce dernier groupe, dont la recherche analytique est difficile et coûteuse, les tests biologiques de toxicité (sur daphnie ou poisson) sont un moyen pratique de dépistage.

L'AMENAGEMENT DU MILIEU VIVANT

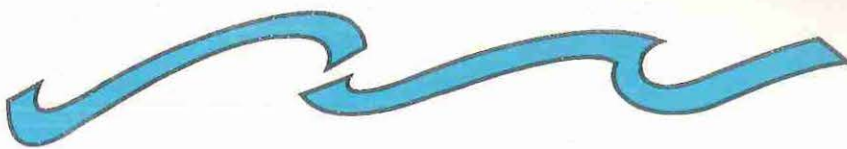
Un plan d'eau, même très banal, est un écosystème aquatique complet. C'est-à-dire qu'il est le siège d'un réseau complexe de relations établies entre les espèces vivantes et le milieu physique. Rappelons que ces êtres vivants appartiennent à six grandes communautés : bactérienne, végétale et animale : zooplancton, benthos, et animaux supérieurs.

Il est clair que dans le cadre de l'aménagement rationnel des plans d'eau de plaisance, on se trouvera surtout confronté aux problèmes d'entretien des colonies animales et végétales de taille macroscopique.

Le niveau microscopique n'est certes pas à négliger, mais sa gestion devient une affaire de spécialiste, et elle ne peut être abordée dans ce chapitre.

FLORE AQUATIQUE : UN BIEN OU UN FLEAU

En termes écologiques, le maillon essentiel que représentent les végétaux dans l'eau est évident : producteurs autotrophes*, consommateurs de sels dissous et minéralisés dans le substratum, support biologique et nourriture



pour une infinité d'organismes.

Pour l'usager, ces aspects sont largement sous-estimés au profit d'une typologie plus pragmatique :

- les algues microscopiques qui nourrissent les poissons mais troublent l'eau et la rendent visqueuse,
- les algues filamenteuses qui sont indésirables tant sur le fond qu'en surface,
- les herbiers de macrophytes décoratifs mais envahissants.

Finalement, il s'agit bien d'une perception axée sur les conflits d'usage (baignade contre pêche par exemple), d'où interprétation erronée de prétendus "déséquilibres" biologiques.

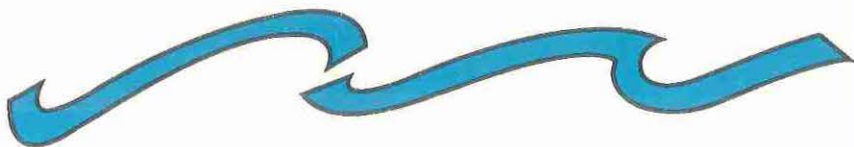
La flore aquatique, notamment la microflore,

et les algues, sont d'excellents indicateurs de l'état de trophie* du milieu. Par exemple, la classification de Wurtz (1958) reconnaît une succession des groupes dominants du phytoplancton depuis les étangs oligotrophes (eaux limpides) jusqu'aux étangs les plus eutrophes du type : Desmidiées - Chrysomonadines - Diatomées - Péridiniens - Chlorococcales - Cyanophycées. Ces derniers groupes sont responsables des "fleurs d'eau" dans les milieux à forte charge organique. Il s'agit donc bien là d'un élément de diagnostic essentiel.

Les macrophytes se soumettent plus volontiers au jardinage dans la mesure où l'on respecte leurs préférences écologiques, qui sont souvent liés à la hauteur d'eau d'où leur zonation typique sur les rives des plans d'eau (voir tableau ci-dessous).

Espèces	Hauteur d'eau	Intérêt comme support biologique	Croissance et mode de dissémination		Intérêt décoratif	Remarques
Zone des laïches Iris jaune (1), Carex (3) Joncs (2), Plantain (4)	0 à 25 cm	Faible +	Moyenne ++	Bouturage du rhizome ou graines (4)	Bon à excellent (1 et 2)	Excellente protection des berges notamment iris. Planter en petits massifs isolés
Zone des thyphas Rubaniers (1), Scirpe (2) Roseaux (3), Typha (4) Sagittaire (5)	25 à 70 cm	Faible sauf 3, 4, 5 (++)	+++ (3) ++ (1,4) + (2,5)	Rhizome sauf : boutures (3) graines (5)	Bon à excellent (2, 4)	Massifs fixant vite la vase (1,3) Atteint 2,5 à 3 m (3,4). Espèces à conseiller : Typha, Sagittaire
Zone des nénuphars Chalaïgne d'eau (1), Nénuphars (2), Renoncules (3) Myriophylles (4)	70 à 150 cm	Sans intérêt sauf 3,4 (++)	+++ Très rapide	Boutures et aussi graines (1,2)	Excellent pour 2 et 3	Toutes espèces envahissantes, qui obscurcissent le fond. A conseiller: 2 (en pots), 4 (contrôle facile).
Zone des potamots Diverses espèces de potamots	mini 100 cm	Important +++	+ + Moyenne	Rhizome et boutures	Bon (++)	Excellentes frayères mais gênent la pêche (surtout les espèces natans, lucens et densus)
Zone à Chara Chara (algue) (1) Fontinalis (mousse) (2) Litorelles (3), Elodée (4)	Sur le fond	Moyen à important (2, 4)	Moyenne à forte (1, 4)	Boutures ou division (1,2)	Bon (sauf 1+)	Habitats particuliers : fonds nus (1) eaux acides (3), eaux claires (2). Toutes intéressantes mais difficiles à contrôler.
Plantes flottantes Lentilles d'eau (1) Hydrocharis (2) Ceratophylle (3)		Faible sauf (3)	Très rapide	Division (1,3) stolons et turions (2)	Faible	A éliminer : gênent les loisirs nautiques, s'accumulent sur les plages

Critères de choix pour l'aménagement végétal d'un plan d'eau récréatif



On observera ainsi l'existence de véritables associations macrophytes. Plus encore, on reconnaîtra la place privilégiée des macrophytes à plusieurs niveaux d'organisation de notre plan d'eau : rôle mécanique de consolidation des berges allié à l'aspect esthétique, abris pour la faune vertébrée, support et nourriture pour une grande partie de la microfauve aquatique, rôle biologique de frayères et bien sûr, rôle de régulateur de l'oxygène dissous et de la minéralisation de l'eau.

Le problème le plus délicat à résoudre reste le contrôle de cette végétation aquatique, qui peut gêner considérablement les usages récréatifs : un rappel de moyens possibles figure dans le cahier technique de l'ACTA : "les plantes aquatiques (1987)" dans lequel sont énumérées les principales méthodes utilisées actuellement pour limiter la végétation aquatique (mécanique, chimique, biologique).

L'utilisation de la lutte biologique peut sembler à priori plus séduisante, mais les résultats sont encore trop peu nombreux dans nos régions pour servir de références.

Il existe, par exemple, un équilibre à double sens dû à la compétition spatiale macrophytes-poissons : un excès de poissons, même peu brouteurs, gêne la croissance des plantes aquatiques de pleine eau, celles-ci "surprotégeant" les alevins de poissons, moins accessibles aux prédateurs. Il est clair que le point d'équilibre peut être déplacé sans inconvénient par un "éclaircissage" modéré. Certains animaux peuvent consommer les plantes en excès : bovins et chevaux broutent de jeunes pousses sur la zone littorale, tandis que dans l'eau, le ragondin et le rat musqué sont d'excellents faucardeurs : la cohabitation avec le grand public reste cependant, dans bien des cas, impossible.

Pour les oiseaux aquatiques, on peut citer :

- les herbivores tels que Foulques, Chipeau et Siffleur qui se nourrissent des parties végétatives de Potamots, Zannichellie, Ruppia,
- les granivores tels que Colvert, Pilet et Sarcelle qui s'alimentent avec des graines de Cypéracées, Characées et Potamées.

En fait, il faut atteindre des densités très élevées de canards pour espérer limiter la végétation par leur présence et dans ces conditions, la densité de l'avifaune peut entraîner d'autres problèmes (turbidité, développement

d'algues filamenteuses, etc...)

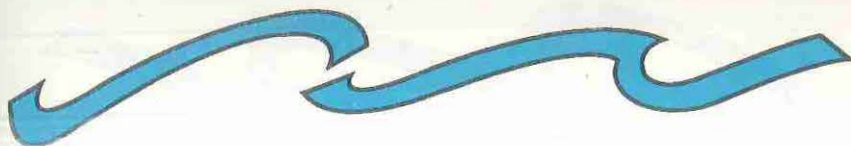
Quant aux poissons herbivores, aucune de nos espèces indigènes n'est strictement végétarienne ; le chevaie et le gardon, éventuellement la carpe, la tanche et la brème peuvent avoir une action sur les végétaux tendres.

On parle beaucoup par contre, des carpes chinoises ou amours du nom de leur fleuve d'origine, dont l'introduction dans les eaux libres est interdite, en application de l'arrêté du 9 décembre 1985. Dans les eaux closes, l'utilisation de ces espèces a donné des résultats en général concluants. L'espèce *Ctenopharyngodon idellus* ou Amour blanc est un faucardeur d'herbiers dès le stade juvénile, tandis que l'Amour argenté (*Hypophthalmichthys molitrix*) consomme les algues planctoniques ou filamenteuses. Ces poissons réclament des eaux chaudes pour leur croissance (15 à 30°C), leur appétit étant d'ailleurs directement proportionnel à ce facteur. Il faut là aussi une bonne densité de poissons pour obtenir un résultat significatif. Mais un empoisonnement inconsidéré, peut entraîner, outre les retombées indésirables signalées pour l'avifaune, des résultats négatifs : proliférations bactériennes, grosses consommatrices d'oxygène, sur les déchets végétaux qu'ils laissent ; et dans les plans d'eau peu productifs phénomène de famine qui affecte toutes les espèces animales.

LA FAUNE AQUATIQUE

Elle s'établira d'elle-même dans n'importe quelle pièce d'eau, d'abord par un développement des groupes pionniers (zooplancton, protozoaires, insectes aquatiques volants, etc). Les consommateurs primaires (se nourrissant de végétaux) et les prédateurs (carnivores) coloniseront en même temps le terrain vierge, établissant très rapidement un réseau de chaînes trophiques* liant tous les éléments entre eux. En saison tempérée, l'état d'équilibre est souvent atteint en deux ou trois semaines, voire plus rapidement, si le plan d'eau est alimenté par une eau déjà vivante. Les autres facteurs de dissémination sont :

- . le vent qui transporte par exemple les pontes flottantes des crustacés microscopiques (cladocères),
- . les oiseaux aquatiques, qui véhiculent d'un étang à l'autre des plantes, de la vase contenant des organismes ou des pontes,
- . et bien sûr, l'homme, par ses multiples activités.



Il n'existe donc pas de réel besoin d'intervenir au moment de la colonisation d'un milieu neuf, sauf peut-être dans les plans d'eau les plus primitifs que sont, par exemple les ballastières ou carrières mises en eau. Il peut en effet se produire des blocages au stade pionnier avec des espèces peu intéressantes se trouvant en bout de chaîne (c'est-à-dire peu ou pas consommées).

On verra des cas analogues chez les poissons (Perche soleil, Poisson chat). Le remède est d'évidence le réaménagement biologique, dont la règle d'or est "plus le milieu offre des biotopes variés, plus la composition de la faune et de la flore est riche". La création d'une palette aussi complète que possible de micro-habitats, en jouant sur les trois dimensions essentielles, agitation de l'eau, profondeur et nature du substrat, conduit toujours à l'utilisation optimale des potentialités écologiques.

Il n'est pas trop tôt pour dire qu'une telle structure hétérogène garantit aussi :

- la qualité esthétique du plan d'eau, dans les limites d'une harmonie "naturelle",
- la capacité d'accueil par la diversité des aires accessibles au public,
- la juxtaposition de nombreux types de loisirs.

En somme, la Nature et les plaisanciers rechercheront pour un plein épanouissement les mêmes critères écologiques...

Il pourrait en découler, en toute logique, une compétition accrue : il s'agit pour le gestionnaire d'en évaluer l'importance et les risques de conflits homme-nature encourus. Dans le cas de la faune aquatique, ils sont minimes : invertébrés aquatiques ou poissons n'apportent pas de gêne aux activités ludiques ou touristiques, exception faite des "Diptères vulnérants" que sont les moustiques. La solution est la recherche des gîtes à moustiques, le plus souvent il s'agit de mares ou d'ornières marginales, et le traitement périodique de ces zones. Il existe des organismes spécialisés dans cette lutte : en Rhône-Alpes, l'Entente Interdépartementale pour la Démoustication. (cf annexe 4).

Les conflits deviennent plus caractéristiques avec les vertébrés, dès que des populations prolifèrent :

- ragondin et rat musqué qui minent les berges et les digues,

- batraciens, aux amours bruyantes et pontes envahissantes et leurs ennemis,
 - couleuvres aquatiques, inoffensives malgré la terreur qu'elles inspirent,
 - mouettes, hérons et autres oiseaux susceptibles d'apporter une gêne temporaire.
- Comme précédemment, l'éradication totale serait une grave erreur, la solution réside dans le contrôle de ces groupes non régulés par le jeu de la prédation.

LES POISSONS ET L'AMENAGEMENT DE LA PECHE

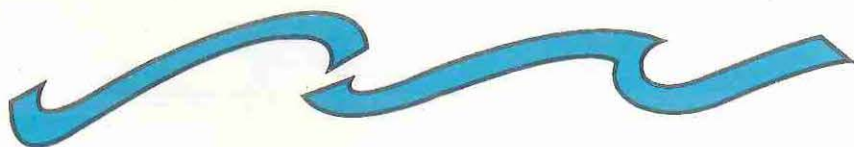
Ce sont les hôtes les plus appréciés puisqu'ils représentent, aux yeux du plus grand nombre par leur qualité et leur abondance, la sanction palpable d'un aménagement réussi.

Encore faut-il qu'au fil des années cette situation se maintienne : c'est même très rarement le cas, car il se produit dans les plans d'eau neufs ou récemment curés des phénomènes évolutifs particuliers.

L'attention du gestionnaire doit être attirée sur le fait que la satisfaction du loisir pêche, sauf si c'est l'usage principal, ne sera pas toujours compatible avec les autres activités : il ne doit pas y avoir confusion entre étangs de production, de pêche ou de plaisance. Les premiers seront dévolus à la culture du poisson, ou à l'entretien d'un stock pêchable abondant et varié, avec l'occupation quasi-totale de l'espace. Dans le cas du plan d'eau de plaisance, la règle d'or est le partage entre les divers usages (zones spécifiques) : l'aménagement piscicole devra tenir compte de la diversité de ces aires et de leurs potentialités pour la pêche ou la reproduction. Le tableau ci-après résume à cet effet les exigences des principales espèces.

On mentionnera encore parmi les autres espèces pouvant être introduites dans les plans d'eau :

- Eaux fraîches, un peu agitées avec zones sableuses ou rocheuses, par ordre de préférence : le Goujon, le Vairon, la Vandoise, le Spirlin, la Lotte, le Chevaïne. Ces espèces constituent un apport intéressant en poisson fourrage, pour la pêche de la petite friture en toutes saisons. Le Chevaïne, omnivore, s'accommodera de toutes eaux. La Lotte, poisson de fond non capturé à la ligne, mais à chair excellente, peut réguler les pontes excessives



de cyprinidés.

- Eaux dormantes, à dominante végétale ou mixte : Ablette, Able, Bouvière, Loches, Anguille. Les deux premières espèces sont des poissons fourrage de base, dont la pêche est la plus facile et amusante. Les autres espèces sont anecdotiques avec cependant une mention spéciale pour l'anguille, qui peut contrôler les espèces benthiques tout en res-

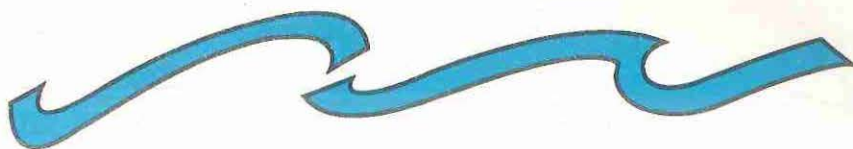
tant elle-même contrôlable (ne se reproduit pas en eau douce).

Enfin il faut déconseiller l'introduction d'espèces d'ornement, réservées aux bassins (cyprinidés dorés), ou exotiques dont le comportement est encore mal connu (gardons italiens, carpes chinoises, Pseudorasbora, etc) qui sont proposées à la vente. Le Silure rentre encore dans cette catégorie.

Espèces	Frayère	Date de la fraie	Observations
Gardon	0,1 à 1,5 m* sur herbiers, rochers	Début mai à début juin	Poisson de base pour le peuplement des plans d'eau
Cyprinidés à pontes fractionnées : Tanche, Brème, Carpe, Rotengle	0,1 à 5 m sur herbiers	Début mai à début août	Rotengle et brème très prolifiques ont une tendance à éliminer les autres espèces. Pas d'empoisonnement abusif en carpe et en tanche.
Perche	0,2 à 10 m sur support buissonnant	Début avril à début juin	Tendance au surpeuplement et au nanisme. Espèce à contrôler par des prédateurs : Sandre, Anguille.
Sandre	1 à 17 m dans un nid gardé	Début avril à fin mai	Prédateur très efficace à réserver aux étangs à carnassiers et poisson fourrage
Brochet	0,2 à 7 m sur herbiers et zones inondées	Fin février à mai	Accès aux frayères en période de crue surtout, les alevins se développant dans les zones marginales.
Corégone, Omble Chevalier	de 1 à 100 m sur divers substrats	Automne et hiver	Poissons de lacs alpins et de retenues profondes.
Truite, Truite de lac, Saumon de fontaine	En rivière Sur le gravier	Novembre à février	Ne s'adaptent pas aux plans d'eau qui dépassent 20°C (optimum 10-17°C)
Espèces diverses à pontes gardées Perche-soleil, Poisson Chat, Black Bass	Nid creusé sur fond de sable ou de gravier	Avril à juillet (vers 10 - 20°C)	Poissons indésirables ayant tendance à dominer rapidement le peuplement. Recherchent les eaux chaudes, notamment le Black Bass.

* Profondeur

Exigences des poissons



L'EVOLUTION BIOLOGIQUE D'UN PLAN D'EAU ET SON ENTRETIEN

Dans les premiers jours qui suivent sa mise en eau, un plan d'eau traverse plusieurs phases instables avant que ne s'établisse durablement un équilibre entre les apports, les biosynthèses et les biodégradations.

Les trois premières semaines sont caractérisées par la succession fugace des bactéries, puis des protozoaires enfin du phytoplancton* consommé alors par les rotifères qui disparaissent au profit des microcrustacés ; sur le fond, les chironomidés s'installent.

Le milieu neuf libère ses réserves minérales qui profitent à tous les échelons de la chaîne trophique.

Cette période "euphorique" dure environ 2 à 3 ans. Les poissons à forte croissance et taux de survie élevé au stade alevin (pontes gardées) pullulent.

Une phase de dépression trophique s'ensuit qui peut durer de 6 à 30 ans selon la taille du milieu pendant laquelle ne prospèrent que les espèces les mieux adaptées au milieu dans son état définitif.

L'objectif du gestionnaire sera de prévoir dès le départ les bonnes espèces à introduire.

Un diagnostic précis s'impose qui peut conduire dans les cas de dépression durable à la prescription d'une fumure organique : déchets céréaliers, fumier ou fientes provenant d'élevages, eaux usées. Ceci n'est évidemment acceptable que pour des petites retenues à vocation piscicole dominante, sans usage nautique.

L'activité biologique produit des déchets qui sont en partie recyclés et pour une autre part déposés sur le fond. Généralement, on trouve une couche de vase vivante en suspension sur une couche de vase plus ferme qui s'épaissit d'année en année et qu'il faudra extraire un jour sous peine de voir le plan d'eau se combler.

La prévention et l'entretien régulier apparaissent ici encore comme la conduite la plus rationnelle :

- Contrôle des apports des berges par consolidation ou végétalisation, réparation des chaussées, busage des ruisseaux...

- Contrôle de la végétation riveraine, élagage, ramassage des feuilles et branches le cas échéant,

- Collecte des déchets végétaux en surface et dans l'eau, faucardage ou mise à sec partielle...

La vidange, au moins partielle, du plan d'eau est l'occasion de pratiquer de nombreux travaux d'entretien : réfection des berges (tunage, enrochement, recépage des arbres...), aménagement de pontons, nettoyage des plages, restructuration de la ceinture végétale, visite des ouvrages de vidange... Pour l'essentiel, les techniques de restauration du fond décrites pour les lacs sont applicables aux petits plans d'eau non vidangeables. Enfin, il faut insister sur l'intérêt d'une auscultation biologique à intervalles réguliers (3 à 5 ans), et ce, tout particulièrement pour les petits volumes.

LES QUALITES DU PLAN D'EAU DE PLAISANCE

- + Il est situé dans une région au climat favorable : température agréable, peu de brouillard, vents faibles et bien orientés.

- + Sa capacité d'accueil est proportionnée à la population humaine susceptible de le fréquenter et il est proche des centres urbains concernés.

- + Il est alimenté en toutes saisons par une eau de bonne qualité et ne connaît pas de variations sensibles de niveau.

- + Ses berges sont stables, de bonne texture et ménagent une alternance de zones profondes boisées et de plages en pente douce.

- + Il existe des solutions pour intégrer des équipements dans le paysage et limiter les impacts à l'aval (coupure de rivière, évacuation des déchets, voirie...).

- + Enfin, les diverses activités de loisirs qui ont leurs propres exigences et impacts, sont contrôlées et harmonisées, afin de limiter les conflits.



4.3

LES RETENUES HYDROELECTRIQUES EN MILIEU ALPIN

LEUR CREATION

Depuis la plus haute antiquité l'homme a utilisé pour ses besoins propres l'eau et l'énergie quelle procure. Il suffit de citer les besoins des cultures (irrigation) ou les besoins mécaniques : énergie de broyage (meule), énergie de frappe (martinets), énergie nécessaire pour remonter de l'eau (béliet hydraulique).

Par la suite l'eau fut utilisée également pour les différents procédés de fabrication (chimie), pour le refroidissement ou la dilution des rejets.

Avec l'apparition, à la fin du XIX^{ème} siècle, de l'énergie électrique et de sa production par des générateurs, l'idée du couplage d'une turbine à un générateur électrique s'est vite imposée.

Les premiers à utiliser l'énergie hydraulique à des fins énergétiques furent Bergès et Matussière qui exploitèrent les chutes de Lancey et de Froges près de Grenoble.

Au début du XX^{ème} siècle, la création des chutes d'eau résultait des initiatives non concertées d'industriels ou de collectivités locales. Les besoins en énergie électrique et les conditions économiques privilégiaient la construction de petits barrages et d'usines dites : "au fil de l'eau", tandis que les usines électro-chimiques ou électro-métallurgiques s'installaient à proximité des chutes pour limiter les frais de transport de l'énergie électrique.

Après la dernière guerre, les conditions économiques changeant, l'énergie électrique, souple et propre, tendait à remplacer le charbon et la vapeur. L'électrification de la France était bien avancée pour les usages domestiques.

La Loi du 8 avril 1946, en créant Electricité de France, permettait une action concertée à l'échelle nationale, une rationalisation de la production et l'interconnection générale des grands réseaux.

Les ressources en eau et l'irrégularité des régimes hydrologiques conduisaient alors à la construction des grands barrages de tête des bassins versants, retenant des volumes d'eau considérables. Ce furent ainsi les aménagements de :

+ La Girotte, Tignes, Roselend, St-Guérin, La Gittaz sur le Haut Bassin de l'Isère,

+ Le Mont-Cenis, sur le Haut Bassin de l'Arc,

+ Le Chambon, sur le Haut Bassin de la Romanche et le Sautet sur le Haut Bassin du Drac (ces ouvrages sont antérieurs à la nationalisation),

+ Serre- Ponçon sur la Durance.

A l'aval de ces ouvrages, d'autres aménagements anciennement créés ou réalisés par EDF, procurent une souplesse d'exploitation et une meilleure gestion du potentiel hydraulique. Ce sont :

+ Castillon, Sainte-Croix, Quinson sur le Verdon,

+ Saint-Pierre Cognet, Monteynard, Notre-Dame-de-Commiers sur le Drac,

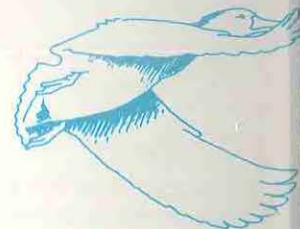
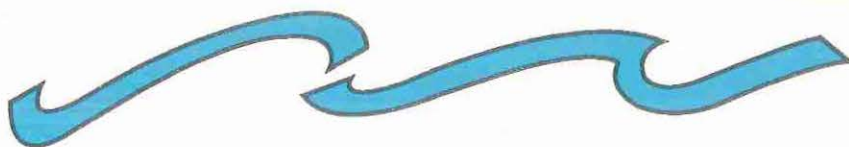
+ Bissorte, Plan d'Amont, Plan d'Aval sur l'Arc,

+ Les usines de Randens et du Cheylas entre l'Arc et l'Isère.

Enfin, avec le développement du contraste de valeur énergétique entre heure pleine et heure creuse, entre jour ouvrable et week-end, entre été et hiver, se sont imposés des aménagements dont le but premier est la modulation (suivi de courbe de charge), le réglage (maintien de la tension et de la fréquence) et la sécurité apportée par une intervention inopinée suite à la défaillance d'une grosse unité de production : ce sont les stations de pompage qui utilisent l'énergie "bon marché" d'heure creuse pour pomper l'eau et la stocker dans un réservoir d'altitude puis la restituer en turbinage aux heures de forte demande. Ce procédé nécessite en moyenne 3 kWh pour en restituer 2 mais la valeur de ces kWh fournis est bien supérieure à celle des kWh consommés.

C'est ainsi qu'ont été créées, dans les Alpes, les stations de pompage de :

+ La Coche et Super Bissorte (Savoie),
+ Grand'Maison et Le Cheylas (Isère)



Pour ces aménagements, il existe une part d'énergie gravitaire, c'est-à-dire fournie naturellement par le bassin versant.

LEURS CONTRAINTES

L'insertion d'un aménagement hydraulique (avec réservoir ou non -prise d'eau- conduite forcée - usine - canal de fuite) en milieu alpin amène le maître d'ouvrage à se préoccuper d'un certain nombre de problèmes pour lesquels les réponses apportées conditionnent totalement la physionomie et l'exploitation du dispositif. C'est ainsi qu'un aménagement hydraulique est unique.

Il s'agit chaque fois d'une oeuvre d'artisan prenant en compte un grand nombre de contraintes que nous allons passer rapidement en revue pour tenter de montrer comment elles conditionnent les ouvrages, le mode d'exploitation, la sécurité.

Ces contraintes sont imposées par les éléments naturels à savoir :

- l'hydrologie,
- la topographie,
- la géologie.

Ce sont les contraintes principales qui déterminent les caractéristiques essentielles de l'installation industrielle.

Des contraintes de second ordre sont à prendre également en compte, mais des actions sont envisageables pour en adapter ou corriger les effets néfastes. On traitera ainsi :

- + Le milieu naturel hydrique (physicochimie et hydrobiologie du cours d'eau),
- + Le milieu naturel terrestre (flore et faune),
- + Le milieu humain (socio-économie régionale et locale),
- + Le déroulement de la phase de réalisation (chantier) avec ses diverses incidences,
- + L'aspect architectural des ouvrages.

Tous ces facteurs sont traités dans le DOSSIER D'IMPACT qui fait partie intégrante du dossier de demande de concession et de déclaration d'utilité publique).

Nous allons tenter de montrer ci-dessous les principaux aspects et conséquences pratiques de ces contraintes.

Les contraintes physiques majeures

- Hydrologie

La connaissance du régime du cours d'eau sur lequel est édifié le barrage (ou qui servira à stocker de l'eau dans une cuvette sèche) est capitale. Les études sont longues et minutieuses. Elles doivent s'appuyer sur des séries de mesures importantes, au moins 10 années, grâce à des stations limnimétriques directement tarées, où est enregistrée la hauteur de l'eau et qui permettent au moyen d'une courbe hauteur/débit, de connaître à tout moment le débit du cours d'eau. Un réseau climatologique d'enregistrement des paramètres est essentiel pour enregistrer précipitations, température, ensoleillement, humidité, vents, éventuellement évaporation.

La détermination des précipitations moyennes et de l'évaporation permettra, confrontée aux mesures de débits, de vérifier ceux-ci, d'étudier les régimes des crues et par là-même de définir :

- + Les volumes d'eau utilisables,
- + Les crues et leurs fréquences,
- + Puis d'approcher la connaissance des transports solides responsables de l'engravement des retenues.

Ces données sont indispensables pour dimensionner les ouvrages de prises d'eau, les ouvrages d'évacuation des crues, de dérivation et les débits à laisser dans le cours d'eau compte tenu de la réglementation en vigueur.

- Topographie

La bonne connaissance des caractéristiques topographiques permet de définir notamment :

- + La capacité de la retenue,
- + Les dimensions exactes et le volume du barrage,
- + Les niveaux des prises d'eau et des restitutions,
- + Les cotes atteintes dans la retenue et à l'aval lors des différentes phases de fonctionnement,
- + Les accès.

En pays alpin, et surtout en tête des bassins versants, les pentes sont, la plupart du temps, fortes à très fortes. Elles conditionnent le régime des eaux, les avalanches, les mouvements du sol.



La topographie à l'aval de la restitution conditionne les écoulements futurs, les variations de niveau, les vitesses et donc les problèmes d'érosion ou de sédimentation.

- Géologie

Le contexte géologique local va influencer largement les caractéristiques de construction, donc les coûts et la sécurité des ouvrages.

+ Dans un contexte de terrains cristallins, à priori étanches, les problèmes soulevés par la cuvette de retenue, l'assise du barrage, les ouvrages d'amenée et de puissance n'ont en général pas une grosse incidence.

+ Il n'en va pas de même dans des terrains calcaires ou susceptibles de dissolution (gypse - cargneules des grands accidents tectoniques alpins).

+ Dans les Alpes, une mention particulière doit être faite pour les terrains de couverture (éboulis-moraines), pour les morphologies anciennes modelées par le cours d'eau ou les glaciers (épigénie), ou pour les versants affectés par les phénomènes de gravité (fauchage, balancement de têtes de couches...). Les terrains de couverture conditionnent très largement les problèmes de stabilité des versants, notamment dans les cuvettes de retenue.

Les trois contraintes principales énoncées ci-dessus et imposées par la nature conduisent à un dimensionnement et à une définition des installations (volume, débits, tracés, implantation) qui tiennent compte, bien évidemment, des critères énergétiques et économiques.

Autres contraintes

- Le milieu naturel hydrique : physicochimie et hydrobiologie

Les modifications apportées au milieu hydrique sont approchées grâce à une étude précise du fonctionnement des diverses biocénoses nécessitant une période d'observation d'au minimum une année. Les observations faites sur d'autres aménagements peuvent apporter une aide certaine pour évaluer les conséquences d'un état futur. Les dispositions possibles pour lutter contre une dégradation du milieu hydrique sont nombreuses :

+ débits réservés dont la valeur minimum est

fixée par la loi,

+ modulation des débits réservés,
+ dispositifs divers permettant une amélioration des qualités de l'eau : décantation, etc...,
+ dispositifs permettant la remontée du poisson malgré les ouvrages de barrage,
+ indemnités de réempoissonnement (alevinage).

- Le milieu naturel terrestre : flore et faune

Une bonne connaissance du milieu floristique et faunistique est acquise grâce aux études spécialisées.

Les répercussions de l'aménagement industriel sont appréciées et des mesures compensatoires sont généralement appliquées : réengazonnement ou reboisement, participation à des réhabilitations d'alpages, introduction d'espèces animales protégées et surveillées, études scientifiques poussées de certains écosystèmes, etc...

- Le milieu humain : socio-économie

L'analyse du milieu humain est une donnée fondamentale permettant l'intégration la plus harmonieuse possible dans le contexte. Celui-ci est composé des éléments suivants qui sont traités largement :

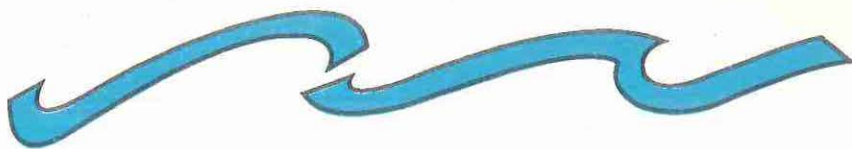
+ données de population : importance du peuplement, structure, habitat, évolution,
+ données sociales : catégories socio-professionnelles, lieux de travail et de résidence, loisirs, etc...,
+ données économiques : activités des secteurs primaires, secondaires, tertiaires, évolution, chômage, etc...,
+ données concernant les infrastructures : réseau routier, alimentation électrique, eau, téléphone, gaz...

Ces éléments permettent d'apprécier les répercussions de l'aménagement dans sa phase finale et également dans sa phase de chantier (voir ci-après), de mesurer les impacts positifs ou négatifs et de pallier ces derniers.

- La phase de réalisation (chantier)

L'expérience que peut avoir le maître d'ouvrage en la matière l'amène à faire une prévision du chantier en moyens matériels, en moyens humains et en temps de réalisation.

Ces données, confrontées aux données socio-



économiques énoncées ci-dessus et aux impératifs du chantier (circulation, matériaux, excavation, construction, nuisance et besoins divers) amènent à décider de mesures palliatives et compensatoires qui permettent au chantier de se dérouler dans les meilleures conditions.

- L'insertion architecturale des ouvrages

La prévision des répercussions induites par la création d'un plan d'eau est du ressort d'un architecte paysagiste qui s'attache à donner une vision objective des nouveaux paysages et qui, dans la mesure du possible, trouve des éléments de correspondance ou de traitement des nouvelles lignes dans l'environnement vis-à-vis des caractères actuels du paysage.

LEUR EXPLOITATION

Les contraintes de production

Pour faire face à la demande d'énergie électrique, la France s'est dotée de divers moyens de production qui par leurs caractéristiques d'approvisionnement et de mise en oeuvre conduisent à des coûts différents et donc à des usages différents.

- L'énergie des grandes retenues

L'énergie des grandes retenues présente trois caractéristiques économiques principales :

- + elle est disponible sur le territoire national
- + elle est renouvelable,
- + elle est rapidement mobilisable.

Ces aspects conduisent à en faire usage lors des pointes journalières notamment d'hiver et lors d'incident affectant d'autres moyens de production.

- Les stations de transfert d'énergie par pompage

L'énergie électrique n'est pas stockable économiquement en grande quantité et certains moyens de production (centrales thermiques) ne peuvent être que faiblement modulés. Par ailleurs, la demande n'est pas constante au cours de la journée, de la semaine et de l'année.

Pour accroître l'efficacité de réponse à cette

variabilité de la demande, les stations de transfert d'énergie par pompage ont été développées. Le pompage a lieu lorsque de l'énergie est disponible ; le turbinage permet de faire face aux aléas de la demande en toute période (souplesse de fonctionnement).

Les contraintes contractuelles

- Les débits réservés

La maintenance d'un débit à l'aval d'une prise d'eau était fixée jusqu'à une date récente par l'autorisation ou le cahier des charges de la concession d'exploitation de la chute.

La loi sur la pêche du 29 juin 1984 et ses décrets d'application apportent une contrainte nouvelle dans l'exploitation des ouvrages.

Notamment, il est imposé, à l'aval de chaque ouvrage de dérivation sur un cours d'eau, de laisser subsister un débit dit "débit réservé". Ce débit est fixé au minimum au 1/10ème du débit moyen annuel (module) pour les ouvrages neufs. Pour les ouvrages existants, il est fixé au quart de la valeur précédente, sauf impossibilité technique de réaliser les organes en conséquence.

- D'autres contraintes

Dans le cadre d'accords avec les collectivités locales ou les industriels, le gestionnaire peut être amené à garantir des volumes d'eau pour l'irrigation (Serre-Ponçon), l'alimentation en eau potable (Notre-Dame de Commiers) et la fourniture d'eau industrielle (Rhône-Poulenc-Chimie de base sur le Drac).

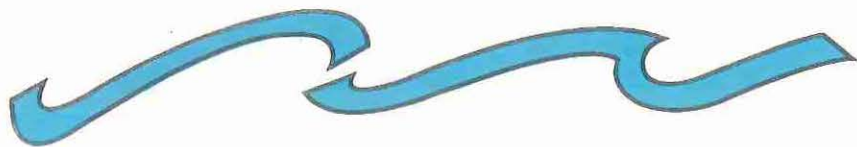
Les contraintes touristiques

- Limitation de l'usage des retenues

Afin de répondre aux besoins touristiques, les possibilités énergétiques de certaines retenues sont limitées en période estivale (le Verney sur l'Eau d'Olle) ou en période de reproduction de poissons (Lac Mort). Ces dispositions sont fixées par l'autorité publique.

- Déplacement de production d'énergie

Afin de disposer de conditions satisfaisantes (débits assurés au jour choisi) pour pratiquer les sports nautiques, EDF et la Fédération



concernée négocient chaque année un programme de lâchures d'eau (Tignes, Malgovert, etc...).

En général, les lâchures n'induisent pas toujours des pertes directes d'énergie, mais donnent lieu à une production qui fera défaut plus tard et qu'il faudra remplacer par des moyens plus onéreux.

- Action d'intérêt public

Afin d'atténuer les effets d'épisodes de sécheresse importante et/ou de pollution accidentelle, le Service Public est amené à satisfaire des demandes de lâchures exceptionnelles sans contrepartie.

LA SECURITE DES OUVRAGES ET DES POPULATIONS

La sécurité tant des ouvrages que des populations est une préoccupation permanente qui, à EDF, est présente dès le début de la conception des ouvrages.

Cette recherche de sécurité porte sur :

- la géologie du site : étanchéité de la retenue, absence de glissements de terrains menaçants directement la sécurité, absence de failles importantes,

- l'hydrologie : définition des ouvrages d'évacuation des crues,

- la constitution des éléments constructifs : résistance des fondations et des appuis latéraux, choix des matériaux du barrage,

- les méthodes de construction et ensuite d'exploitation : procédures de réalisation, essais en cours de construction et essai de mise en eau, surveillance visuelle et auscultation par des dispositifs de mesure appropriés, à demeure en cours d'exploitation, entretiens préventifs et, si besoin curatifs,

- le plan d'alerte aux autorités.

Une loi impose aux gestionnaires des ouvrages de hauteur supérieure à 20 m ou de capacité supérieure à 15 millions de m³ des dispositions permettant de tenir informées les autorités chargées de la sécurité des populations, des évolutions des ouvrages qui pourraient mettre en danger ces populations.

LEUR VIDANGE

Généralités

Il faut tout d'abord préciser que cette question traitée, dans le cadre des retenues alpines, ne leur est pas propre et est à généraliser à l'ensemble de ces ouvrages.

Si le problème qui se pose est simple dans son principe, il l'est beaucoup moins dans la manière de le traiter et dans ses conséquences.

L'établissement d'un ouvrage barrant un cours d'eau ou la création d'une retenue en dérivation sur un cours d'eau conduit "ipso facto" au dépôt des particules transportées, du fait de la diminution de la vitesse de l'eau.

L'envasement est donc une évolution inéluctable de toute retenue. Le processus est certes plus ou moins rapide selon le volume des apports. Les grands facteurs conditionnant la sédimentation sont donc :

- l'hydrologie : caractéristiques des débits et des crues du bassin versant,
- la morphologie du lit : profil en long,
- la couverture végétale du bassin versant,
- la géologie du bassin : présence ou absence de roches érodables.

Les problèmes se posent donc à l'exploitant en ces termes :

- comment assurer une durée de vie maximum à la retenue ?

- comment minimiser les usures des différents organes techniques (pertuis, vannes, turbines le cas échéant) ?

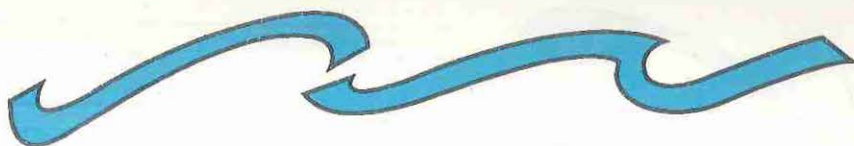
- comment procéder à des vidanges nécessaires, voire obligatoires dans le cas des retenues de plus de 20 m de hauteur, en vue de visiter les parties de l'ouvrage habituellement immergées, en causant le minimum de désagréments à l'aval ?

Ce sont ces derniers aspects des vidanges qui vont être examinés ci-après.

Les raisons d'effectuer les vidanges

Les raisons conduisant à vider une retenue peuvent être diverses :

- dégager préventivement des ouvrages de



prise d'eau ou de vannage,

- organiser une visite programmée ou exceptionnelle des ouvrages,
- réaliser les travaux sur l'ouvrage ou dans la retenue,
- maintenir le volume utile,
- dégraver la queue de retenue,
- vidanger pour des raisons d'environnement.

Qu'elles que soient les raisons d'une vidange, l'évacuation des sédiments ou leur traitement peut avoir lieu de diverses manières :

- par voie aqueuse

+ Utilisation des courants de densité lors de l'arrivée de la crue. Dès que ces courants atteignent le barrage, ils sont évacués grâce à de petites vannes. Ce dispositif a été parfois utilisé en Afrique du Nord (barrage de Nebeur en Tunisie). Le "coût" est environ de 10 m³ d'eau perdus pour 1 m³ de vase soutirée),

+ Les chasses : le principe consiste à baisser le plan d'eau pour augmenter la vitesse du courant et accélérer ainsi la capacité d'érosion de l'eau. C'est le procédé utilisé dans la plupart des retenues, Génissiat, l'Arc, la Basse Isère, etc...

- par voie mécanique

+ Le dragage des vases : ex. l'aménagement de Montélimar (Compagnie Nationale du Rhône),

+ Le curage à sec de retenues de petites dimensions réalisées en amont de la retenue définitive. Ces ouvrages sont appelés barrages de dégravement (ex : barrage du Flumet, en tête de la retenue de Verney, aménagement de Grand'Maison).

Ces deux derniers procédés posent le problème du transport, du stockage et de l'utilisation éventuelle des matériaux ainsi retirés.

+ Le piégeage définitif : cette solution consiste à prévoir à la construction une tranche "morte" de la retenue destinée à accumuler les sédiments potentiels sur la durée de vie estimée de l'ouvrage.

Les dispositions de construction visant à évacuer les sédiments :

Pertuis d'évacuation de grande dimension et à seuil renforcé pour tenir compte de l'usure ; absence de grilles de manière à pouvoir éva-

cuer plus facilement les débris ; système de vannage permettant le dégagement complet de l'orifice (vanne plate ou vanne segment) ; orifices relativement éloignés du lit du cours d'eau ; dispositifs de dégagement des vases et débris en cas d'obstruction (jets d'eau claire sous haute pression).

Les conditions de réalisation des vidanges

A priori, une vidange peut apparaître comme une opération simple au cours de laquelle il suffit d'ouvrir les vannes pour laisser passer à l'aval le flot issu de la retenue qui transporte avec lui les matériaux sédimentés. Cependant, une telle manœuvre a toute chance de causer un certain nombre de désagréments si elle n'est pas assortie de diverses précautions. C'est ainsi qu'une préparation minutieuse, une analyse des différentes opérations à mener, des palliatifs éventuellement nécessaires permettent d'en minimiser les inconvénients.

- choix de l'époque

Cette opération résulte d'un compromis entre plusieurs exigences qui sont :

+ l'hydrologie du cours d'eau : hautes eaux, basses eaux, crues,

+ les contraintes d'exploitation : état de l'ouvrage, but de l'aménagement à savoir : écrêtement des crues, soutien d'étiage, tourisme, eau potable ou industrielle, hydro-électricité, irrigation, etc...

+ le degré d'urgence,

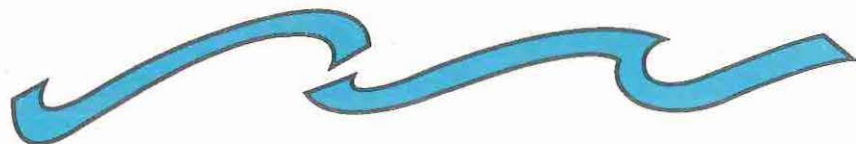
+ les contraintes posées aux différents utilisateurs de l'eau à l'aval : industriels, syndicats, collectivités locales, associations,

+ les exigences de l'environnement (poissons, oiseaux aquatiques).

Le choix définitif de cette période est éventuellement éclairé par les résultats obtenus lors de vidanges précédentes.

- Périodicité

Ce facteur peut être variable. Il dépend de la hauteur du barrage, du volume des apports solides, du volume de la retenue et de la vulnérabilité de l'environnement à l'aval.



- Moyens de conduite de la vidange

Les différentes possibilités laissées par les organes hydrauliques permettent, en les utilisant à bon escient, de minimiser les conséquences. C'est ainsi qu'il pourra être envisagé :

- + de réaliser des chasses préventives,
- + de diluer les boues par l'utilisation des vannes existantes aux différentes cotes et en agissant ainsi sur les paramètres vitesse et débit,
- + de diluer les boues par l'apport d'autres ressources du bassin versant : un autre barrage situé à l'amont en vidange synchrone ou décalée,
- + de dériver les eaux de vidange du cours naturel,
- + de jouer sur la vitesse d'abaissement du plan d'eau : rapide à lente, puis rapide en fonction des effets attendus.

- Les mesures physicochimiques et halieutiques

Ces mesures peuvent être nécessaires :

- + pour prévoir et tenir compte des risques et dommages possibles,
- + pour déférer aux demandes de l'Administration,
- + pour mesurer à posteriori les effets,
- + pour comprendre et expliquer les conséquences.

Les opérations peuvent se situer avant, pendant et après la vidange. Elles consistent en :

- + des mesures du niveau du fond de la retenue et comparaison avec les données topographiques originelles,
- + la mise en évidence des caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques des dépôts,
- + la mesure de la qualité des eaux de la retenue et du cours d'eau à l'aval (physico-chimie),
- + des mesures des débits,
- + des mesures de la turbidité,
- + la connaissance des caractéristiques piscicoles et halieutiques de la retenue et du cours d'eau.

Département	Retenues	Capacité totale en millions de m ³	Activités nautiques autorisées
SAVOIE	Bissorte	39,5	*
	La Girotte	50,2	
	La Gittaz	13,7	
	Mont-Cenis	326,7	
	Plan d'Amont	8	
	Plan d'Aval	4,1	
	Roselend	185,6	
	Saint Guérin	13,5	
	Tignes (Chevril)	228,8	
ISERE	Chambon	50,8	*
	Grand'Maison	137	*
	Monteynard	275	
	N-Dame de Commiers	33,6	*
	St Pierre Cognet	27,5	
	Sautet	107,7	*
	Verney	15,8	*
HAUTES-ALPES ALPES DE HAUTE PROVENCE	Serre Ponçon	1270	*
	Castillon	149	*
	Chaudanne	16	
VAR	Gréoux	80	*
	Quinson	19,5	*
	St Cassien	60	*
	Ste Croix	767	*

Principales retenues alpines
Etat E.D.F. au 1er janvier 1987

Conclusions

Les vidanges de retenue sont des opérations délicates à conduire pour obtenir le minimum d'effets néfastes sur l'environnement. Elles nécessitent une concertation approfondie avec les différents utilisateurs de l'eau et l'Administration qui assure la police de l'eau.

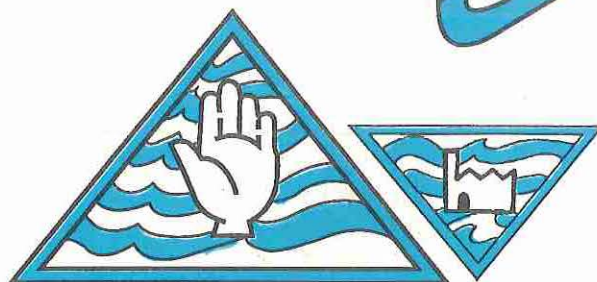
Des études préalables, concomitantes et postérieures à l'opération peuvent être nécessaires pour éclairer les phénomènes et préparer ainsi les vidanges futures en permettant d'approcher la maîtrise de certains paramètres limitants.

Cependant, des impondérables demeurent et

proviennent soit de données naturelles sur lesquelles l'homme n'a pas pouvoir (hydrologie), soit des nombreuses interactions entre divers paramètres (effets de synergie).

A l'heure actuelle, la vidange des grandes retenues est considérée comme une opération spécifique qui nécessite en France une demande d'autorisation de la part du titulaire de la concession ou de l'autorisation d'exploitation, ou éventuellement des accords internationaux dans le cas de fleuves comme le Rhin ou le Rhône. Les orientations futures des services du contrôle tendent à assimiler une vidange à un rejet industriel nécessitant ainsi l'adoption d'un cahier des charges.





L'EXEMPLE DU RHONE

Entrepris à la veille de la seconde guerre mondiale par la Compagnie Nationale du Rhône (CNR), l'aménagement du Rhône français est aujourd'hui pratiquement achevé. Malgré les retenues créées à l'amont des barrages, ce sujet est assez éloigné des préoccupations de ce cahier. Il nous a paru tout de même intéressant de l'aborder. C'est un exemple, malheureusement trop brièvement survolé, de l'impact que peut avoir un aménagement sur un milieu naturel.

4.4 LES AMENAGEMENTS HYDRO-ELECTRIQUES AU FIL DE L'EAU

L'AMENAGEMENT-TYPE : OBJECTIFS, CONTRAINTES, SCHEMA-TYPE

Les objectifs fixés à l'aménagement du Rhône étaient de :

- produire de l'énergie électrique,
- permettre la navigation en toutes saisons,
- participer à l'irrigation et à la mise en valeur des terres agricoles de la vallée.

Les ouvrages ainsi créés sont dits à buts multiples car ils ne présentent pas seulement une fonction de production énergétique.

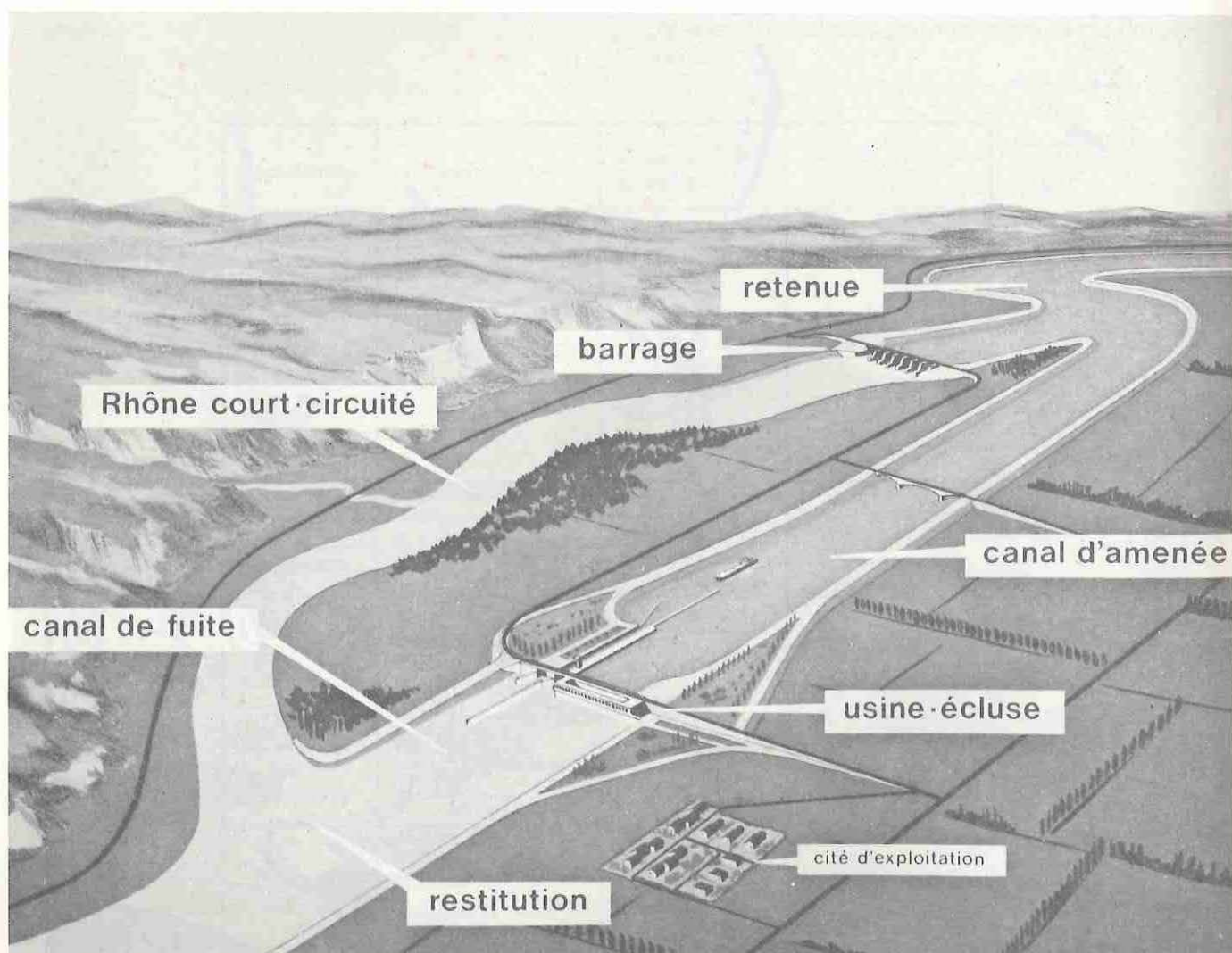


Schéma type de l'aménagement du Rhône



Ils se caractérisent par :

- une retenue plus large et plus profonde que le lit naturel, créée par un barrage sur ce lit,
- un canal de dérivation (ou d'amenée) de grandes dimensions,
- une usine qui transforme l'énergie hydraulique en énergie électrique,
- une écluse accolée à l'usine qui assure le franchissement de la chute par la navigation,
- des prises d'eau nécessaires à l'irrigation,
- l'ancien lit court-circuité, à débit réduit.

Ces ouvrages principaux sont complétés en fonction des nécessités imposées par le site, par :

- des endiguements bordés à contre-canaux de drainage, protégeant les plaines riveraines contre les effets de la retenue,
- les dragages de recoupement des chutes.

IMPACT DES AMENAGEMENTS

L'incidence des aménagements sur l'environnement s'exerce d'une part sur le paysage de la vallée et d'autre part sur les caractères morphodynamiques du fleuve ; l'incidence sur ces derniers induit dans un second temps une modification d'ordre biologique.

Caractères morphodynamiques

- Les retenues

Ce sont de vastes plans d'eau de longueur variable (de 5 à 20 km) dont la largeur est comprise entre 250 m et 500 m ; le niveau du fleuve y est presque constant pour la gamme des débits courants, ce qui différencie ces retenues de celles des barrages de hautes chutes dont le marnage peut atteindre plusieurs mètres.

La vitesse naturelle du fleuve se trouve ralentie pour les débits faibles et moyens alors qu'elle est peu modifiée par les forts débits. On peut, très approximativement, estimer qu'en moyenne une vitesse de 0,30 m/s après aménagement se substitue à une vitesse moyenne initiale de l'ordre du mètre/seconde.

Toutefois, les dimensions des retenues ne doivent pas faire illusion, celles-ci ne représentent en définitive qu'un volume restreint par rapport au débit moyen du Rhône et elles ont donc un court temps de renouvellement de

l'eau, en moyenne 12 heures.

La modification des vitesses d'écoulement induit, pour les débits faibles et moyens, une sédimentation accrue d'éléments fins qui remplacent, dans les secteurs les plus calmes, même aux forts débits, les galets et blocs électifs d'une certaine faune.

- Les canaux

Milieux entièrement nouveaux, ils se déroulent en rubans d'une centaine de mètres de largeur dans lesquels la vitesse ne dépasse pas 2 m/s ; leur profondeur est généralement de l'ordre de la dizaine de mètres.

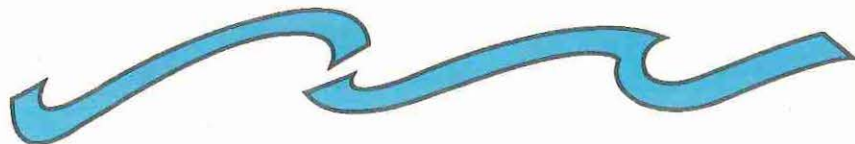
Les canaux adoptent un tracé généralement assez rectiligne en aval de Lyon alors qu'en amont, s'écartant parfois de la plaine alluviale du Rhône pour emprunter des vallées fluvio-glaciaires adjacentes comme à Belley et Brégnier-Cordon, ils épousent le tracé sinueux de ces vallées, s'élargissent au passage des marais et des lacs et perdent ainsi partiellement leur caractère d'ouvrage artificiel.

- Les tronçons de Rhône court-circuités

Ils ne véhiculent que les débits réservés, c'est-à-dire la part non turbinée à l'usine du débit du fleuve, tant que celui-ci ne dépasse pas le débit d'équipement de la chute. Ce débit d'équipement est fixé à une valeur dépassée statistiquement entre deux et trois mois/an sur le Bas-Rhône et environ un mois par an sur le Haut-Rhône.

Pendant cette durée, les tronçons de Rhône court-circuités retrouvent donc un débit significatif et des conditions d'écoulement plus proches de l'état antérieur.

Les débits réservés ont évolué dans un sens positif avec les textes réglementaires, des aménagements du Bas-Rhône, déjà anciens, à ceux du Haut-Rhône, plus récents. On pourrait aussi trouver une justification autre que légale à cette augmentation dans la qualité hydrobiologique supérieure du Haut-Rhône. D'autres critères techniques, telle la longueur des tronçons court-circuités, sont intervenus pour en fixer la valeur. En outre, on remarquera que la modulation saisonnière est la règle, notamment sur les chutes récentes de Belley et Brégnier-Cordon sur le Haut-Rhône. Lorsqu'il ne véhicule que les débits réservés, le



Rhône se présente comme une succession de biefs d'eaux calmes, relativement larges (parfois plus de 100 mètres) et à faible pente, séparés par des zones de rapides, étroites (30 mètres au moins) et de forte pente ; ces zones étroites sont enserrées entre de vastes plages de galets sur lesquelles tend à se développer une courte végétation.

La profondeur du lit devient très variable, de quelques décimètres à près de 10 mètres (en moyenne moins de un mètre si le débit réservé est de l'ordre de 10 à 20 m³/s) de même que la vitesse d'écoulement qui de quasi nulle peut, sur une courte distance, dépasser 2 m/s.

Sur certaines chutes, le Rhône court-circuité comporte des seuils ou des aménagements de fond destinés à maintenir un plan d'eau large et à un niveau proche du niveau moyen antérieur, soit dans un but esthétique, soit pour soutenir le niveau des nappes phréatiques dans les plaines riveraines. C'est le cas des chutes de Vallabrègues et du Péage-de-Roussillon sur le Bas-Rhône, de Belley, de Brégnier-Cordon et de Saulz-Brenaz sur le Haut-Rhône.

- Qualité physico-chimique des eaux

D'une manière générale et à partir des principaux paramètres d'étude de la qualité physico-chimique des eaux, on observe en retenue une légère augmentation de la DBO₅ en liaison peut-être avec le piégeage des sédiments fins. Aucune autre particularité n'apparaît et il n'y a notamment aucune stratification chimique ou thermique, ce qui différencie là encore ce type d'aménagement des retenues de haute chute.

En ce qui concerne la température de l'eau, le ralentissement du courant dans les retenues et les canaux entraîne un léger rapprochement avec la température ambiante, mais celui-ci n'est sensible qu'à quelques dixièmes de degré et à partir de l'aménagement de Donzère-Mondragon.

L'observation du taux de saturation en oxygène dissous sur une longue période dans le cadre de l'inventaire national de la qualité des eaux permet de faire trois constatations :

- Le Rhône a une bonne oxygénation (plus de 80 % du taux de saturation).

- La teneur en oxygène s'est élevée au cours

des dernières années en raison des efforts de dépollution entrepris par les collectivités riveraines.

- La comparaison de la situation sur un tronçon donné avant et après aménagement montre que celui-ci n'a pas eu d'effet sur la teneur globale en oxygène dissous.

En fait, il apparaît que les retenues provoquent très peu de modifications physico-chimiques ; la qualité reste déterminée par les apports du bassin versant, en l'occurrence les déversements polluants industriels, agricoles et urbains. Ces retenues ne donnent pas lieu à des phénomènes d'oxydo-réduction altérant les sédiments et dégradant ainsi la qualité de l'eau.

Les tronçons de Rhône court-circuités s'individualisent plus nettement, surtout lorsque le débit réservé est faible et que l'influence des apports des nappes phréatiques est plus sensible.

Dans ces tronçons, les eaux restent bien oxygénées et sont plus claires et plus conductrices, ce qui accroît l'activité biologique (photosynthèse* plus active et auto-épuration accrue) et contribue à la diminution des indicateurs de pollution.

- Qualité biologique du milieu

+ Les invertébrés benthiques

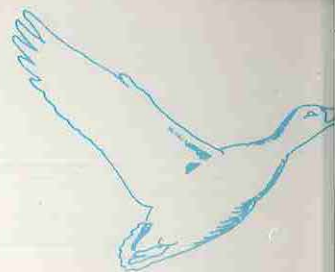
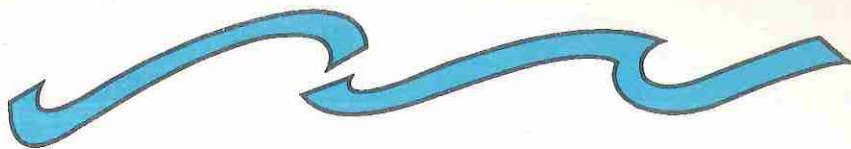
On a constaté que la mise en service des aménagements avait donné lieu à divers types de réactions.

D'une manière générale, la composition faunistique des peuplements se modifie en liaison avec les caractéristiques du milieu : dans les retenues, le caractère lénitique* se marque tandis que dans les tronçons du Rhône court-circuités, les taxons* potamiques* rhéophiles* autrefois dominants régressent au profit d'espèces plus limnophiles* traduisant l'hétérogénéité du milieu et la diminution de son caractère potamique.

Quant aux dérivations, leur intérêt biologique reste d'abord limité ; la colonisation par des groupes taxonomiques s'accroît mais reste instable.

+ La faune piscicole

A l'état initial, le peuplement du Haut-Rhône



marque une certaine complexité en liaison avec les caractéristiques du milieu ; le peuplement est essentiellement rhéophile*, mais la présence de zones latérales d'eaux calmes sur les hauts fonds et dans les bras secondaires, permet à plusieurs autres espèces de se reproduire et aux jeunes individus de survivre.

Dans le secteur amont (entre Chautagne et Bregnier-Cordon), le peuplement constitué par 25 à 30 espèces selon les zones de prélèvement, est dominé par les quatre cyprinidés rhéophiles communs que sont le hotu, le chevaine, le barbeau et la vandoise, lesquels représentent entre 90 et 95 % de la biomasse.

Se rencontrent ensuite, par importance décroissante : anguille, ablette, gardon, truite, lotte, brochet...

Postérieurement à la mise en service des chutes de Chautagne, Belley et Bregnier-Cordon, l'évolution de la faune piscicole se traduit, d'une manière générale, par une réaction première plutôt négative suivie par des évolutions spécifiques des nouveaux milieux créés :

- . en ce qui concerne les espèces, les quatre cyprinidés rhéophiles* cités continuent de dominer l'ensemble des échantillons et spécialement la population des tronçons court-circuités,

- . la biomasse en retenues et canaux reste faible et, comparée à la densité qui augmente, met bien en évidence la présence d'individus de petite taille ; les espèces présentes montrent un caractère limnophile affirmé mais la truite se maintient, notamment dans les canaux,

- . dans les tronçons de Rhône court-circuités, la situation est toute différente ; le nombre des espèces et la diversité se maintiennent, voire augmentent en même temps que la biomasse relative et la densité.

Dans le Rhône court-circuité de Bregnier-Cordon, où les débits réservés sont bien plus élevés, surtout en été, on ne constate pas de réaction initiale comme à Chautagne et surtout Belley.

Des pêches électriques effectuées sur la passe à poissons, du type à bassins successifs, mise en place dans le seuil des Molottes ont montré le bon fonctionnement de cet ouvrage en période de frai, ce qui peut contribuer à expli-

quer le bon comportement de ce tronçon.

A Donzère-Mondragon, sur le Bas-Rhône, des pêches électriques ont permis de recenser environ 25 espèces de poissons, nombre comparable à celui des espèces du Haut-Rhône. La population piscicole y est dominée par les cyprinidés dont le gardon et le chevaine constituent l'essentiel de l'effectif.

LES PREOCCUPATIONS LIEES A L'ENVIRONNEMENT NATUREL ET HUMAIN

Insertion des ouvrages dans le paysage

Pour faciliter l'insertion de ces ouvrages dans l'environnement, la Compagnie a entrepris, depuis plusieurs années, en liaison avec le Laboratoire de Botanique et de Biologie Végétale de l'Université de Grenoble, des études et des essais destinés à mieux connaître le milieu naturel et à choisir les espèces les plus propices à sa reconstitution après travaux.

Des espèces ligneuses et des mélanges de graines herbacées ont été sélectionnés pour répondre aux caractéristiques des différents milieux artificiels créés par les travaux en liaison avec la pente, l'exposition, la nature du substrat, la profondeur de la nappe phréatique.

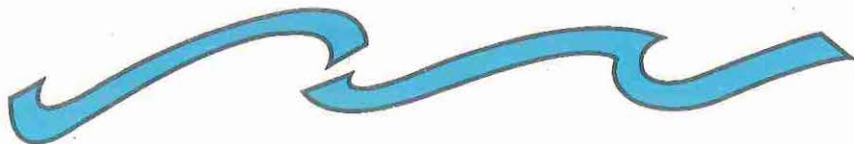
Actuellement, sur chaque aménagement, plusieurs centaines d'hectares sont enherbés et plusieurs dizaines de milliers d'arbres sont plantés pour accélérer la cicatrisation du milieu en le reconstituant sous ses différents aspects : prairie naturelle, prairie arborée, forêt riveraine, peupleraie.

Des architectes paysagistes apportent leurs conseils à la Compagnie pour reconstituer ces diverses unités en liaison avec les zones bordières de l'aménagement.

Préoccupations d'ordre biologique

- L'avifaune

Le Rhône représente un axe migratoire important. Les aménagements ont créé des zones d'hivernage de qualité (secteur de La Voulte, réserve de Printegarde, le secteur en amont du barrage de la retenue à Péage-de-Roussillon, le plan d'eau de Massignieu-les-Rives où l'on a pu dénombrer 13000 oiseaux



en hiver).

L'aménagement a accru de manière considérable l'étendue des zones humides en aval de la Drôme. Il n'est malheureusement pas sûr qu'une étude plus approfondie de ces aspects ne ferait pas apparaître aussi quelques points moins positifs.

- Faune terrestre

La faune terrestre a fait l'objet d'études et de recherches sur place dans trois axes principaux :

- + le grand gibier dont les zones de passages ont été inventoriées et reconstituées lorsque nécessaire (exemple du canal d'amenée de Chautagne) ;

- + le castor qui s'est maintenu, voire développé, en liaison avec les travaux de la Compagnie ; aussi et surtout en raison de la protection dont il est l'objet ;

- + la loutre, espèce en voie de disparition qui pourrait être réintroduite.

- La faune piscicole et la pêche

Pour des raisons diverses, parfois mal connues (impact de la pêche, pollution croissante du Rhône et de son estuaire), mais aussi en liaison avec les aménagements du Rhône (dragage des zones de frayères, obstacle mécanique à leur migration), la plupart des espèces migratrices encore récemment présentes dans le Rhône jusqu'à des points très à l'amont, ont disparu (Esturgeon) ou plus ou moins fortement régressé (Lamproie marine, Alose).

Afin de favoriser leur déplacement, des ouvrages de franchissement ont été construits : échelles à poissons de Beaucaire et du seuil du Gard, écluses à poissons des barrages de Vallabregues, Avignon et Caderousse ; dispositifs d'attraits dans les écluses de ces mêmes aménagements ; écluse à poissons du barrage de Savières ; rivière artificielle du seuil de Yenne ; passe à bassins successifs du seuil des Molottes.

L'étude menée sur l'aménagement de Belley permet d'observer, du fait de la modification des hauteurs d'eau dans le lit court-circuité, une augmentation des populations d'ombres communs, espèce très prisée par les pêcheurs à la mouche ; cette particularité induit un

développement de la pêche dans cette région, et un intérêt touristique particulier.

Afin de compenser les déficits de production que pourraient engendrer ses aménagements, la CNR verse chaque année des indemnités correspondant à l'alevinage, pour l'ensemble du Rhône, d'environ 300 000 truites et 140 000 ombres communs.

Elle a financé également la mise en place d'une importante éclosérie dans le département de l'Ain.

La navigation de tourisme et de plaisance

Le Rhône aménagé a contribué à la progression de la navigation de plaisance entre Lyon et la mer. On compte actuellement plus de 2 000 passages par an, avec un maximum mensuel ayant atteint à Beaucaire 523 bateaux de plaisance.

Le développement du tourisme fluvial s'amplifie avec l'arrivée sur le Rhône de bateaux à passagers, certaines croisières se faisant sur un seul aménagement sans franchissement des ouvrages tandis que d'autres relient par exemple Lyon à Avignon.

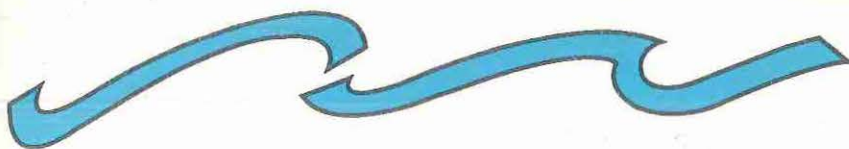
En 1986, la Compagnie a installé 4 appontements spécialisés pour ce type de navigation, ce qui augmente les possibilités d'accès qu'offrent déjà les bases de loisirs.

Les retenues sont également propices à l'exercice des loisirs nautiques : planche à voile, ski nautique, etc... On dénombre, sur le Bas-Rhône, 36 bases nautiques.

La canalisation du Rhône a conservé et adapté les centres de plein air et de loisirs préexistants aux nouvelles conditions hydrauliques et a aussi offert de nouvelles possibilités en supprimant bon nombre des aspects dangereux du fleuve dans son état antérieur. Dernièrement un nouveau type de réalisation connaît un vif succès : il s'agit des rivières artificielles à canoë-kayak, c'est le cas des aménagements de Belley (Yenne), de Péage-de-Roussillon (Saint-Pierre-de-Boeuf) et de Saulz-Brenaz.

Protection contre les crues

Les endiguements construits le long du Rhône pour réaliser l'aménagement du fleuve protègent des surfaces importantes de terrains contre les inondations.



De Lyon à la mer 13 470 ha sont totalement protégés contre les crues du Rhône, et 27 750 ha le sont partiellement ; seuls 1 130 ha, sur une superficie totale de 42 350 ha estimée inondable en l'absence de tout aménagement, conservent une situation inchangée.

Cette protection est d'abord utile pour les nombreuses agglomérations riveraines qui, même lorsqu'elles restent vulnérables aux crues, le sont moins fréquemment qu'autrefois et dans des conditions moins destructrices.

Elle joue aussi un rôle très positif en faveur de l'agriculture car elle permet son développement dans de nombreux secteurs où il n'était pas possible autrefois.

L'assainissement des villes riveraines et du bassin du Rhône

Le Rhône constitue l'exutoire naturel de tous les effluents urbains et industriels de son bassin.

Il faut signaler les efforts très importants faits par les collectivités locales depuis une vingtaine d'années pour le recueil et l'épuration de ces effluents.

Ces travaux ont été assez souvent liés à ceux de l'aménagement du Rhône qui en ont parfois été l'occasion.

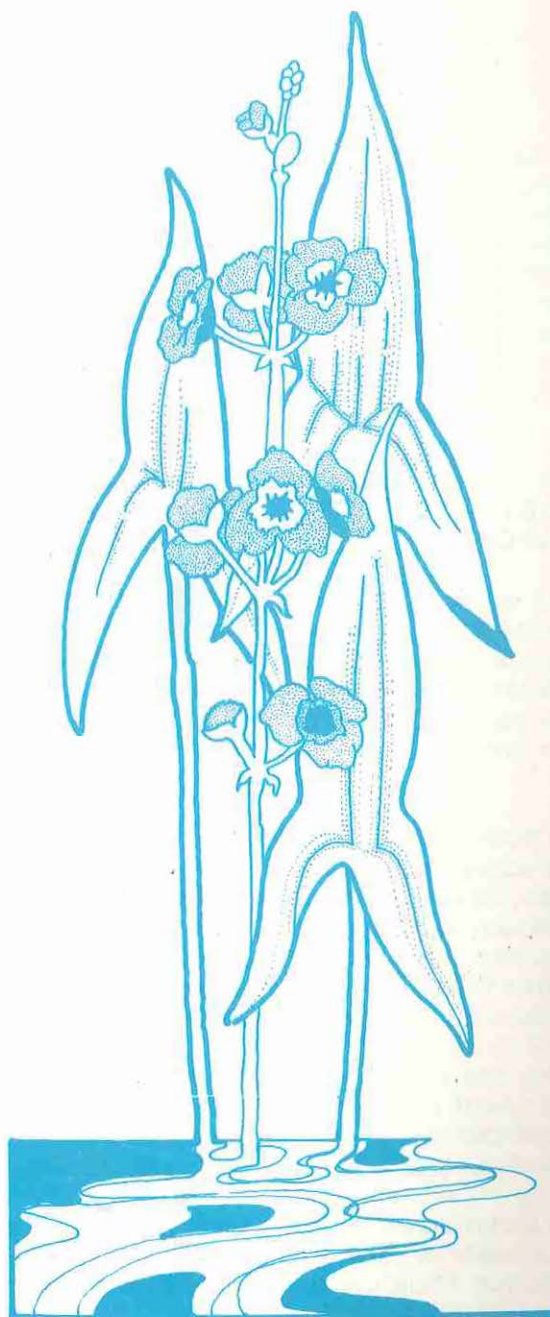
CONCLUSIONS

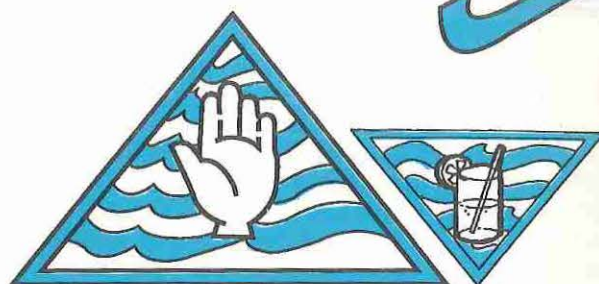
L'aménagement du Rhône et le type d'ouvrages qui y fut construit, a certes modifié le paysage et la dynamique du fleuve avec des conséquences sur le milieu naturel préexistant.

Néanmoins, ces aménagements à buts multiples ont permis, sur le plan agricole, de protéger de vastes surfaces contre les crues, de stabiliser la nappe phréatique et d'améliorer les possibilités d'irrigation.

Dans le domaine de l'énergie, la production du Rhône atteint 16 milliards de kWh en année moyenne. Elle constitue actuellement plus de 20 % de la production hydraulique nationale. La voie navigable à grand gabarit établie sur 310 km entre Lyon et la Mer Méditerranée permet l'accès toute l'année aux convois de 3 000 à 5 000 T et aux navires fluvio-maritimes, ce type de transport permet également le développement de certaines communes riveraines du fait des zones portuaires et industrielles aménagées.

Enfin, les préoccupations grandissantes à l'égard des problèmes d'environnement ont incité les aménageurs à prendre conscience de l'importance de la faune et de la flore pour le maintien des équilibres naturels ainsi que de l'insertion des ouvrages dans le paysage, tout en développant, à la demande des riverains, des zones de loisirs et de sports nautiques.





4.5 RESERVES D'EAU POTABLE

LES BESOINS

L'eau, richesse naturelle et facteur essentiel de développement, a longtemps paru inépuisable. L'approvisionnement en eau pose des problèmes de quantité et de qualité en raison de son rôle croissant pour les besoins d'hygiène,

de confort domestique, agricoles et industriels. Les origines de ces eaux sont diverses. A titre d'exemple, nous donnons ci-après, en millions de mètres cubes et en pourcentage, les origines des eaux potables distribuées dans la région Rhône-Alpes pour l'année 1985.

Origine	Volumes en millions de m3	Pourcentage par rapport	
		au total	aux eaux de surface
Consommation totale	188	100	-
Eaux souterraines	177	94	-
Eaux superficielles	11	6	100
Plans d'eau	9,3	5	85
Cours d'eau	1,7	1	15

Origine des eaux potables (Rhône-Alpes 1985)

MOBILISATION ET REGULATION DE LA RES-SOURCE

Pour des raisons de qualité physique (température) et chimique (moins soumises à pollution), les eaux souterraines sont les sources privilégiées pour l'alimentation en eau potable des populations. Malheureusement elles ne se rencontrent pas partout en quantité suffisante.

Les eaux courantes, malgré leur taux de pollution souvent plus élevé prennent alors le relais, mais s'avèrent insuffisantes pendant les périodes d'étiage, avec des situations qui peuvent devenir critiques lors de déplacements démographiques saisonniers importants.

Dans ces cas-là et malgré les défauts qu'ils cumulent (température élevée, pollution maximale) on est souvent contraint de faire appel aux plans d'eau, naturels ou artificiels.

Les lacs naturels ont l'avantage d'exister ; malheureusement, pour leur utilisation, s'établit presque toujours une compétition entre objectifs contradictoires qu'il est difficile de concilier.

Les retenues artificielles peuvent en théorie être mieux ciblées ; une certaine concurrence reste tout de même pratiquement toujours inévitable.

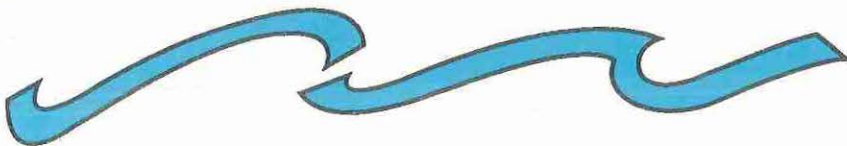
GRILLE DE QUALITE

En règle générale, pour ne pas dire toujours, les eaux de surface, donc celles des plans d'eau, ne répondent pas directement, à l'état brut, aux critères de potabilité. Elles doivent être traitées, pour éliminer ou réduire tel ou tel élément indésirable.

Suivant la qualité de l'eau brute, les traitements seront plus ou moins complexes, plus ou moins coûteux. En simplifiant un peu, on peut retenir trois niveaux de traitement, classés par ordre de complexité et de coût croissant :

- Catégorie 1 : filtration grossière et désinfection (chloration).

- Catégorie 2 : on y ajoute deux échelons intermédiaires : une décantation après préchloration, coagulation et floculation ; une filtration fine à travers un massif de sable.



- Catégorie 3 : aux étapes ci-dessus très soigneusement conduites, vient s'ajouter, après le filtre à sable, un affinage sur filtre à charbon actif.

La Communauté Economique Européenne a établi une grille de qualité, qu'on peut se procurer auprès des services compétents de l'administration ou des Agences de Bassin et qui, selon le niveau de traitement visé, fixe pour les principaux éléments présents dans l'eau, les limites supérieures admissibles dans l'eau brute.

ALTERATION DE LA RESSOURCE

A la différence des eaux courantes (rivières ou fleuves), dont la qualité varie tout au long de leur parcours et suivant leur régime hydraulique, celles des retenues et lacs se renouvellent plus lentement et présentent des qualités plus constantes, cependant sujettes à évolution.

Les processus d'altération de la ressource en eau, propres aux plans d'eau sont principalement liés à deux phénomènes :

l'eutrophisation

On a examiné au chapitre 31 ce qu'était l'eutrophisation, quelles étaient ses causes et ses effets sur les plans d'eau. On peut insister un peu sur ses conséquences concernant la potabilité de l'eau. La turbidité liée ou non à la présence d'algues, la couleur, le fer ou le manganèse, compliquent le traitement, en particulier la décantation et la filtration. Les algues seules ou combinées au chlore sécrètent des produits au goût désagréable, voire franchement toxiques. On redoute également une diminution d'efficacité et de pérennité de la stérilisation par le chlore. Il peut en découler des développements de moisissures et de champignons dans les réseaux de distribution.

la sédimentation

Ses facteurs peuvent être d'origine interne, produits de l'activité biologique favorisée par l'eutrophisation ; ou externes, dus à l'érosion des sols du bassin versant. L'intensité de ce phénomène est liée à des paramètres naturels : conditions climatiques (orages), nature géologique et pente du sol ; ou artificiels : la déforestation, les façons culturales l'accélèrent. L'effet principal en est le comblement de la cuvette lacustre, la réduction de sa capacité

utile, sa disparition à terme. Mais la sédimentation n'est pas sans altérer la qualité de la masse d'eau.

TRAITEMENT

Contraintes particulières

Les caractéristiques propres d'une retenue (stratification-lenteur du renouvellement) conduisent le traiteur à des interventions spécifiques :

- adaptation de la hauteur de la prise d'eau dans la retenue en fonction du niveau du plan d'eau et de sa stratification ;

- dispositifs de traitement multiples et souples afin de faire face aux variations saisonnières de qualité, voire aux pollutions accidentelles dont les effets sur la retenue sont trop durables pour qu'on puisse se permettre d'attendre leur extinction naturelle. Ils doivent éliminer successivement tous les éléments indésirables, en allant des plus gros aux plus fins, de ceux qui sont apparents à ceux qui sont difficilement analysables (odeurs - saveurs).

Sans prétendre à l'exhaustivité, nous allons en examiner quelques uns.

Particules en suspension

Ce sont notamment les algues et des éléments vivants. Suivant leur prolifération, on peut être amené à procéder par dégrillage, tamisage, flottation.

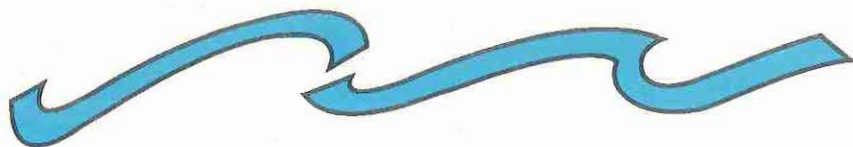
Particules fines et colloïdes

La décantation naturelle s'est produite dans le plan d'eau. Pour les particules et colloïdes restants, il sera nécessaire d'accélérer le processus par adjonction de réactifs chimiques dits de coagulation et de floculation ; non sans avoir au préalable, stoppé toute activité biologique par introduction d'un agent oxydant : composé de chlore, ozone, permanganate ; voire d'un algicide : sulfate de cuivre.

Après cette étape on peut en général faire l'économie d'une décantation et passer directement à la filtration sur sable ou produits composites.

Désinfection

Pour éliminer les germes pathogènes on utilise,



après filtration, un agent désinfectant choisi en fonction de son efficacité, de son coût, de ses possibilités de mise en oeuvre : eau de javel ou rayons ultraviolets pour les plus petites installations, jusqu'à l'ozone pour les plus grandes, en passant par le chlore et ses dérivés.

Le dosage des réactifs est très important. Il permet de réduire les effets secondaires indésirables, notamment les mauvais goûts, et d'assurer une rémanence du pouvoir bactéricide dans les réseaux de distribution.

Goût - Odeur

Goûts et odeurs apparaissent fréquemment dans les eaux en provenance des retenues. On les élimine en général en deux étapes. On oxyde d'abord à l'ozone naissant (produit sur place) ou (et) au bioxyde de chlore. On filtre ensuite sur charbon actif en grains.

Ce matériau intercepte une grande diversité de molécules ; il faut donc le régénérer fréquemment. C'est pourquoi on lui préfère dans certains cas une addition temporaire (pendant l'apparition du mauvais goût) de charbon actif en poudre avant la filtration.

Fer et manganèse

Ces éléments indésirables, assez souvent rencontrés dans les eaux des retenues, provoquent, à concentration suffisante, après aération de l'eau, l'apparition des tâches couleur rouille ou de particules noirâtres. Leur élimination, dans des conditions et par un traitement spécifiques aujourd'hui bien maîtrisés, fait appel à des réactifs d'oxydation en milieu d'acidité (pH) bien déterminé.

Minéralisation - Equilibre ionique

Les eaux des retenues sont généralement peu minéralisées. Elles peuvent nécessiter des corrections d'acidité, surtout après adjonction d'un flocculant. Le traitement peut aller d'un simple apport de chaux ou de soude, jusqu'à une reminéralisation lorsque les risques de corrosion métallique font craindre la possibilité de saturnisme (plombémie).

Schéma d'une filière de traitement

La filière schématisée ci-après correspond à un traitement complet fréquemment rencontré pour des installations moyennes (180 m³/h - 10 000 habitants) en région cristalline où les eaux de retenue sont peu minéralisées.

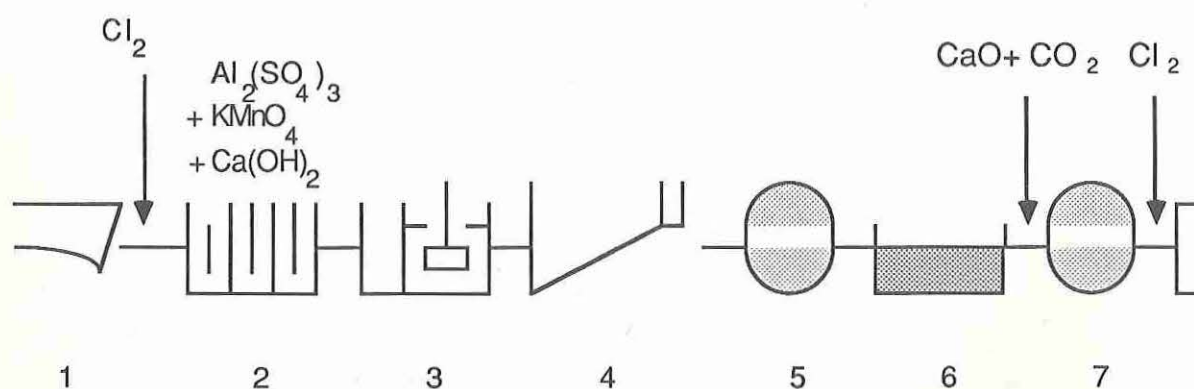
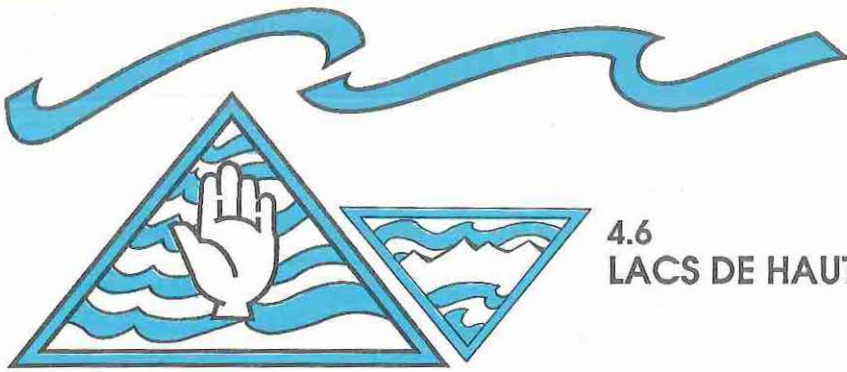


Schéma d'une filière de traitement

Légende :

1 : Prise d'eau à la retenue - Préchloration
2 : Flocculation au sulfate d'aluminium (48 mg/l), éventuellement permanganate et chaux
3 : Agitation lente, 20 m³ en 4 bacs

4 : 4 décanteurs longitudinaux de 110 m³, pouvant être court-circuités
5 : Tour d'ozonation de 25 m³ (ozoneur de 800 g/h)
6 : 4 filtres à sable ouverts de 4 x 9 m²
Injection de gaz carbonique (20,5 mg/l) et lait de chaux (32 mg/l)
7 : Post ozonation



4.6 LACS DE HAUTE MONTAGNE

Notre propos, au cours de ce chapitre, consistera à dégager les particularités des lacs naturels de haute montagne des Alpes françaises du nord par rapport aux grands lacs subalpins, d'altitude inférieure à 500 mètres : Léman, Annecy, Le Bourget, Aiguebelette ... et aux retenues hydroélectriques, bien que certaines soient implantées vers 2000 mètres : Plan d'Amont (2078 m), Mont Cenis (1979 m), Chevril (1794 m) ...

Du fait des dimensions, le plus souvent restreintes, de ces lacs de haute altitude et de la quasi absence de stratification thermique stable dans la plupart d'entre eux, nous élargirons la définition donnée au chapitre 1, aux plans d'eau présentant une profondeur supérieure à trois mètres et une superficie supérieure à un demi hectare.

Dans ce contexte nous évoquerons les caractéristiques morphométriques et physico-chimiques de ces lacs, ainsi que certaines difficultés techniques inhérentes à leur étude. Nous aborderons quelques unes de leurs caractéristiques biologiques au niveau des producteurs (macrophytes et phyto-plancton) et des consommateurs (zoo-plancton, invertébrés) ainsi que quelques résultats d'adaptation d'espèces de Salmonidés (Ombles en particulier) empiriquement introduites dans ces lacs.

Outre une meilleure connaissance intrinsèque de ces lacs de montagne qui offrent par leurs seules qualités esthétiques un véritable attrait touristique en été, nous proposerons une classification sommaire, à partir de l'exemple des lacs de Vanoise, dans la perspective d'apporter quelques consignes de gestion, notamment à l'usage des sociétés de pêche.

Nous insisterons enfin sur la fragilité de ces milieux d'altitude inaptes à recevoir et dégrader convenablement des effluents touristiques tels que ceux issus des refuges de montagne, ainsi que les inconvénients inhérents aux captages de leurs eaux qui, du fait des marnages qu'ils induisent, diminuent leur productivité biologique déjà faible naturellement.

SITUATION ET ORIGINE DES LACS DE HAUTE MONTAGNE

En examinant la carte des Alpes, on observe

tout d'abord qu'il y a peu ou pas de lacs à l'intérieur des massifs préalpins calcaires, à quelques rares exceptions près : lacs de Lessy et de Benit dans les Bornes, lac de la Thuille dans les Bauges.

On constate ensuite qu'il y a très peu de plans d'eau entre 1000 et 2000 m d'altitude. En revanche, il existe des "populations" de lacs dans les massifs cristallins externes : dans le massif de Belledonne (les fameux Sept Laux), dans le Beaufortain et les Aiguilles Rouges, entre 2100 et 2400 m d'altitude.

Enfin le même phénomène de "grégarité" s'observe dans les massifs internes tels que la Vanoise où les lacs sont répartis autour des appareils glaciaires, à une altitude moyenne de 2500 m.

Nous pouvons ainsi déduire que la plupart des lacs de haute montagne sont d'origine glaciaire.

On notera deux cas principaux :

1. les lacs de surcreusement, établis dans une dépression du substratum, les roches les plus tendres ayant été affouillées par le lit d'un glacier, par exemple le lac du Mont-Coua.
2. les lacs de barrage, retenus derrière des dépôts morainiques abandonnés par les glaciers (moraine frontale plus souvent que latérale, exemple : lac du Grand Fond, de Chasseforêt...).

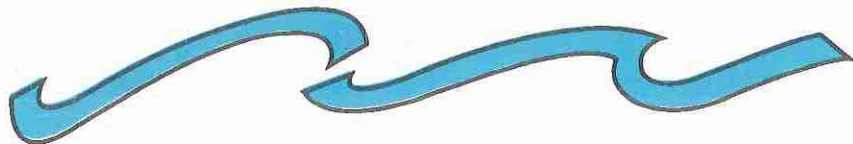
Autres origines :

La dépression du substratum peut être due aux actions de dissolution dans le cas de roches telles que les gypses ; on a alors un lac de doline. Exemple : le lac de Tignes.

La dépression du substratum peut être liée à une structure géologique de type synclinal. Exemple : le lac de la Roche Ferran.

Le barrage qui retient le lac peut être lié à un écroulement. Exemple : en Vanoise, le lac Rond (inférieur), sous la Grande Casse.

Enfin certains lacs ont une origine mixte :
- à la fois de surcreusement glaciaire et de surélévation morainique,



- d'origine tectonique et de barrage...

CARACTÉRISTIQUES MORPHOMÉTRIQUES DE LA CUVETTE LACUSTRE

Les lacs naturels de haute montagne présentent en moyenne des caractéristiques morphométriques restreintes : superficie, profondeur maximale. Outre l'altitude particulièrement élevée des plans d'eau de Vanoise (2500 m) leurs caractéristiques morphométriques, définies à partir d'un échantillon d'une trentaine de lacs, sont conformes à celles des autres lacs alpins français (Edouard, 1983) ; aussi les prendrons-nous en exemple.

Profondeur maximale de la cuvette lacustre

La moyenne des profondeurs maximales enregistrées en hautes eaux (après la fonte des neiges, en début d'été) est inférieure à 10 mètres ; elle s'établit autour de 9 mètres.

Si l'on fait abstraction du lac de Tignes (37,50 m), situé en zone périphérique, le lac le plus profond sondé en Vanoise est le lac supérieur du Merlet (29 m) ; sur les trente plans d'eau étudiés, dix seulement dépassent 10 mètres de profondeur dont le lac de la Plagne (19 m) et les lacs du Lou et Noir de Sainte-Foy qui atteignent tous deux 17 mètres.

N.B. : la profondeur d'un lac de montagne est relativement constante lorsque son déversoir est superficiel, cas le plus fréquent (variation inférieure à 40 centimètres entre les hautes eaux, après la fonte des neiges, et l'étiage de l'automne). Dans le cas d'émissaire sous lacustre, le niveau du lac peut varier considérablement et atteindre un marnage égal ou supérieur à 4 mètres (exemple du lac inférieur du Merlet qui passe de 17 à 13 mètres de profondeur à l'automne).

Superficie de la cuvette lacustre

La superficie moyenne, calculée dans le cas des lacs de Vanoise, à partir de photos aériennes s'établit autour de 3 hectares ; les plus grands lacs atteignant 7 à 8 hectares (lac de la Plagne : 7,6 ha et lac du Lou : 6,9 ha).

N.B. : le marnage d'un lac peut affecter considérablement sa superficie ; ainsi le lac inférieur du Merlet, déjà cité, peut varier quasiment du simple au double.

CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA CUVETTE LACUSTRE

La transparence

Cette mesure simple, réalisée à l'aide du disque de Secchi, permet d'apprécier en première approximation, par le biais de la quantité de phytoplancton, le niveau trophique d'un lac. Cependant, dans le cas des lacs de haute montagne, cette méthode se heurte fréquemment à deux difficultés "contradictoires" :

+ Cas des lacs très transparents alimentés par des sources :

La transparence correspond à la profondeur de la plupart de ces lacs, le disque restant visible jusqu'au fond, parfois à plus de 12 mètres. Exemple : le lac Rond du col de La Vanoise.

+ Cas des lacs turbides :

Les lacs ayant conservé des rapports étroits avec les appareils glaciaires (lacs pro- et juxtaglaciaires) sont presque toujours turbides du fait de particules minérales en suspension ; leur transparence est inférieure à 3 mètres, ne traduisant en rien leur productivité qui est souvent extrêmement faible. Exemples : lacs Blancs du Carro et de Polset, lac Long, lac de Chasseforêt...

N.B. : comme nombre de paramètres, la transparence varie dans le temps pour un même plan d'eau ; ainsi au lac du Mont-Coua a-t-on relevé 9 m de transparence en début d'été et seulement 3,40 m courant Août.

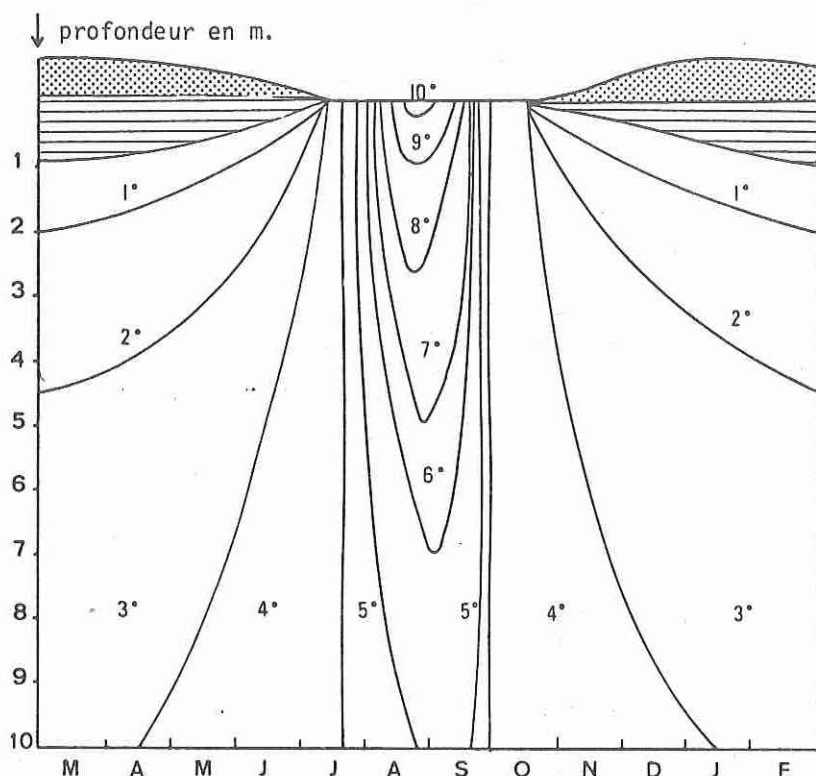
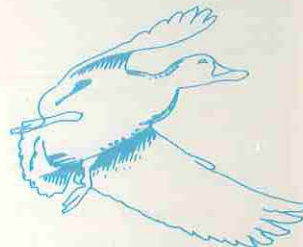
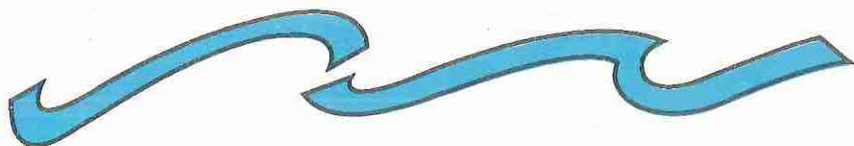
La température

Dans la plupart des lacs de haute montagne les relevés de températures, pratiqués au cours de cycles annuels, permettent de dresser des profils thermiques qui diffèrent à plusieurs titres de ceux offerts par les grands lacs subalpins.

Sur le schéma de la page suivante qui présente l'évolution des profils thermiques au cours de l'année 1977-1978 dans le lac du Mont-Coua (2672 m) on notera en particulier :

- l'absence de véritable thermocline tout au long de l'année,

- les deux périodes d'isothermie (températures



Evolution des profils thermiques au cours de l'année 1977-1978 dans le Lac du Mont Coua (2672 m)
(inspiré de Caplancq et Laville)

homogènes dans toute la masse d'eau) courant Juillet et fin Septembre,

- l'inversion de "stratification" des eaux sous le bouclier de glace en hiver puisque à cette période les eaux les plus "chaudes" (4° C) s'observent au fond, alors qu'en été ces eaux qui ne dépassent guère 10° C "flottent" en surface,

- ce cycle thermique établi au lac du Mont-Coua correspond au schéma le plus couramment observé dans les lacs de haute montagne (lacs di ou bimictiques).

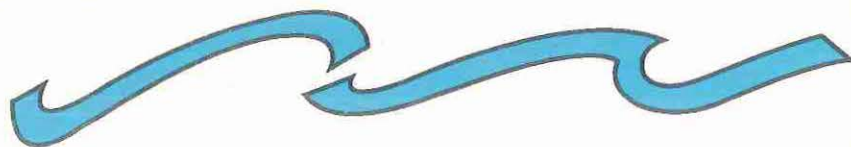
Il ne faut cependant pas exclure que des lacs de faible profondeur, fortement soumis aux actions des vents, subissent des refroidissements importants au cours d'un été et présentent un caractère polymictique. Enfin les eaux de certains lacs situés vers 2900 m peuvent rester toute l'année en-dessous de 4° C ; nous avons alors des lacs monomictiques froids.

Exemple : le lac du Grand-Fond.

L'oxygène dissous et le pourcentage de saturation

Pour les lacs de montagne comme pour ceux de plaine, l'oxygène dissous présente un intérêt fondamental pour tout organisme vivant. On analysera en altitude ce paramètre avec la méthode chimique de Winkler plutôt qu'à l'aide d'un oxymètre électronique dont l'emploi par grands froids est problématique.

Si en été les quantités d'O₂ enregistrées sont en général supérieures à la saturation, au fond de quelques plans d'eau on note toutefois dès cette saison un déficit en oxygène qui traduit la décomposition de la matière organique. Exemple : lac Blanc de Termignon, lac Noir de Sainte-Foy. Inversement au fond de certains lacs, exemple Roche Ferran, on a relevé une sursaturation en oxygène (147 % contre 132 % en surface) qui pourrait être induite par la présence d'algues filamenteuses sur le fond. Cependant c'est en période hivernale, malgré les difficultés d'accessibilité et celles rencontrées pour perforer la couverture de glace, qu'il convient de surveiller particuliè-



rement le déficit en O₂ dissous. En effet ce déficit peut être tel (en l'absence d'apport d'eau et après consommation de l'oxygène dissous présent à l'automne) qu'il peut entraîner le fameux "Winter-kill" = mortalité hivernale, constaté en Amérique du Nord.

Ceci pourrait expliquer des échecs successifs d'introduction de poissons dans certains plans d'eau. A titre d'exemple, au cours de la période allant de Novembre 1976 à Juin 1977 nous avons enregistré au lac du Mont-Coua les valeurs suivantes d'oxygène dissous (moyenne à partir de 2 à 3 échantillons).

Date	Oxygène dissous en mg/l		
	En surface sous la glace	à 4 m de profondeur	à 9 m de profondeur
01-11-1976	10,36	9,87	5,00
27-02-1977	8,16	2,31	0,13
30-05-1977	9,57	0,80	0,00
19-06-1977	9,41	0,80	0,02

Teneurs en oxygène dissous au Lac du Mont Coua

Minéralisation globale

Concernant ce paramètre, nous avons constaté pour le massif de la Vanoise un très large gradient de minéralisation :

- des lacs très peu minéralisés comme les lacs du Carro (< 20 mg/l) ;
- des lacs correspondant à la moyenne des eaux douces continentales (= 80 mg/l) ;
- enfin des lacs très minéralisés (lac de la Roche Ferran) atteignant jusqu'à 400 mg/l de minéralisation globale au niveau des eaux de fond.

L'interprétation de ces résultats peut être abordée en examinant la constitution lithologique des différents bassins versants.

En effet les lacs les moins minéralisés sont établis sur les gneiss du Grand Paradis ainsi que les schistes lustrés.

Ceux offrant une minéralisation moyenne présentent des bassins versants partiellement ou entièrement constitués de calcaire, calcaires dolomitiques.

Enfin les lacs de type séléniteux sont en rapport, au niveau de leur bassin versant géologique, avec des gypses (sulfates de Calcium) qui entraînent un "excès" de minéralisation.

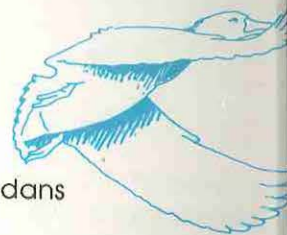
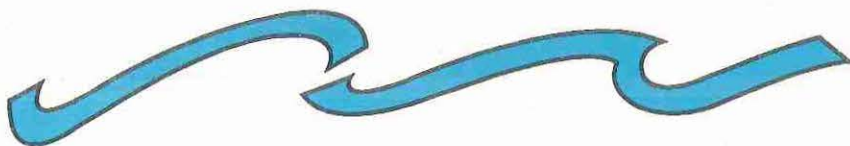
N.B. : nous n'examinerons pas ici en détail les différents sels dissous (ions) qui contribuent individuellement à ce large éventail de minéralisation ; nous indiquerons seulement que :

- le Calcium varie d'un lac à l'autre dans les mêmes proportions que la minéralisation globale ;
- le titre alcalimétrique complet permet de scinder aisément les lacs en deux catégories :
 - . les lacs établis sur substrats silicatés : TAC < 2° français,
 - . les lacs établis sur substrats calcaires : 4° < TAC < 9° français ;

- enfin insistons sur le fait que les gypses sont à même de créer "des surprises" lorsqu'ils ne sont pas affleurants, pouvant rendre des eaux "pures de montagne" impropres à la consommation humaine avec des quantités de sulfates supérieures aux normes impératives pour la fabrication de l'eau potable (250 mg/l). Exemple : lac de Tignes, du Pelve, de la Roche Ferran.

CONDITIONS CLIMATIQUES

Avant d'examiner les caractéristiques biologiques principales des lacs de haute altitude, il paraît nécessaire d'évoquer brièvement les



conditions climatiques qui y règnent, notamment la persistance du bouclier de glace qui recouvre ces plans d'eau.

En effet la production primaire ne peut s'effectuer convenablement sans de bonnes conditions de lumière (photosynthèse) et de température, ce qu'une couverture de glace et de neige pouvant atteindre 2 m d'épaisseur ne peut assurer.

N.B. : si l'altitude conditionne grandement la durée du bouclier de glace, il faut considérer toutefois que la situation topographique de certains plans d'eau comme le lac de la Valette à Pralognan, peut largement contribuer à augmenter de plus d'un mois cette persistance du gel.

On peut considérer en première approximation que la durée du gel est de l'ordre de 8 mois vers 2400 m, 9 mois vers 2600 m, 10 mois vers 2800 m.

LES PRODUCTEURS

Les macrolimnophytes

Dans les lacs de montagne, les macrolimnophytes (grandes plantes immergées) ne jouent souvent lorsqu'elles sont présentes, qu'un rôle accessoire vis-à-vis de la production primaire. Il convient néanmoins de citer à titre d'exception la famille des Characées dont certaines espèces constituent localement de véritables prairies sous-lacustres qui offrent un abri efficace aux invertébrés ou aux poissons et servent de support aux algues unicellulaires (périphyton). Citons dans ce cas, le lac du Lou (2035 m) situé dans la vallée des Bellevilles ainsi que le lac de la Plagne de Peisey-Nancroix (2144 m). Ces Characées parviennent à coloniser des pièces d'eau jusque vers 2500 m.

Parmi les phanérogames, les monocotylédones les plus fréquemment observées appartiennent au genre *Potamogeton* (gramineus, pusillus et rufescens) ainsi qu'au genre *Sparganium* : Rubanier qui envahissent les plans d'eau relativement chauds, aux berges faiblement inclinées.

Parmi les dicotylédones, seule la Renoncule aquatique est fréquente et parvient à s'épanouir à plus de 2700 m.

Le phytoplancton

Les algues phytoplanctoniques constituent avec les algues benthiques la presque totalité

du niveau des producteurs dans les lacs de haute altitude.

L'étude du peuplement phytoplanctonique d'une trentaine de lacs de Vanoise a permis de répertorier plus de 300 taxons différents.

Un premier classement de ces lacs à partir du groupe d'algues dominant et de leur richesse spécifique fait apparaître deux catégories principales de plans d'eau :

1. les lacs à Diatomées qui ont une faible richesse spécifique (3 à 15 espèces) ; ce sont les lacs les plus grands et les plus froids (les moins productifs) ;
2. les lacs à Desmidiées présentant de 20 à 45 espèces ; ce sont des plans d'eau de faibles dimensions, ceux qui se réchauffent le mieux et qui sont en cours d'évolution vers le stade de tourbière.

N.B. : avec une centaine de taxons identifiés, les algues benthiques ont conduit à la même classification large de lacs à Diatomées, à Desmidiées et de plans d'eau intermédiaires sans prédominance nette.

Nous retiendrons enfin que le climat alpin exerce un contrôle plus quantitatif que qualitatif sur cette flore algale avec un fort pourcentage de taxons qui se rencontrent dans un seul plan d'eau.

LES CONSOMMATEURS

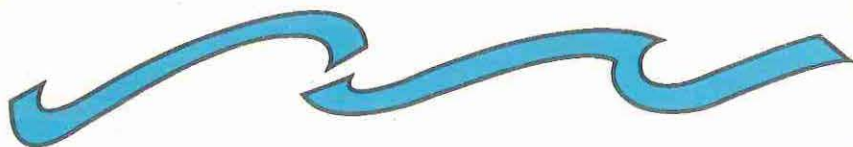
Les invertébrés

Les invertébrés occupent dans la chaîne alimentaire des lacs un rôle fondamental étant donné qu'ils sont vecteurs et transformateurs de matière et d'énergie entre l'échelon producteur (macrophytes et phyto-plancton) et les différents niveaux de consommateurs.

Les invertébrés ont dans cette chaîne alimentaire des lacs de montagne des places diverses ; ils peuvent être détritivores, herbivores, carnivores, omnivores ou parasites.

Parmi les invertébrés les plus courants dans les lacs de haute altitude nous insisterons sur ceux qui exercent qualitativement et quantitativement les rôles les plus importants en particulier vis-à-vis des communautés de poissons introduits artificiellement.

Pour mémoire nous citerons aux côtés des



"macro" invertébrés, les Nématodes et les Tardigrades, organismes de très petites dimensions qui participent dans les horizons superficiels des sédiments à la dégradation de la matière organique.

Si la Planaire, *Crenobica alpina*, s'observe sous les pierres à la périphérie de nombreux lacs de montagne, elle ne joue, tout comme la sangsue localisée aux lacs les plus chauds, qu'un rôle écologique accessoire.

A l'inverse des précédentes, les oligochètes sont présents en abondance dans les sédiments meubles de tous les lacs d'altitude prospectés. De par la biomasse qu'ils constituent, leur action sur les sédiments et le rôle de proie qu'ils assurent, ils occupent une place importante.

Parmi les mollusques, outre les gastéropodes tels que les limnées qui peuvent selon les conditions de température et de minéralisation être localement abondantes, il convient de mentionner dans bon nombre de lacs de haute altitude la présence de petits bivalves du genre *Pisidium* qui sont susceptibles d'être ingurgités par les poissons.

Chez les Arthropodes, les Arachnides sont représentés par de petits hydracariens jusque dans des plans d'eau voisins de 2700 m d'altitude. Cependant ce sont les crustacés planctoniques et les insectes diptères aux stades larvaires qui retiendront le plus notre attention.

Les crustacés planctoniques

Eu égard au phytoplancton (300 taxons), la richesse spécifique des crustacés planctoniques des lacs de haute altitude peut paraître faible puisque nous avons identifié moins de 20 espèces réparties entre Cladocères (*Daphnies* en particulier) et Copépodes.

En moyenne la richesse spécifique des lacs de haute altitude se situe autour de 3 crustacés planctoniques avec part équivalente de Cladocères et de Copépodes ; moyenne comparable à celle enregistrée dans d'autres massifs montagneux tels que les Rocheuses.

Une analyse multidimensionnelle des données a permis de corréler la présence des différentes espèces de crustacés avec le facteur température de l'eau ; les lacs de faibles dimensions, les plus chauds, étant ceux qui abritent le plus d'espèces.

Il n'est peut-être pas vain de rappeler que les

stades jeunes des poissons sont, pour leur développement, étroitement dépendants de la qualité et de la quantité de ces crustacés zooplanctoniques.

Les insectes

Certains s'observent assez aisément à la périphérie des lacs : les coléoptères aquatiques dont *Agabus solieri* qui semble le plus commun et les hémiptères (punaises) qui sont des hôtes sporadiques. Cependant, ce ne sont pas ces espèces qui sont prépondérantes. En effet, les rôles principaux sont tenus par les larves des trichoptères dont certaines espèces se nymphosent dès la débacle de la glace, et surtout les larves de Chironomidés qui sont présentes dans les sédiments meubles de tous les lacs et qui occupent tant qualitativement que quantitativement la première place.

Il faut insister sur ce fait et dire que la majorité des contenus stomacaux des poissons introduits dans les lacs de montagne, en dehors d'éléments exogènes, sont composés de larves et de nymphes de Chironomidés.

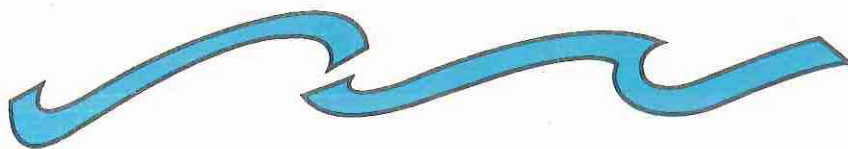
Les poissons

Dans la plupart des lacs de montagne il n'existait pas à l'origine de peuplements piscicoles, du fait des difficultés de communication avec le réseau hydrographique, inhérentes à la structure voire à l'absence d'émissaires superficiels.

Les peuplements piscicoles existant aujourd'hui dans ces lacs résultent donc d'introductions le plus souvent empiriques, selon les aspirations des sociétés de pêche, ou au gré du marché des piscicultures ou de certaines modes concernant des espèces nord-américaines...

Devant ce défaut de gestion et par le fait également que la pêche continue à s'exercer au sein d'espaces protégés tels que les parcs nationaux, nous avons tenté d'apprécier l'acclimatation de certaines espèces introduites afin d'en tirer des enseignements pratiques.

Dans cet esprit nous rapporterons brièvement les résultats de trois études concernant l'acclimatation de l'Omble de fontaine au lac Noir de Sainte-Foy (2483 m), de l'Omble chevalier au lac des Bataillères (2424 m) et de l'Omble du Canada au lac du Mont-Coua (2672 m). Précisons que ces trois plans d'eau sont situés sur des substrats silicatés et que leurs caractéristiques morphométriques sont proches des



moyennes observées pour les lacs de haute altitude : 3 ha et 9 m de profondeur en ce qui concerne Bataillères et Mont-Coua, ou un peu supérieures : 4,55 ha et 17 m pour Sainte-Foy.

N.B. : les études de croissance en longueur ont été réalisées après détermination de l'âge des poissons, capturés au filet, à partir des otolithes.

Résultats :

Croissance en longueur (rétrocalculée) de trois espèces d'Ombles : Omble de fontaine, Omble chevalier, Omble du Canada dans trois lacs de haute altitude des Alpes françaises.

(N : effectif des échantillons) (LT : longueur totale des poissons en mm)

GROUPE D'AGE	Ombles de Fontaine (lac Noir de Ste Foy) Alt : 2483 m	Ombles Chevalier (lac des Bataillères) Alt : 2420 m	Ombles du Canada (lac du Mont-Coua) Alt : 2672 m
	N ; LT	N ; LT	N ; LT
I	53 ; 68	31 ; 55	33 ; 61
II	52 ; 119	31 ; 82	27 ; 161
III	47 ; 167	30 ; 111	26 ; 231
IV	43 ; 196	29 ; 135	23 ; 297
V	5 ; 250	29 ; 151	13 ; 353
VI		21 ; 168	5 ; 368
VII		8 ; 184	4 ; 408
VIII			4 ; 436
IX			4 ; 465
X			4 ; 493
XI			4 ; 518
XII			4 ; 542
XIII			4 ; 567
XIV			1 ; 525

Croissance en longueur de trois espèces d'Ombles dans trois lacs de haute altitude des Alpes françaises

DISCUSSION

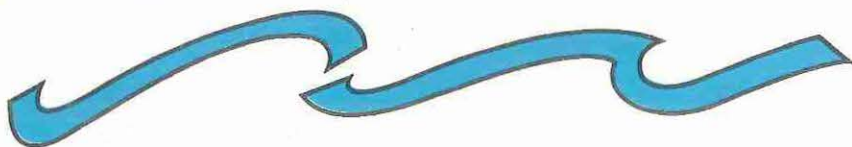
Croissance en longueur

La croissance en longueur du Saumon de fontaine, au lac Noir de Sainte-Foy est comparable à celle observée dans des lacs canadiens comme le lac Matamek au Québec (environ 200 mm à 4 ans). En revanche la croissance de l'Ombles chevalier au lac des Bataillères apparaît très faible ; elle s'apparente à ce que l'on nomme improprement le "nanisme" de l'Ombles chevalier (environ 150 mm à 4 ans). La croissance de l'Ombles du Canada au lac du Mont-Coua est quant à elle comparable à celle observée par Magnin et Coll (1978) dans le territoire de la Baie James entre 50 et 55° de latitude Nord, au Québec (environ 300 mm à 4 ans).

Coefficient de condition

La relation qui existe entre la longueur et le poids d'une espèce reflète le métabolisme général du poisson et permet d'apprécier le résultat d'une introduction dans un lac donné. La "condition" du poisson est d'autant meilleure que le coefficient calculé se rapproche de 1 ou dépasse cette valeur.

Dans le cas des Ombles de fontaine capturés au lac Noir de Sainte-Foy, le coefficient moyen est légèrement supérieur à l'unité (1,085) ce qui semble traduire une assez bonne acclimatation des individus pêchés aux contraintes de ce plan d'eau. La même constatation peut être faite pour les Ombles du Canada pêchés au lac du Mont-Coua (coefficient de condition moyen de 0,950).



En revanche la valeur moyenne des coefficients de condition calculée pour les Ombles chevaliers du lac des Bataillères s'établit à 0,78 ; ce qui dénote leur très faible embonpoint au même titre que celui observé dans d'autres lacs de haute altitude (Pechlaner, 1966).

Régime alimentaire

L'examen des contenus stomacaux a révélé à l'époque des études et pour les trois cas, une nette prédominance d'éléments de la faune endogène : larves et nymphes de diptères Chironomides (85 % pour les Ombles de fontaine, 90 % pour les Ombles chevaliers et la quasi totalité des contenus stomacaux des Ombles du Canada).

A titre d'exemple, le contenu stomacal d'un Omble du Canada de 2420 grammes contenait 60 grammes de nymphes soit plus de 10 000 individus d'une même espèce.

Reproduction

Concernant la reproduction, on a pu établir que les gonades se développaient dès l'âge de 3 ans chez les mâles d'Omble de fontaine et de 4 ans chez les femelles. Cette "précocité" de la maturité sexuelle, déjà notée pour les Terres Australes et Antarctiques, semble aller de pair avec une croissance relativement rapide et une faible longévité puisque les individus âgés de 5 ans et plus, paraissent très peu représentés dans notre échantillon du lac Noir de Sainte-Foy.

Pour l'Omble chevalier au lac des Bataillères, les sujets qui atteignent ou dépassent 150 mm, âgés de 5 ans et plus, présentent des gonades matures et participent à la reproduction fin septembre, début octobre.

En ce qui concerne les Ombles du Canada au lac du Mont-Coua, l'âge de la reproduction a été établi à partir de 8 ans seulement pour quelques sujets et de 9 ans pour la plupart.

Consignes de gestion

Ces quelques résultats suffisent à démontrer que des études préalables concernant les capacités biologiques des lacs de haute montagne sont indispensables avant tout aménagement piscicole et que certains plans d'eau sont inaptes à accueillir des poissons.

En outre, la législation actuelle concernant les

tailles réglementaires de capture des différentes espèces d'Omble dans les lacs d'altitude n'est pas toujours adaptée puisque, par exemple :

- il est impossible de capturer des Ombles chevaliers de taille réglementaire (23 cm) au lac des Bataillères, ceux-ci n'atteignant jamais cette dimension !

- inversement il paraît regrettable de pouvoir capturer des Ombles du Canada à 35 cm avant même qu'ils soient parvenus à l'âge de se reproduire !

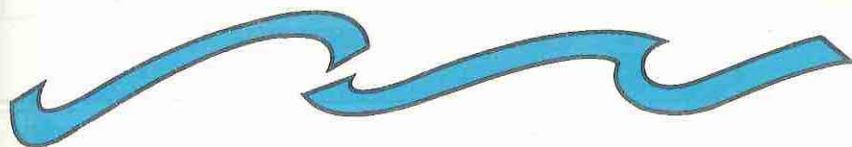
CONCLUSION

Nous pouvons considérer que nous possédons actuellement une meilleure connaissance des lacs de haute altitude, de leurs origines glaciaires et de leurs caractéristiques morphométriques et biologiques, ces dernières malgré tout plus complexes que ce que l'on pouvait imaginer du fait des contraintes climatiques qui isolent ces plans d'eau sous une couverture de glace plus de la moitié de l'année.

Cependant il faut insister sur le fait qu'il n'y a pas une seule entité "lac de haute altitude" mais à l'inverse, une très grande diversité de situations du fait notamment du substratum des bassins versants qui draine vers ces lacs des eaux de qualité physico-chimiques très différentes. Par conséquent, il convient de bien distinguer un lac dont les eaux peuvent comporter tout juste 10 mg/l de minéralisation globale d'un plan d'eau où il y a apports de sulfates et dont les eaux peuvent dépasser 400 mg/l de sels totaux dissous.

Outre la physico-chimie, il est nécessaire afin d'apprécier les capacités biotiques d'un plan d'eau d'altitude de bien connaître son régime de température ; c'est en effet ce facteur qui régit en premier lieu qualitativement et quantitativement la majorité des compartiments de la chaîne alimentaire en particulier celui des crustacés planctoniques et des insectes diptères tels que les Chironomides dont on a vu l'importance fondamentale.

Dans la perspective d'élaborer une typologie des lacs de haute altitude en vue de leur gestion, nous avons dans le cadre d'un programme du ministère de l'Environnement traité au moyen d'analyses multidimensionnelles, des données morphométriques, physico-chimiques et biologiques des lacs d'altitude des espaces protégés de Haute-Savoie, de



La Vanoise, des Ecrins, du Mercantour, de la Corse et des Pyrénées. Les résultats de cette typologie ont permis de distinguer 4 grandes catégories de lacs selon un gradient de productivité ; celles-ci seront détaillées plus avant dans un cahier technique spécifique aux lacs de haute altitude des espaces protégés, à paraître prochainement.

La catégorie A comprend des lacs de dimensions supérieures à la moyenne dont la température estivale en surface ne dépasse guère 8° C. Ces lacs qui demeurent souvent en connexion avec les appareils glaciaires sont très peu productifs et offrent une très faible diversité biologique : 5 espèces pour le phytoplancton avec dominance de Diatomées, un à deux crustacés planctoniques dont *Cyclops abyssorum* F. *tatricus*.

Ces lacs sont impropres à la vie piscicole et les tentatives réalisées jusqu'ici, exemple la Truite fario au lac Blanc de Polset, ont donné des résultats déplorables.

Notons enfin que parmi ces lacs, certains sont apparus il y a une cinquantaine d'années seulement suite au dernier retrait des glaciers (exemples : lac des Evettes, de l'Arpont, de Chasseforêt).

La catégorie B comporte des lacs de dimensions moyennes offrant des températures estivales en surface de 8 à 12° C.

Les études d'acclimatation des Ombles de fontaine, chevaliers et du Canada présentées ici ont porté sur des plans d'eau de cette catégorie encore pauvre : une dizaine d'espèces pour le phytoplancton et 3 à 4 espèces pour les crustacés planctoniques dont *Arctodiaptomus alpinus*. Leur faible productivité ne permet pas une forte pression de pêche et, nous l'avons vu, peut engendrer des problèmes importants de croissance pour l'Ombre chevalier.

La catégorie C regroupe les lacs de plus petites dimensions dont les eaux de surface en été dépassent 12° C. Ces lacs sont plus productifs avec une trentaine d'espèces phytoplanctoniques parmi lesquelles les Desmidiacées sont dominantes et 4 à 5 espèces de crustacés dont souvent *Daphnia longispina*.

Ces lacs permettent, à condition qu'ils soient gérés convenablement (proscrire le "put and take" : dépôts et retraits de poissons portions),

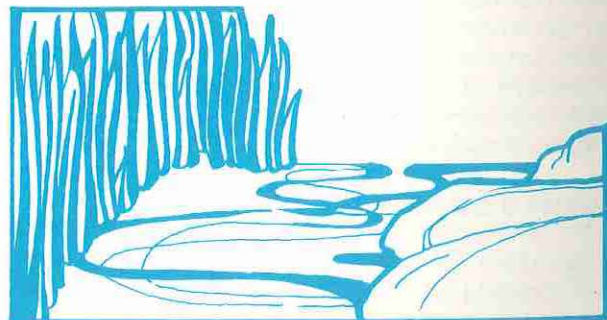
une adaptation convenable d'espèces indigènes comme la Truite fario.

La catégorie D s'apparente davantage aux lacs-tourbières qu'aux lacs proprement dits. Ces plans d'eau sont envahis par les Macrophytes aquatiques ; la diversité des espèces du phytoplancton comme dans le cas du lac du Lait peut dépasser 80 espèces. Ces lacs du fait de leur trop faible volume sont impropres à la gestion piscicole, par contre ils nécessitent d'être conservés intégralement du fait de leur grande richesse biologique.

Ces quatre catégories qui structurent en fait un "continuum" de lacs depuis les plans d'eau "ultra-oligotrophes" jusqu'aux lacs-tourbières, devraient servir de guide pour des aménagements piscicoles plus respectueux des potentialités souvent faibles des plans d'eau d'altitude. Nous aimerions cependant insister sur le fait que ces lacs ne doivent pas se réduire au simple terme halieuthique car leur beauté constitue une richesse et un attrait touristique irremplaçables pour nos montagnes.

Du fait de leur origine glaciaire, il ne se forme plus à notre échelle de temps de nouveaux lacs de montagne. Aussi doit-on éviter de les considérer, à l'occasion d'aménagements touristiques, comme des réservoirs d'eau potable peu coûteux. Capter un lac d'altitude n'est pas sans conséquence sur son équilibre biologique très précaire du fait de la simplicité de sa chaîne trophique. Il en est de même du déversement des effluents qui, plus encore que dans les grands lacs subalpins, peuvent entraîner une eutrophisation rapide.

On respecte sans doute davantage ce que l'on comprend mieux. Souhaitons que ces quelques pages permettent aux différents gestionnaires des lacs d'altitude, Communes, Associations de Pêche, Directions Départementales de l'Agriculture... de mieux les connaître et donc de mieux les protéger.





4.7

QUELQUES ASPECTS PISCICOLES

LES POISSONS DES LACS

La population piscicole des lacs varie en fonction de divers paramètres.

Bien qu'il soit très difficile de les classer tous par ordre d'importance nous pensons qu'à l'origine, l'altitude, la géologie et la topographie étaient les principaux facteurs qui influencent sur le métabolisme de ces plans d'eau. L'action de l'homme (pollutions, barrages, vidanges, marnages), n'est intervenue que plus tard, et de façon très diversifiée suivant les plans d'eau.

On peut tenter du point de vue piscicole un classement très grossier des lacs en fonction de l'altitude :

- + lacs de haute montagne (au-delà de 2000 mètres)
- + lacs d'altitude moyenne (de 1000 à 2000 mètres)
- + lacs de plaine (au-dessous de 1000 mètres)

Les lacs de haute montagne

Ce sont en général des plans d'eau naturels où l'influence de l'homme ne s'est pas fait sentir, encore que certaines stations de sports d'hiver soient tentées par ces réserves d'eau. Ils sont généralement peuplés de truites farios et arc-en-ciel, d'omble chevaliers, saumons de fontaine, ombles du Canada et parfois vairons introduits artificiellement.

La productivité piscicole y est très variable. La reproduction de la truite y est très aléatoire car elle nécessite une migration dans un cours d'eau, en général impossible en raison de la situation géographique : les émissaires de ces lacs présentent des pentes souvent trop fortes pour permettre une remontée des géniteurs. On observe néanmoins dans certains plans d'eau une reproduction naturelle des ombles chevaliers et saumons de fontaine coïncidant dans certains cas avec un phénomène de nanisme inexplicable.

Les lacs d'altitude moyenne

Ils peuvent être naturels, artificiels ou mixtes (ex : lacs naturels aménagés ou noyés par une retenue EDF).

Ces plans d'eau sont en général tous peuplés de salmonidés indigènes : (truites fario, ombles chevaliers), ou exotiques (truites arc-en-ciel, saumons de fontaine, ombles du Canada). Le vairon et d'autres cyprinidés existent dans certains lacs.

Ces poissons sont arrivés naturellement par les affluents ou ont été introduits par l'homme. Bien souvent, l'influence de l'homme se fait durement sentir : pollution, vidanges, marnages. La qualité des émissaires et l'exposition sont aussi des éléments importants de la vie piscicole. Comme pour les lacs de haute altitude la reproduction de la truite est aléatoire et celle de l'omble chevalier varie suivant les plans d'eau.

Les lacs situés à moins de 1000 mètres d'altitude

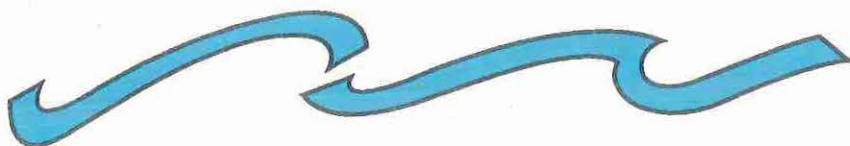
La nature de leur population piscicole varie en fonction de leur état trophique : poissons blancs ; population mixte.

Dans ce cas, aux côtés des salmonidés déjà cités dans les plans d'eau d'altitude, on trouve les corégones (lavaret - féra) qui sont des poissons lacustres aimant les eaux froides des lacs profonds et les poissons blancs des lacs : carpe, gardon, tanche, brème, rotengle, vairon, goujon, vandoise, chevaine, hotu, ablette, bouvière, loche, lotte, anguille, spirin, ainsi que les carnassiers d'accompagnement : brochet, sandre, perche.

L'ALEVINAGE

La reproduction de certaines espèces de poissons, de la truite en particulier, pose, on l'a vu, quelques problèmes dans les lacs où elle est insuffisante pour la pression de pêche exigée. On fait donc appel assez souvent à l'empoisonnement artificiel, dont la forme la plus courante est l'alevinage.

Il est opportun, avant l'alevinage d'un plan d'eau, que soient préalablement menées des études comprenant au minimum des analyses physico-chimiques et des inventaires biologiques permettant d'évaluer les potentialités piscicoles.



Les déversements d'alevins sont à réaliser à l'époque la plus favorable pour leur adaptation au milieu naturel. Dans tous les cas, les poissons déversés doivent être d'un état sanitaire satisfaisant. Il est recommandé à cet effet de s'approvisionner aux salmonicultures inscrites au contrôle sanitaire officiel. On trouvera aussi des indications précieuses dans la publication du Docteur Charles DARTIGUES parue dans le bulletin de liaison du Conseil Supérieur de la Pêche (C.S.P.) de décembre 1987 (n° 54).

Lorsque l'opération est effectuée par les Associations Agréées de Pêche et Pisciculture (A.A.P.P.), le respect des règles administratives et techniques peut être garanti par la présence d'un garde commissionné de l'administration mis à la disposition des Fédérations Départementales de Pêche. Cet agent émet un avis permettant au responsable de l'alevinage de prendre toute décision motivée et rédige un procès-verbal de déversement dans lequel la prise en compte de divers caractères apparents des alevins autorise une approche de leur état sanitaire.

Lorsque ce n'est pas le cas, pour les plans d'eau directement gérés par un particulier par exemple, la responsabilité technique et réglementaire incombe au propriétaire. La réussite ou l'échec sera lié à la façon de procéder. La réglementation varie avec le statut juridique du plan d'eau ; dans certains en particulier, l'introduction de certains poissons ou écrevisses est interdite (ex : poissons chats, écrevisses américaines). Les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) de chaque département sont à la disposition des usagers pour tous renseignements en la matière.

Une bonne gestion des populations piscicoles après alevinage suppose un suivi qu'on peut concevoir de diverses façons :

- par le contrôle et le relevé des captures par les pêcheurs,
- par l'établissement de carnets de pêche remplis par tous les pêcheurs ou par un échantillon représentatif de ceux-ci,
- par les pêches aux engins (filets, nasses),
- par les sondages de pêche électrique dans les plans d'eau peu profonds,
- par pêche de sondage aux filets multimailles,
- par échosondage dans les grands plans d'eau.

Ces inventaires de populations piscicoles peu-

vent être complétés par des marquages de poissons, des lectures d'écaillés (scalimétrie ou otolithométrie), des analyses des contenus stomacaux, etc...

LA PISCICULTURE ET LA PECHE PROFESSIONNELLE

Généralités

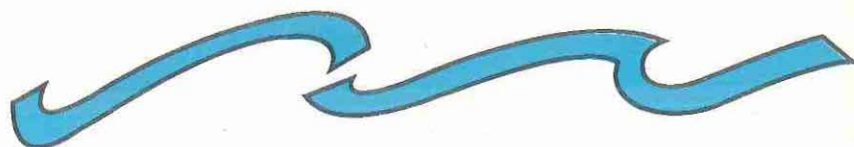
L'aquaculture occupe une place importante et croissante dans les programmes de développement rural, en particulier en région Rhône-Alpes, contribuant ainsi au maintien d'activités dans de nombreuses zones à moindres potentialités agricoles. On l'y rencontre sous trois formes classiques : la salmoniculture, la pisciculture en étang et la pêche professionnelle.

On s'intéressera ici surtout aux deux dernières. La salmoniculture n'est certes pas sans intérêt. La France, avec 30 000 t/an est le premier producteur mondial. C'est une activité où certaines régions comme la Bretagne et l'Aquitaine en particulier, se sont taillées la part du lion ; la région Rhône-Alpes, avec ses 2 000 t/an, ne représente que 7 % de la production nationale. Cette culture d'autre part se pratique exclusivement en eau courante.

La pisciculture en étang

Il s'agit là d'une activité régionale traditionnelle très ancienne. Dans la Dombes (Nord Est de Lyon) en particulier, les premiers étangs datent du 12ème siècle ; ils y ont fleuri du 14ème au 18ème où ils ont atteint leur apogée, 20 000 ha, pour retomber aux 10 000 actuels. Bien en retard sur l'évolution de l'agriculture, la modernisation de la pisciculture en étang est un souci récent ; elle est loin d'être achevée. Les pratiques de la fertilisation (amendements calcaïques, engrais azotés et phosphorés, recyclage de lisiers et fumiers) ont amélioré les rendements. Des efforts ont été faits pour mieux commercialiser les produits, basés sur une meilleure présentation gastronomique ; citons en particulier le filet de carpe royale bien accueilli par le marché. Reste à les soutenir par une production mieux étalée dans le temps.

Sur les 150 000 ha d'étangs disponibles en France, 80 000 environ sont exploités, produisant annuellement de 6 000 à 8 000 t de poissons, des carpes pour l'essentiel (60 à 65 %). Le



reste est constitué de gardons, tanches, rotengles et brochets. La région Rhône-Alpes avec 2 500 t de production annuelle se place très bien en ce domaine. Les étangs y sont localisés dans la Dombes (10 000 ha - 1 500 à 2 000 t) et le Forez (Nord-Ouest de Saint-Etienne : 1 500 ha).

Malgré l'amélioration des rendements et des pratiques commerciales, l'exploitation de ces étangs est fondée sur un savoir faire très traditionnel qui varie un peu de la Dombes au Forez. La gestion de l'eau, plus rare, en provenance directe de la pluie, est plus rigoureuse dans la Dombes, où il n'est pas rare d'avoir une chaîne d'étangs qui se vident, au moment des pêches, les uns dans les autres ; dans le Forez, et malgré une pluviométrie moindre, l'alimentation par un réseau hydrographique bien entretenu ne pose pas de problème.

L'alevinage se fait dans des étangs spéciaux où les jeunes se développent avant de grossir dans les étangs de pêche ; ils y sont capturés par vidange.

Dans la Dombes, la période d'"à sec" est utilisée pour les cultures (avoine, maïs, etc...).

Le poisson est commercialisé soit pour le repeuplement (pêche de loisir), soit pour la consommation axée sur la carpe pour laquelle il existe deux types de débouchés : le marché français et celui de l'exportation (Allemagne surtout, mais aussi Italie, Belgique, Luxembourg).

A l'exportation, la carpe se livre vivante en camions spécialement équipés, soit par des organismes coopératifs (Coopepoisson, 01800 Méximieux), soit par des transporteurs spécialisés, le plus souvent étrangers. La base de la consommation française est le filet de carpe royale dont le seul fournisseur régional est Coopepoisson.

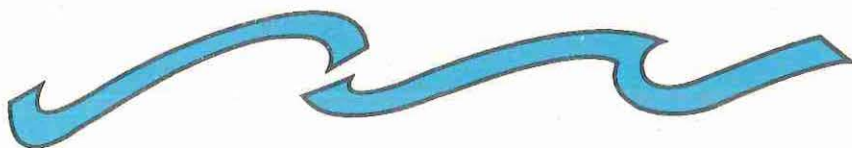
La pêche professionnelle

En Rhône-Alpes il reste quelques pêcheurs professionnels sur le Rhône et la Saône, et, surtout, ce qui nous intéresse ici, sur les trois grands lacs que sont le Léman, le Bourget et Annecy, où ils sont d'ailleurs en forte concurrence avec les pêcheurs amateurs.

Le tableau ci-après permet de se faire une idée relativement précise de l'importance de cette activité sur ces lacs, et de la nature des prises.

	Léman français	Annecy	Le Bourget
Nombre de pêcheurs professionnels	46	6	24
Nombre de pêcheurs amateurs au filet (avec licence)	300	850	100 ?
Nombre d'espèces de poissons	23	14	20
Total des prises annuelles par les pêcheurs professionnels, en tonnes (valeurs moyennes)	310	25	110
Corégone (%)	14	70	1
Perche (%)	34	10	69
Truite (%)	4	2	4
Omble (%)	1	3	1
Gardon (%)	37	} 15	} 25
Autres (%)	10		

Pêche et importance des prises dans trois lacs rhônalpins



Il semble bien que cette activité soit en régression.

Le nombre de pêcheurs professionnels se réduit, leur âge moyen augmente ; les prises diminuent en tonnage et en qualité. Ce déclin n'est d'ailleurs pas régulier et ne se fait pas sans soubresauts : à Annecy, on note en particulier un rajeunissement du corps des pêcheurs professionnels ; de 1942 à 1975, des modifications tant réglementaires que techniques (généralisation de l'usage du filet nylon monofil, utilisation de moteurs à ralenti, emploi de congélateurs) associées à un accroissement de la demande (loisirs et tourisme) ont entraîné surtout sur le Léman de fortes augmentations des prises annuelles, qui ont d'ailleurs considérablement rechuté depuis.

Des efforts pour améliorer la situation sont pourtant poursuivis, en particulier dans trois domaines :

- Le repeuplement : l'Etat, à partir des piscicultures domaniales ou d'autres origines, effectue

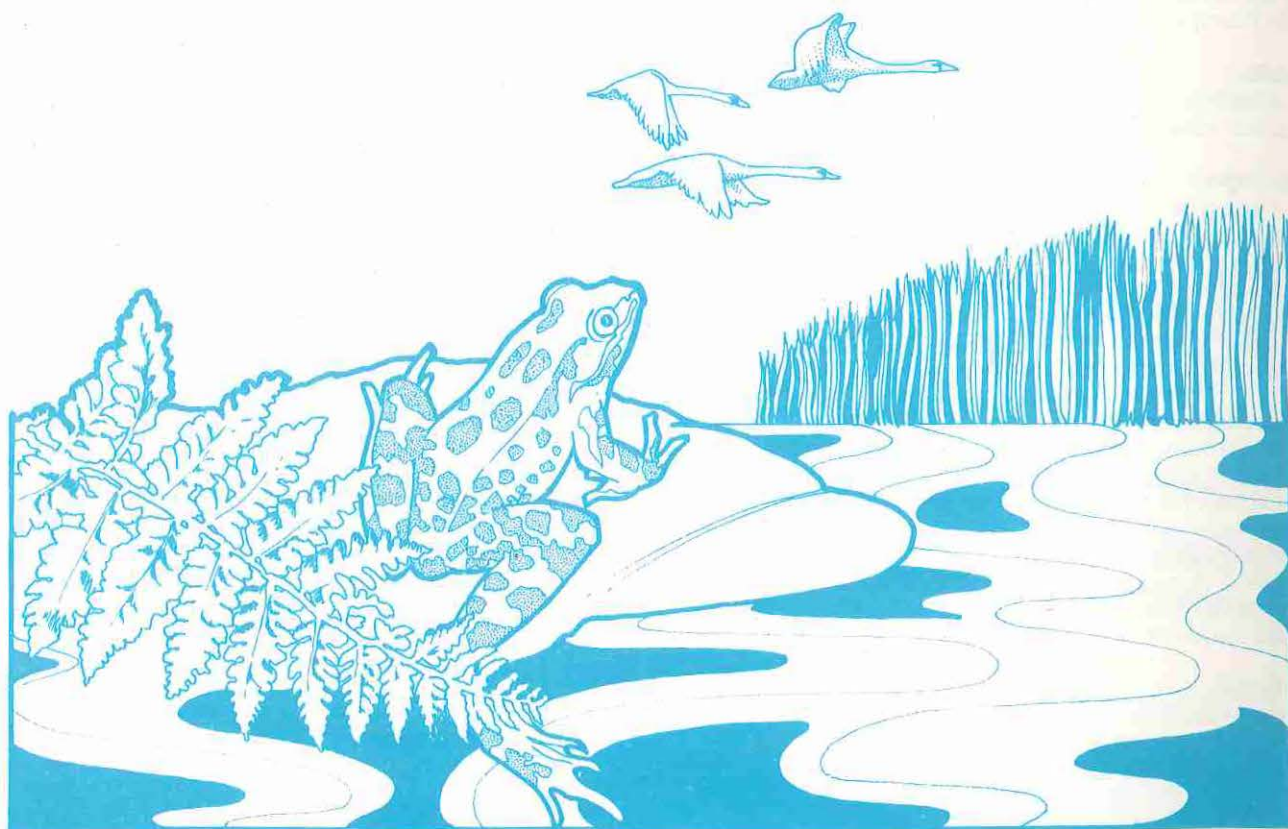
dans ces lacs des déversements considérables de poissons "nobles" : corégone, omble, truite fario ou arc-en-ciel, brochet, à divers stades de leur développement.

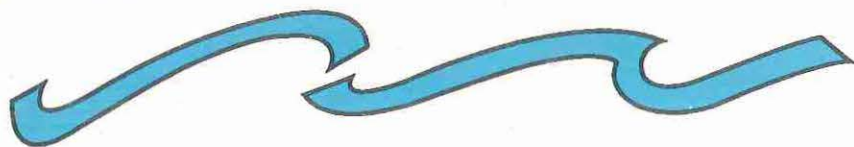
Par exemple, au cours de la saison 86-87 cet effort a dépassé les 8 000 000 d'individus au Léman, les 300 000 à Annecy, les 50 000 au Bourget.

Il reste que ce sont en général d'autres espèces, comme la perche au Léman, qui assurent la majeure partie des revenus des pêcheurs.

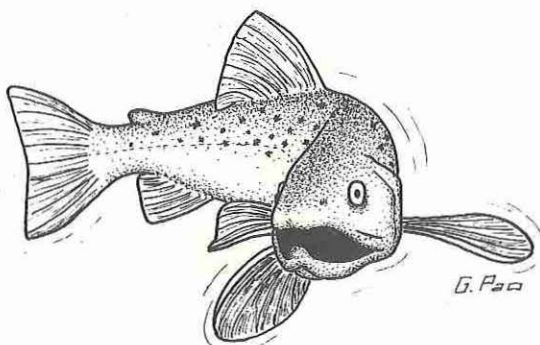
- La commercialisation d'espèces plus abondantes, comme le gardon, jusqu'à aujourd'hui pas ou peu pêché. Cela passe par la mise au point de produits et la recherche de marchés.

- Une meilleure gestion des plans d'eau, associant les utilisateurs, pêcheurs professionnels et amateurs, les administrations chargées de la réglementation de la pêche (DDAF), des organismes scientifiques (INRA).





FICHE SIGNALÉTIQUE DE QUELQUES ESPÈCES COURANTES



LA TRUITE

Salmo trutta (Linné 1766)
Famille : salmodidés

Noms communs :

Français	: Truite de rivière
Anglais	: Brown trout
Allemand	: Bach Forelle
Italien	: Trota

Origine :

. autochtone dans les cours d'eau de montagne de l'Europe centrale et occidentale.

Taille :

. 40 à 50 cm pour 5 à 6 livres
. peut atteindre 20 livres en lac

Biologie :

. sédentaire, mais fait cependant une courte migration vers l'amont à l'époque de la reproduction.
. fréquente les eaux pures dont le taux d'oxygène doit être supérieur à 6 à 7 milligrammes par litre.
. carnivore (poissons, crustacés, vers, larves, insectes tombant à la surface de l'eau)

Reproduction :

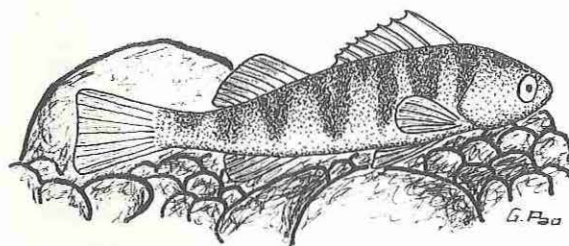
. en période hivernale (novembre-décembre)
. la maturité sexuelle est à 3 ans pour les femelles
. recherche des zones favorables (graviers, oxygène)
. la femelle creuse une petite cuvette à l'aide de sa queue dans laquelle elle dépose ses oeufs que le mâle vient féconder.
. les oeufs sont ensuite recouverts de gravier.

Pêche :

. au vif (ver)
. au lancer (cuiller-poisson casqué)
. à la traîne (en surface - au plombier)
. au filet

Gastronomie :

meunière, au bleu, à la crème, frite



LA PERCHE

Perca fluviatilis (Linné 1766)
Famille : Percidés

Noms communs :

Français	: Percot - Barsch
Anglais	: Perch
Allemand	: Barsch
Italien	: Perca

Origine :

. autochtone dans la partie Nord de la France
. puis son aire de répartition s'est étendue vers le sud

Taille :

. en moyenne 20 à 35 cm pour 1 à 3 kg

Biologie :

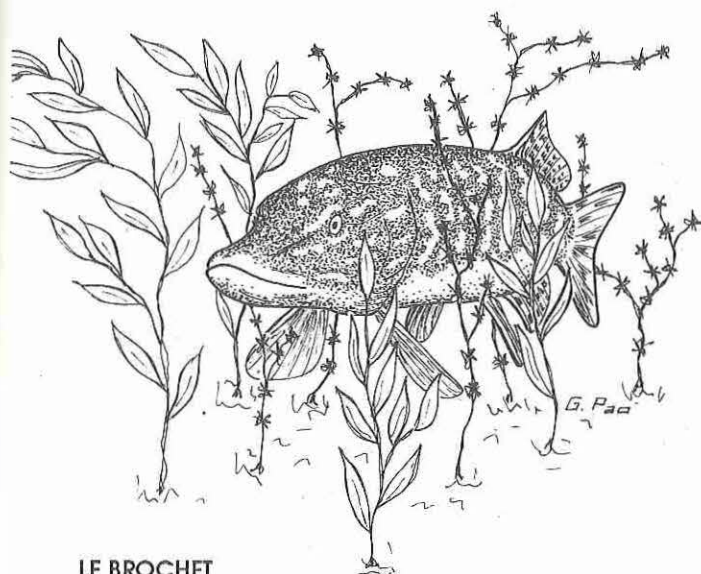
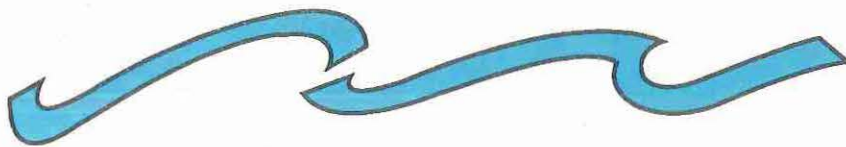
. vit en bancs dans son jeune âge
. carnassière toujours en mouvement
. au printemps, de mars à mai, la femelle pond 100 000 oeufs par kg de son poids en longs cordons qui s'accrochent à des supports immergés.

Pêche :

. Sportive :
. à la ligne flottante (vif, ver, asticot, portebois)
. au lancer (cuiller tournante)
. à la dandinette (tétine de surface)
. à la traîne (plombier)

Gastronomie :

en filet, frite, en belgnet, en friture (jeunes)



LE BROCHET

Esox Lucius (Linné 1758)
Famille : Esocidés

Noms communs :

Français	: Bec de canard
	: Brouchet
Jeunes	: Sifflet - Poignard
Anglais	: Pike
Allemand	: Hecht
Italien	: Luccio

Origine :

. autochtone en France

Taille :

. 1 mètre pour les mâles
. 1,30 pour les femelles pour une dizaine de kilos maximum

Biologie :

. aime les eaux lentes
. solitaire d'un tempérament paresseux
. se tient à l'affût
. la reproduction est printanière (février mars) dans les prairies inondées
. la femelle pond de 15 à 20 000 oeufs par kilo de son poids
. les oeufs de 2 à 2,5 mm de diamètre sont adhérents aux végétaux immergés
. l'incubation dure de 10 à 12 jours
. les alevins restent fixés aux végétaux par des organes adhésifs jusqu'à résorption de la vésicule vitelline

Pisciculture :

. de repeuplement : déversement d'alevins
. en étang : associés à des poissons-fourrage.

Pêche :

. à la ligne flottante : au vif
. au lancer :
- à la cuiller tournante ou ondulante
- au rappala
- au poisson casqué
. à la traîne : cuiller en surface

Gastronomie :

au court bouillon, au beurre, au vin blanc, en quenelles, en gratin





4.8

ACTIVITES AUTOUR ET SUR UN GRAND PLAN D'EAU - PROTECTION DE SON ENVIRONNEMENT

EXPLOITATION ET PROTECTION

La fréquentation, la meilleure des choses, ...

Un plan d'eau, en particulier si sa superficie est importante, est une richesse à exploiter sur le plan économique. Il faut donc y attirer le plus possible de touristes, sans dépasser une densité optimale, en étalant donc leur visite dans le temps.

Comme la plupart des phénomènes de masse, la fréquentation d'un plan d'eau dépend de facteurs qu'il n'est pas toujours facile d'analyser objectivement.

Mais la qualité du milieu et de l'accueil sont sans doute deux des plus importants.

La qualité du plan d'eau proprement dit présente divers aspects dont un certain nombre ont été évoqués dans d'autres chapitres de ce cahier technique.

Ceux qui concernent plus particulièrement le tourisme sont relatifs à ce qui est visible : couleur de l'eau, propreté du plan d'eau et des plages ; ou à ce qui peut porter atteinte à la santé des visiteurs.

Rentre aussi en ligne de compte la qualité de l'environnement plus ou moins immédiat, ce que l'on appelle le site.

Celle de l'accueil n'est pas moins importante. Elle dépend des moyens d'accès, de la capacité et de la qualité de l'hébergement et de la restauration, et surtout, ce qui est plus spécialement l'objet de ce chapitre, de la diversité des activités qui y sont offertes.

et la pire ...

La foule est destructrice et polluante vis-à-vis du milieu. Elle participe aux causes d'agression examinées par ailleurs : apports, effluents, etc..

Et elle est d'autant plus dangereuse qu'elle est plus nombreuse, plus concentrée, plus proche du plan d'eau. Les règles d'occupation, les mesures de contrôle et de protection devront donc être d'autant plus strictes.

Elle est aussi agressive vis-à-vis de l'individu.

Une surfréquentation, (cas du Lac d'Annecy avec une population de pointe de 150 000 personnes en été) peut nuire à la qualité du séjour : hébergements saturés, campings sauvages, équipements de loisirs insuffisants.

Sans parler de la pollution "immobilière" contre laquelle il a fallu imaginer des protections spécifiques que nous examinerons un peu plus loin.

QUELQUES ACTIVITES POSSIBLES

Pêche et promenades

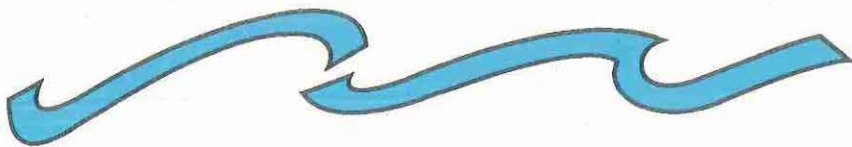
La pêche de loisir se pratique sur berges, sur jetée, sur ponton ou sur bateau. Encore qu'elle concerne infiniment plus de personnes que la pêche professionnelle (10 000 sociétaires au Lac du Bourget, contre une vingtaine de professionnels), il y a parfois conflit entre les deux activités.

Les randonnées pédestres, promenades et jogging, permettent, outre le maintien de la forme physique, la découverte de la flore et de la faune locale.

Des efforts ont été faits pour faciliter ces activités autour des lacs d'Annecy et du Bourget.

Pour le premier, il existe un réseau de sentiers balisés sur chaque montagne l'environnant, au Veyrier, à la Tournette, au Chambon, Taillefer, Semnoz, etc... Leur liaison par un sentier de randonnée contournant le lac avec gîtes d'étape et centres d'accueil est en cours d'aménagement.

Au Bourget, l'Office National des Forêts (ONF) a balisé un sentier de randonnée qui rejoint le GR 9 au niveau du massif de la Dent du Chat. La "Maison du lac", Association qui a son siège à l'Aquarium d'Aix-les-Bains, programme, à l'attention des vacanciers et curistes, des stages de pêche, de découverte de la faune et de la flore, et propose un montage audiovisuel intitulé "Autour du Lac du Bourget". L'aquarium lui-même permet au public de découvrir, dans un bâtiment attrayant, 42 espèces de poissons d'eau douce de France, dont les 33 qui peuplent le lac du Bourget.



Baignade et activités annexes

La baignade est sans aucun doute une des activités les plus prisées et les plus courues autour d'un plan d'eau. Elle implique, outre les qualités générales évoquées plus haut, quelques sujétions particulières.

Les eaux où on la pratique doivent d'abord répondre à quelques normes réglementaires (décret 81-324 du 7.4.81), portant plus spécialement sur l'hygiène. En particulier elles ne doivent pas contenir plus de 2 000 coliformes fécaux, ni plus de 10 000 coliformes totaux par 100 ml.

La qualité bactériologique d'une eau dépend bien sûr de la présence ou non de sources de pollution potentielle, mais aussi d'autres facteurs secondaires tels que les courants, l'orientation des vents dominants, l'ensoleillement, la profondeur de l'eau et la nature des fonds.

Les prélèvements et les résultats des analyses sont réalisés par la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) et transmis aux Maires et Etablissements Publics Intercommunaux concernés. Ces résultats doivent être portés à la connaissance du public par affichage sur les lieux de baignade et par tout autre moyen de communication approprié (panneaux, presse, radio locale...).

Bien sûr l'agrément de la "plage" ne peut qu'améliorer le côté attractif de la baignade : profondeur de l'eau progressive (pente 6 à 7 % maxi) ; fonds sableux ; orientation Sud - Sud-Ouest, abritée des vents dominants ; et depuis quelques années, une tendance confirmée aux plages "vertes" engazonnées au détriment des grèves sableuses boudées par les amateurs de bronzage.

Naturellement, les zones réservées aux baigneurs doivent être interdites ou inaccessibles aux bateaux, à la pêche et sans doute très prochainement aux planches à voile qui créent quelques conflits et font courir quelques risques aux nageurs et aux jeunes enfants.

A la baignade il faut associer des activités annexes telles que bronzage, lecture, détente, sports et jeux de plage pour enfants ou adultes.

De plus en plus et depuis quelques années se développent en bordure des plans d'eau des parcs de loisirs nautiques avec piscine, plongeur, toboggan, trampolino, etc...

Activités nautiques

Certaines ne sont pas ou peu réglementées, par exemple **la navigation à la voile seule** : voiliers, dériveurs (chaque année, le Lac du Bourget accueille près d'une dizaine de régates nationales et internationales - rencontres AIX-TURIN par exemple) ainsi que la planche à voile et petites embarcations telles que canots à rames, canoës kayaks, périssaires, pédalos, etc... (le Lac d'Aiguebelette est devenu depuis 1986 une base régionale d'aviron)

Tous ces engins doivent être équipés d'un gilet de sauvetage homologué pour chaque personne à bord. La réglementation concernant les planches à voile est un peu différente : du 1er mai au 31 octobre, son utilisateur est dispensé du gilet de sauvetage ; mais hors cette période, il doit ajouter une combinaison isothermique au gilet.

Toute **navigation à moteur** est soumise à une réglementation locale, nationale, voire internationale (le cas du Léman) ou européenne (Code Européen des voies de navigation intérieures), que ce soit :

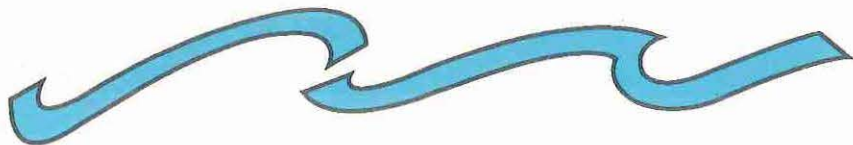
- pour le ski nautique (une zone du Lac du Bourget est réservée et balisée pour cette activité : initiation, entraînement, compétition avec slalom et tremplin,

- pour les canots à moteur de navigation de plaisance, in ou hors-bords, de moins ou de plus de 10 cv.

Dans le cas des moins de 10 CV un permis de navigation n'est pas nécessaire. Pour les plus de 10CV ce document est délivré, après cours pratique et théorique réglementaire, par le Service de la Navigation de Lyon, représenté localement par la Subdivision de l'Équipement d'Aix-les-Bains ou d'Annecy.

- pour la navigation commerciale : les mêmes services délivrent des autorisations de naviguer pour bateaux à passagers, sur proposition des Agents du Service des Voies Navigables, avec le concours d'experts, après vérifications techniques et visites périodiques de conformité par la Commission de Surveillance de Lyon.

La réglementation locale de la navigation sur les lacs du Bourget et d'Annecy a fait l'objet d'arrêtés préfectoraux que chacun peut consulter au siège des administrations chargées de la police des eaux (Direction



Départementale de l'Équipement) et qui sont affichés sur place.

Ils précisent en particulier le type d'appareil à utilisation restreinte ou interdite, les limitations de vitesse, les règles de stationnement des bateaux, les diverses zones d'utilisation, la signalisation, les règles applicables à la navigation, aux activités diverses, à la pêche.

On notera qu'est interdite sur le Lac du Bourget, sauf à titre exceptionnel lors de manifestations et avec autorisation préfectorale, l'utilisation d'engins de plaisance rapides à moteur, de scooters d'eau, de planches à moteur, d'hydroglisseurs, de bateaux à coussin d'air, de gyroptères, d'hydravions, d'ULM, d'hélicoptères, de parachutes ascensionnels.

Les plans schématiques joints résument les principales directives de ces règlements.

Faire cohabiter sur les lacs toutes ces activités, notamment nautiques, n'est pas sans poser quelques problèmes.

Une certaine disproportion existe entre les places réservées au stationnement des bateaux (3 000 à Annecy, 2 200 au Bourget) et le nombre des embarcations qui peuvent naviguer ensemble sur le plan d'eau (1 000 et 3 ou 400).

Un certain niveau de saturation peut donc être théoriquement atteint.

En réalité on constate plutôt des conflits localisés ou momentanés en raison des caractéristiques différentes des embarcations : tonnage et vitesse ; ou entre activités diverses, qui s'excluent mutuellement ou dont la coexistence est une source de danger : motonautisme, ski nautique, natation.

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les espaces proches d'un plan d'eau sont toujours très convoités. Il est donc indispensable de les protéger contre l'appropriation de l'homme, contre une utilisation irrationnelle ou destructrice du sol et de son environnement. Aussi des mesures sont-elles mises en place qui se traduisent par des textes ou des actions réglementaires au travers de documents tels que plan d'urbanisme directeur (PUD), plans d'occupation des sols (POS), zones de protection du site, schémas directeurs d'aménagement et d'urbanisme (SDAU), zones d'environnement protégé (ZEP).

La loi d'orientation foncière de 1967 a donné aux Communes en général et à celles riveraines des lacs en particulier un premier moyen de défense, le Plan d'Urbanisme Directeur (PUD).

Le principe de la protection des zones naturelles présentant un intérêt écologique était retenu, mais les zones d'urbanisation étaient mal définies et laissaient, pour les bords des lacs, des possibilités de construction considérables.

LE POS ET SON APPLICATION PARTICULIÈRE AU LAC DU BOURGET

L'apparition des POS vers les années 1974/1976 a permis aux collectivités de contrôler la situation, de maîtriser les sols, d'enrayer la spéculation très forte sur les versants des lacs.

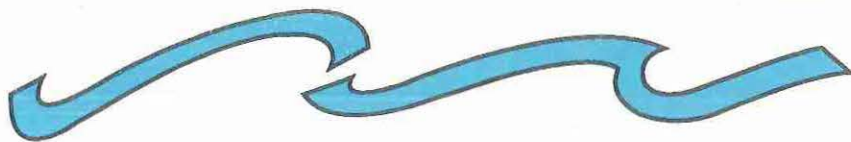
Les zones naturelles de marais, blaches, roselières, bois, forêts entourant le Lac du Bourget ont été inventoriées et classées en zones de protection du site, interdites à toute construction.

Les zones urbanisées ou à urbaniser, proches du plan d'eau, ont fait l'objet d'une réglementation particulière dans le cadre des POS et des dispositions spéciales architecturales sont applicables à tout permis de construire à l'intérieur d'un périmètre de protection du site autour du Lac du Bourget (site inscrit à l'inventaire des sites naturels à protéger en 1973 par arrêté ministériel).

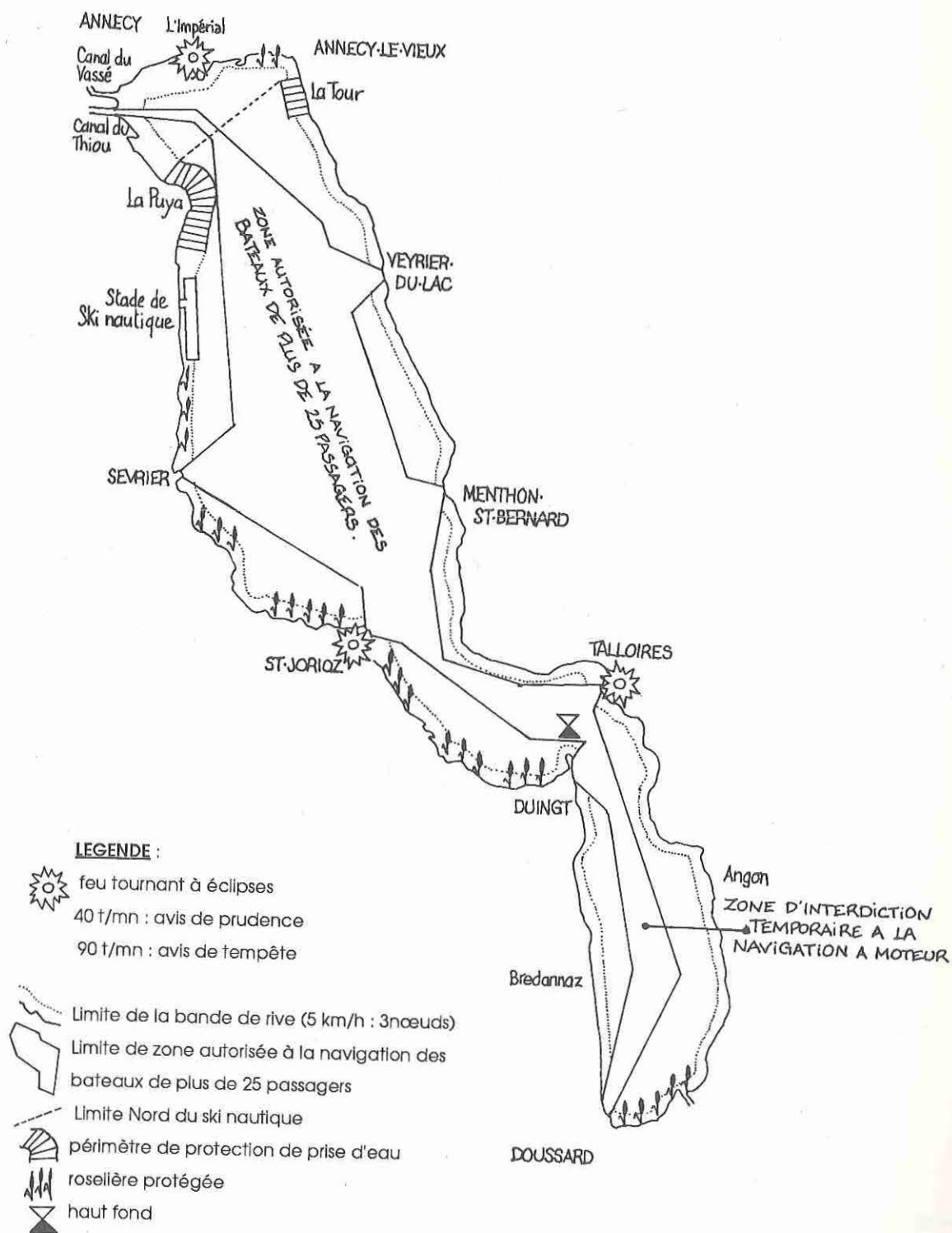
Pour faciliter l'application de ces dispositions réglementaires, une consultance architecturale gratuite a été mise en place au sein du groupement des communes ayant compétence en matière d'urbanisme autour du Lac du Bourget.

Tous les permis de construire situés à l'intérieur du périmètre protégé sont examinés chaque semaine par l'Architecte Consultant rémunéré par l'État et la Collectivité Locale et visés par l'Architecte des Bâtiments de France par délégation du Ministre de l'Environnement.

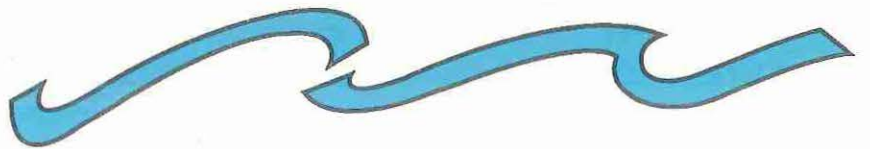
Dès la parution des décrets d'application de la Directive du Littoral en date du 25.8.79 (décret n° 79-716), une zone de 100 m de recul par rapport au rivage, interdite à la construction, a été mise en place sur le plan de zonage du POS de chaque commune riveraine du Lac du Bourget, à l'exception naturellement des zones agglomérées (hameau, lotissement, ZAC...) existantes déjà construites.



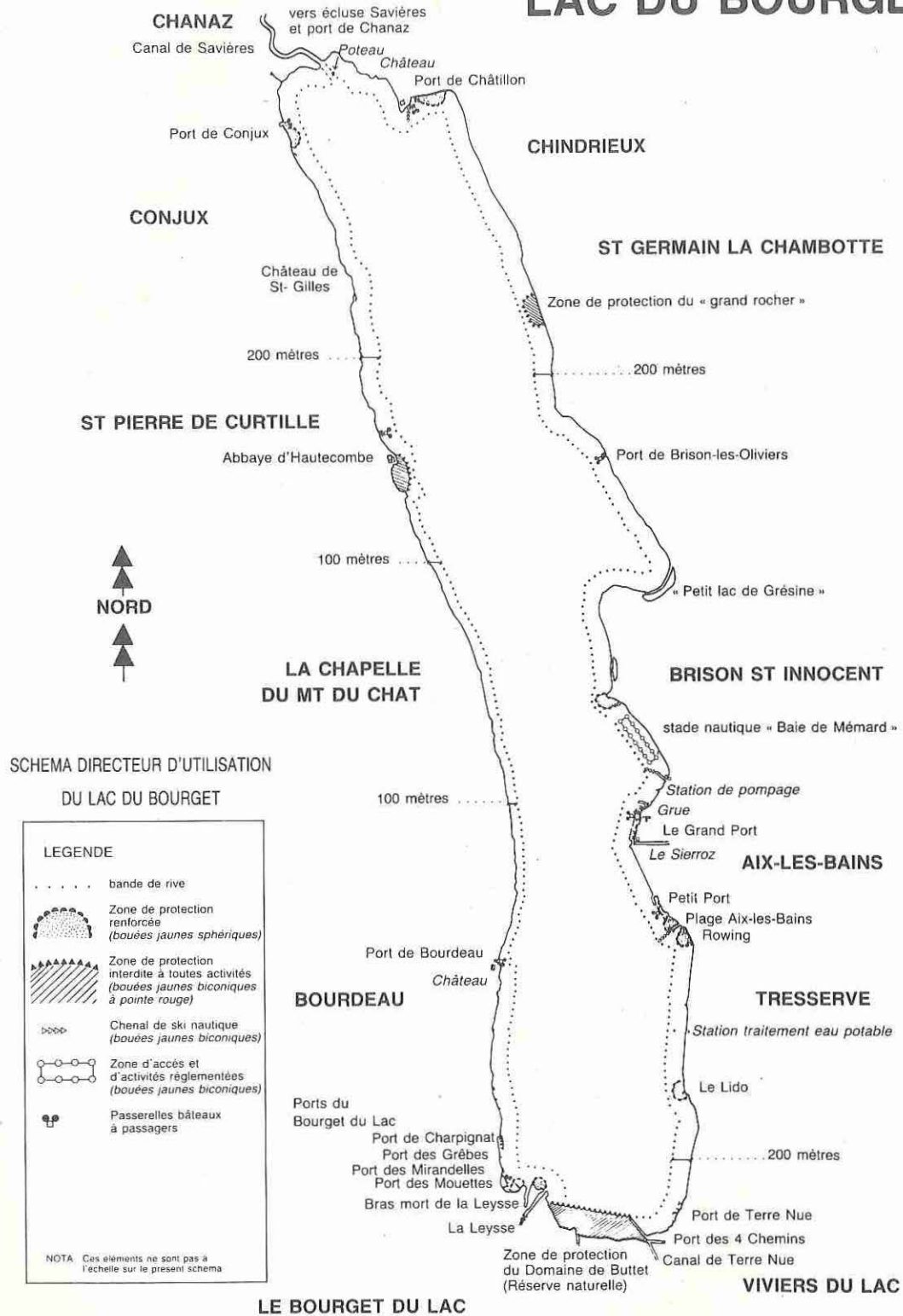
LAC D'ANNECY



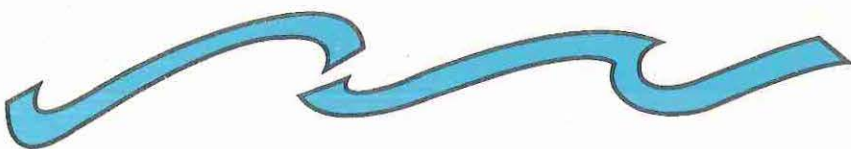
Circulation et balisage du Lac d'Annecy



LAC DU BOURGET



Circulation et balisage du Lac du Bourget



LES RESERVES FONCIERES ET LE CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Parallèlement au POS, des démarches de classement de roselières ou de marais en réserves naturelles ont été entreprises mais n'ont pas encore abouti à ce jour. Il en est de même pour un projet d'arrêté de biotope concernant le "Triangle de Terre Nue" à signer par le Préfet de Savoie.

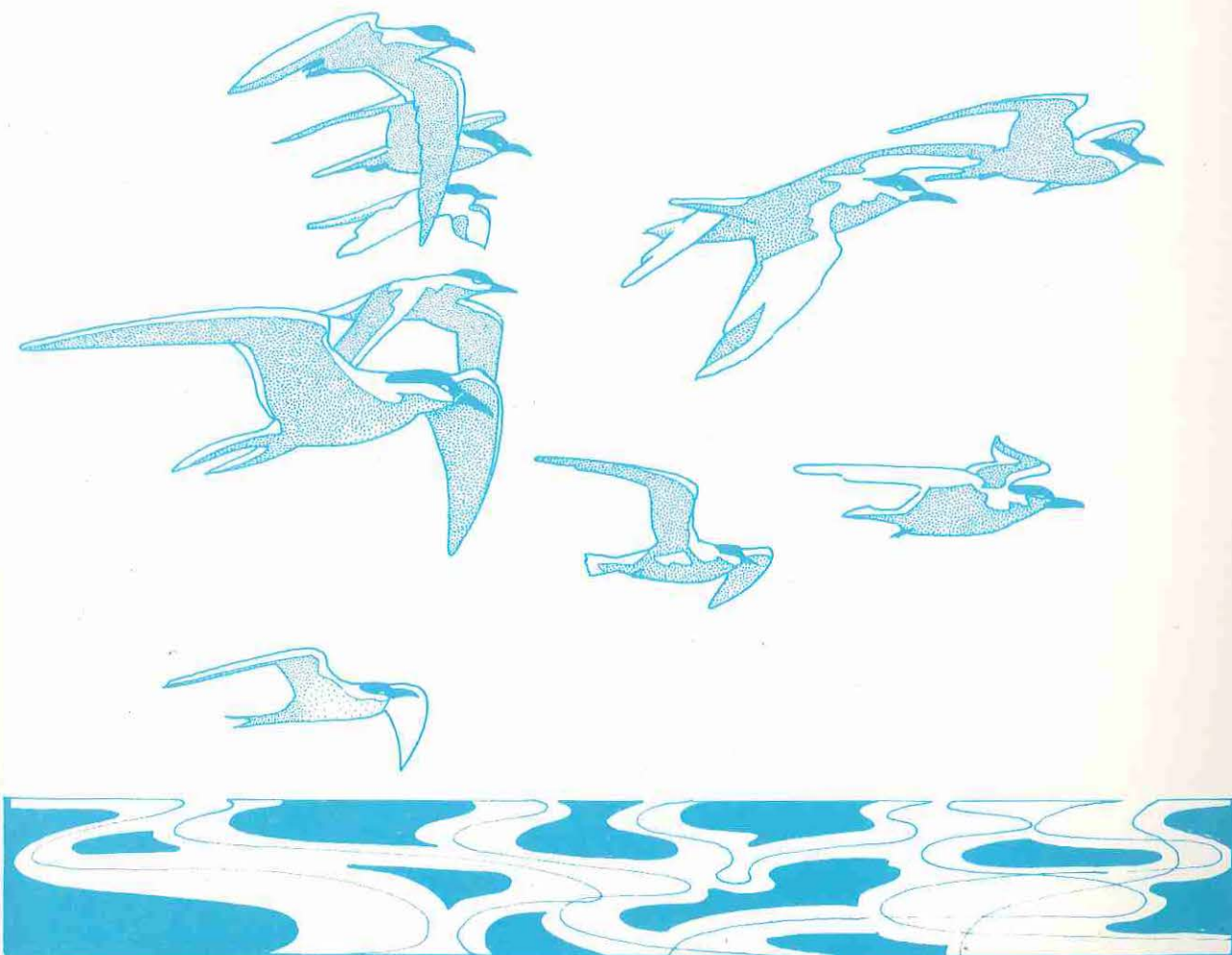
La constitution de réserves foncières par l'acquisition de propriétés privées au bord du lac a été entreprise dès 1975 avec le concours financier de la Région Rhône-Alpes, du Département de la Savoie et du SIVOM du Lac du Bourget. Cet effort qui a déjà permis de maîtriser près de 120 000 ha, se poursuit actuellement.

Le Conservatoire du Littoral, en collaboration

avec les collectivités locales, s'efforce de son côté, à des fins diverses (réserve naturelle de chasse et de pêche, parc ornithologique pédagogique), de préserver quelques propriétés riveraines du lac, en particulier près du grand port à Aix-les-Bains et au Sud du lac.

Le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie a financé, en 1983, sur le site du lac, une étude lourde d'environnement. Elle sert, non seulement de base de réflexion lors des révisions des POS, mais aussi dans le domaine de la récupération des terres incultes et de leur mise en valeur.

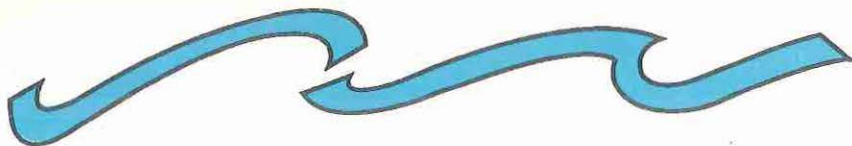
A partir de l'exemple du lac du Bourget, le plus grand des lacs naturels entièrement français, on appréciera la diversité des mesures qui peuvent contribuer à la protection de l'environnement et à la conservation d'autres sites également remarquables.





ANNEXES

- I - Quelques aspects administratifs**
- II- Les fichiers lacs**
- III- Bibliographie**
- IV- Quelques adresses utiles**
- V- Coordonnées et activités des organismes représentés au groupe de travail de l'IGGE**
- VI- Glossaire**



I - QUELQUES ASPECTS ADMINISTRATIFS

Les relations entre l'eau en général, et les plans d'eau en particulier, et l'Administration sont complexes. Aussi conseillons-nous aux usagers de s'adresser pour ces questions, aux représentants locaux des administrations concernées, dont les principaux sont :

- . les Directions Départementales de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF)
- . les Directions Départementales de l'Équipement (DDE)
- . les Services Régionaux d'Aménagement des Eaux (SRAE)

Nous allons tout de même tenter de baliser quelque peu le dédale.

LOIS ET REGLEMENTS

Sur le plan juridique les eaux sont soumises à deux statuts différents suivant qu'elles sont :

Domaniales : ce sont les cours d'eau et plans d'eau navigables et flottables (suivant la définition ancienne). Ils font partie du Domaine Public de l'État (ex. Le Bourget).

Non domaniales : toutes les autres. Elles sont susceptibles d'appropriation privée (ex. Le Lac de Paladru).

Qu'elles soient domaniales ou non, les eaux sont soumises à une réglementation générale qui regroupe les moyens législatifs et administratifs nécessaires à leur gestion.

Cette réglementation est d'une grande complexité et met en oeuvre des textes parfois fort anciens, dont les principaux sont rappelés ci-après :

Réglementation ancienne :

- Règlements d'eau datant de l'Ancien Régime (encore en vigueur)
- Les Codes comportant des articles relatifs à l'eau :
 - + Code Civil (Législation Napoléonienne) (Propriété des cours d'eau et servitudes)
 - + Code Rural (1898) (Police des eaux non-domaniales et pêche)
 - + Code du Domaine Public Fluvial (Navigation Interne et Police des Eaux Domaniales)
 - + Code de la Santé Publique (Salubrité publique, alimentation en eau, eaux usées, baignade)
 - + Code des Communes (Obligation des collectivités dans le domaine de l'eau).

Réglementation récente

- Loi du 16 décembre 1964, dite "loi sur l'eau". Elle traite du régime et de la répartition des eaux, de la lutte contre leur pollution dans le but de satisfaire l'ensemble des usagers. C'est la base de la législation moderne sur l'eau.
- Loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature. Concerne l'eau puisqu'elle traite de la protection des espaces naturels, de la préservation des espèces et du maintien des équilibres biologiques.
- Loi du 19 juillet 1976 relative aux Établissements classés pour la protection de l'Environnement. Elle remplace le texte datant de 1917 et concerne les Établissements Industriels et agro-alimentaires.
- Loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie

mais qui concerne la protection de certains cours d'eau, notamment à poissons migrateurs.

- Loi du 29 juin 1984, dite "Loi pêche" relative à la pêche et à la gestion des ressources piscicoles en eau douce (ancien titre II du Code Rural).

MOYENS DISPONIBLES POUR L'APPLICATION DE LA REGLEMENTATION

En schématisant quelque peu on peut les classer sous deux rubriques :

- Les Services Administratifs de l'État,
- Les Commissions ou Comités Divers, les Collectivités et Établissements Publics.

Et ils se situent à tous les niveaux de l'appareil administratif : National, Bassin, Régional, Départemental et Communal.

Services administratifs

Le tableau joint en donne la liste à peu près complète et résume leur fonction.

- Au niveau national il n'y a pas moins d'une dizaine de ministères concernés. Peut-être peut-on mentionner spécialement :

- + Le Ministère de l'Environnement qui depuis 1976 joue un rôle de coordination.
- + Le Ministère de l'Agriculture et celui de l'Urbanisme, du Logement et des Transports qui se partagent traditionnellement la police des Eaux.

- Au niveau des Bassins (grands bassins hydrologiques) le Préfet de la région siège du Bassin, anime une structure administrative légère de coordination.

- Au niveau régional, 8 ministères possèdent des Directions Régionales, qui pour les 3 ministères cités au niveau national sont :

- + Le SRAE (Service Régional d'Aménagement des Eaux) pour l'Environnement.
- + La DRAF (Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt) pour l'Agriculture.
- + La DRE (Direction Régionale de l'Équipement) pour l'Urbanisme, le Logement et les Transports.

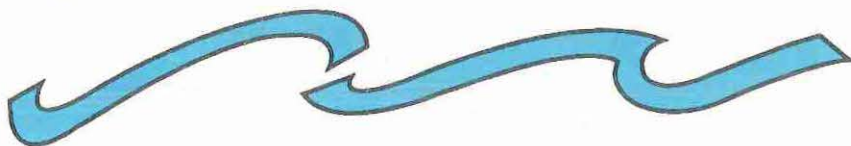
- Au niveau départemental, les 8 mêmes ministères disposent de directions. Les 2 principales sont :

- + La DDAF (Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt).
- + La DDE (Direction Départementale de l'Équipement).
- + Pour l'environnement, DDAF et DDE se partagent sa représentation départementale pour ce qui concerne les problèmes de l'eau.

Commissions et Établissements

- Au niveau national (animés par le Ministère de l'Environnement)

- + Comité National de l'Eau
- . Créé en application de l'art. 15 de la loi du 16.12.1964.
- . Composition : usagers, conseillers généraux et municipaux, Administrations de l'État.
- . Donne son avis sur les projets d'aménagement et la répartition des eaux ayant un caractère national et sur les problèmes communs concernant plusieurs bassins.



- + Comité Interministériel de la Qualité de la Vie (CIQV)
 - . Créé en application du décret du 2 décembre 1982.
 - . Examine les questions nécessitant une coordination interministérielle en matière d'eau.

- + Mission Interministérielle de l'Eau
 - . Créée en application du décret du 5.04.1968 (Texte en cours de modification).
 - . Assiste le Ministère de l'Environnement pour préparer les délibérations du Comité Interministériel de la Qualité de la Vie, donne son avis sur les crédits à inscrire aux budgets des différents ministères et relatifs à l'eau, examine les projets de lois, décrets, arrêtés réglementaires et circulaires sur l'eau.

- + Comité Interministériel de développement et d'aménagement rural (CIDAR)
 - . Examine les projets d'aménagement rural et décide des aides à y apporter si le domaine de l'eau est concerné.

- Au niveau du Bassin (ex. Bassin Rhône-Méditerranée-Corse)

- + Comité de Bassin
 - . Créé en application de la loi du 16.12.1964, art.13.
 - . Composition : représentants des régions et collectivités locales, usagers et personnes compétentes, représentants de l'Etat et des milieux socio-professionnels. Les représentants des deux premières catégories détiennent plus des deux tiers des sièges.
 - . Le Comité est consulté sur toutes les questions faisant l'objet de la loi ; il oriente la politique de l'Agence (taux des redevances).
 - . Le Comité de bassin a créé des commissions géographiques.

- + Agence de Bassin
 - . Créée en application de la loi du 16.12.1964, art. 14.
 - . Etablissement public et administratif doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière ; dirigé par un conseil d'administration composé d'un président nommé par décret, de représentants des régions et des collectivités locales, des usagers, de l'Etat, de personnalités qualifiées et d'un représentant du personnel.
 - . L'Agence perçoit des redevances de prélèvement et de pollution de l'eau et accorde des aides aux collectivités et industriels pour travaux d'amélioration de la ressource de lutte contre la pollution et d'aménagement des rivières.

- + Mission Déléguée de Bassin
 - . Créée en application du décret du 5.4.1968 (texte en cours de modification).
 - . Prépare pour chaque bassin les travaux de la mission interministérielle de l'eau.
 - . Donne son avis sur les problèmes d'aménagement dans le bassin (barrages, centrales nucléaires, compagnies d'aménagement, cartes d'objectifs de qualité).

- + Délégation de Bassin
 - . Créée par décret du 8 mai 1981.
 - . Assure la cohérence des actions de l'Etat en matière de police des eaux.
 - . Mission de conseil auprès des services administratifs de l'Etat.

- Au niveau régional

- + Le Conseil Régional
 - . Action dans le domaine de l'Environnement et du cadre de vie comportant un chapitre sur la politique de l'eau (suivi qualitatif et quantitatif, diagnose écologique des lacs, assainissement).
 - . Action de recherche en écologie appliquée avec étude du cycle de l'eau.

- + Le Comité Technique de l'Eau
 - . Créé en application du décret du 5.4.1968 (texte en cours de modification).
 - . Coordonne les études nécessaires à l'établissement de l'inventaire des ressources en eau, à la connaissance des consommations et des phénomènes de pollution.
 - . Harmonisation des programmes d'aménagement des ressources et d'utilisation des eaux
 - . Appui du Préfet de Région pour préparation des programmes d'équipement dans le domaine de l'eau (programmes d'études coordonnées dans le domaine de l'eau).
 - . Le Service Régional de l'Aménagement des Eaux assure le Secrétariat Général du Comité.

- Niveau départemental

- + Le Conseil Général
 - . En application de la loi du 2 mars 1982, relative aux droits et libertés des Communes, des Départements et des Régions, le Département exerce certaines compétences en matière d'eau, notamment programmation des travaux d'alimentation et d'assainissement des communes rurales, petite hydraulique. Il dispose du Service d'Assistance Technique, de Conseil et de Formation pour le fonctionnement des stations d'épuration (SATESE).

- + Le Conseil Départemental d'Hygiène
 - . Créé en application de l'art. L.776 du Code de la Santé Publique et de l'arrêté du 22.1.68 composé d'élus (conseillers généraux, maires) d'usagers et de représentants d'administration. Le Conseil Départemental d'Hygiène est obligatoirement consulté lors de l'instruction de tous déversements soumis à autorisation au titre de la police des eaux ainsi que lors de l'instruction préalable à l'autorisation d'une installation classée.

- Niveau communal (Villes, Communes, Syndicats mixtes ou intercommunaux)

- + Les Maires sont investis de pouvoirs de police au nom de l'Etat pour des problèmes de sécurité (inondations) et de santé publique (alimentation en eau potable et assainissement).
- + Les collectivités locales ont en charge la construction et l'exploitation des réseaux d'eau et d'assainissement.

REGLEMENTATION DE LA PECHE DANS LES LACS

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 sont :

- la loi "Pêche" du 29.6.84,
- la circulaire du Ministère de l'Environnement du 16.9.87.

Nous allons essayer d'en dégager les aspects essentiels. Mais leur complexité, les exceptions et cas particuliers qu'ils souffrent, rendent leur application difficile. Heureusement de nombreux organismes (voir ci-après) sont à la disposition des usagers pour tous renseignements.

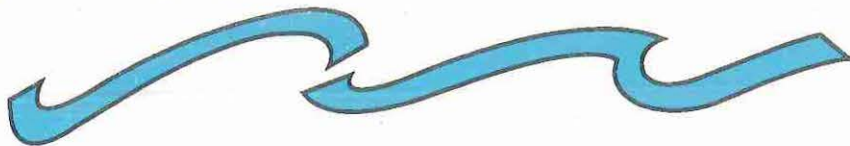
Champs d'application

Ces textes concernent les eaux douces. Les "eaux closes", qui ne peuvent avoir de relation 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 pre-

ORGANISATION ADMINISTRATIVE FRANCAISE DANS LE DOMAINE DE L'EAU

LES SERVICES DE L'ETAT

Premier Ministre Coordination interministérielle Plan et aménagement du territoire - Risques naturels(inondations)										
Niveau National	Ministère des Affaires Sociales et de la Solidarité Nationale <i>Santé publique baignade, eaux potables, assainissement</i>	Ministère de l'Agriculture <i>Ressource, réglementation et usage dans le milieu rural maîtrise de l'eau en agriculture (cours d'eau, drainage, irrigation)</i>	Ministère du Commerce, de l'Artisanat et du Tourisme <i>Promotion des loisirs liés à l'eau (canoë-kayak, etc ...)</i>	Ministère de l'Education Nationale <i>Diffusion de l'information dans les écoles, travaux de recherche dans les Universités</i>	Ministère de l'environnement <i>Coordination, réglementation (police de la pêche), financement d'études de recherches fondamentales ou appliquées</i>	Ministère de l'Intérieur et de la Décentralisation <i>L'eau et les collectivités territoriales</i>	Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur <i>Contrôle des installations classées, tutelle BRGM (eaux souterraines)</i>	Ministère des Relations Extérieures <i>Coordination des actions et des règlements pour les eaux internationales (fleuves frontaliers et traversant plusieurs pays)</i>	Ministère de la Recherche et de la Technologie <i>Etudes dans le domaine de l'eau par l'intermédiaire d'organismes sous tutelle</i>	Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des transports <i>Equipements sanitaires des zones urbaines, police des eaux, navigation fluviale</i>
Niveau du Bassin	Préfet de région siège du Bassin Coordonnateur									
	Centralisateur de Bassin	Centralisateur de Bassin Ingénieur Général du GREF Chargé du Bassin			Délégué de Bassin Service Hydrologique centralisateur	Centralisateur de Bassin	Centralisateur de Bassin			Service de la Navigation Centralisateur de Bassin
Niveau Régional	Préfet de région									
	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales	Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt. Service de l'Aménagement des Eaux	Direction Régionale du Temps Libre	Université Faculté des Sciences Facultés des Lettres	Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement. Service Régional de l'Aménagement des Eaux	Secrétariat Général pour les Affaires Régionales	Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche. Service géologique régional BRGM			Direction Régionale de l'Equipement Service de la Navigation
Niveau Départemental	Préfet Commissaire de la République de Département									
	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales <i>Contrôle eaux de consommation, assainissement, baignade</i>	Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt <i>Police des eaux Police de la pêche contrôle des établissements hydrauliques</i>	Direction Départementale du Temps Libre <i>Promotion et contrôle des loisirs liés à l'eau</i>	Etablissements scolaires primaires et secondaires <i>Formation Education Information</i>	Direction Départementale de l'Agriculture et de l'Equipement <i>Actions de police des eaux et de la pêche, et de lutte contre la pollution</i>	Direction de l'Administration Générale Bureau de l'Environnement <i>Police des eaux</i>	Subdivisions départementales de la Direction régionale de l'Industrie et de la Recherche <i>Contrôle des installations classées indus.</i>			Direction Départementale de l'Equipement Subdivisions territoriales Subdivision du Service Navigation <i>Police des eaux et de la pêche</i>



nières, 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 concerne la pêche amateur effectuée à la ligne. Les conditions de pêche aux engins, amateur ou professionnelle, ressortent de règles particulières sur lesquelles il est conseillé de se renseigner localement.

Les règles diffèrent quelque peu suivant l'une ou l'autre des catégories dans laquelle le plan d'eau est classé. La première comprend ceux qui sont principalement peuplés de salmonidés ; la seconde tous les autres.

Règles et formalités essentielles

Les périodes d'interdiction de la pêche correspondent aux périodes de reproduction des poissons ; elles sont fixées par décret mais peuvent être allongées par les Préfets. Les heures de pêche, taille et captures, nombre de captures pour certaines espèces, sont réglementées. La vente du poisson par les pêcheurs amateurs aussi bien aux lignes qu'aux engins, constitue un délit de pêche.

Dans les lacs considérés comme eaux libres, les pêcheurs sont soumis à des obligations générales :

- faire partie d'une association de pêche et de pisciculture agréée (A.A.P.P.) de son choix ;
- verser en plus de sa cotisation statutaire des taxes annuelles dites piscicoles (taxe de base et supplément suivant les catégories piscicoles et le mode de pêche).

Centres d'information

On peut prendre connaissance de toutes les dispositions relatives à l'exercice de la pêche :

- auprès de la Préfecture et du Service chargé de la Police de la Pêche de la DDAF ;
- auprès de la Fédération Départementale de Pêche ;
- auprès des Associations Agréées de Pêche et de Pisciculture (AAPP) ;
- et enfin dans les Mairies où sont affichés :
 - + l'arrêté réglementaire permanent,
 - + l'avis annuel rappelant les périodes d'interdiction.

II- LES FICHIERS

Posséder une liste de tous les plans d'eau, savoir où ils sont, connaître leur état et tenir ces renseignements à jour, voilà une ambition sans doute légitime, peut-être trop ambitieuse. Divers organismes se sont pourtant attelés à la tâche, en utilisant la technique, souple et efficace, du fichier informatique. L'échantillonnage analysé ici vise soit directement les lacs, soit des données qui peuvent les concerner et à un caractère national ou régional.

LES FICHIERS CONCERNANT LES LACS

Fichiers nationaux

- Le fichier national du Ministère de l'Environnement

C'est le plus ancien ; il date des années 1970. Il répertorie plus de 3000 "lacs, étangs et retenues" de superficie supérieure à 1 ha et sur tout le territoire national.

Malheureusement les renseignements qu'il donne sont sommaires, assez souvent entachés d'erreurs et pour le moment figés à la date de constitution du fichier. Ils ont été enregistrés sur support magnétique.

Le Ministère de l'Environnement en a tiré pour les plans d'eau supérieurs à 10 ha, une carte de situation et un état classé par superficie décroissante.

Quelques-uns des graphiques présentés plus bas ont été réalisés à partir des données de ce fichier.

- Le fichier des lacs de montagne

Sa constitution a été confiée au CEMAGREF par le Ministère de l'Environnement.

Territorialement il est limité aux zones reconnues de montagne par les textes officiels (altitude supérieure à 700 m, 600 m dans les Vosges et (ou) pente moyenne supérieure à 20 %).

Il comporte essentiellement deux parties :

+ un inventaire exhaustif réalisé sur carte IGN au 1/25 000° de tous les plans d'eau, quelles que soient leur nature et leur surface. Leur nombre est d'environ 2250 (dont 2000

naturels), surtout localisés dans les Alpes (1100) et les Pyrénées (900), les autres massifs, Jura, Vosges, Corse et Massif Central se répartissant le reste dans cet ordre.

Les données recueillies sont très limitées : situation, superficie, altitude, quelques éléments d'hydrologie. Les plans d'eau y sont classés par département et par commune, mais leur traitement informatique autorise toute autre sorte de classement, par massifs, surface, altitude, etc...

+ des fiches individuelles, qui ne concernent que les lacs naturels d'une superficie supérieure à 0,5 ha. Leur nombre est de l'ordre de 1150 dont 550 dans les Alpes et 480 dans les Pyrénées ; le solde se répartit, dans l'ordre, dans le Jura, le Massif Central, les Vosges et la Corse.

L'objectif final est de donner à ce fichier les mêmes qualités qu'à celui de l'Agence de Bassin RMC avec toutefois des renseignements de nature un peu différente. Mais leur support en est encore resté au stade du papier.

Fichiers de bassin : le fichier Agence RMC

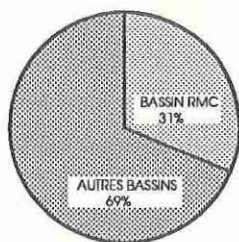
L'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse a répertorié tous les plans d'eau de son bassin, d'une superficie supérieure à 1 ha ou à usage de réserve d'eau potable.

Ce fichier présente un certain nombre de caractéristiques intéressantes se rapportant généralement aux plans d'eau d'une superficie supérieure à 10 ha :

- il est documenté avec des renseignements géographiques et physiques (morphologie, climatologie, géologie, hydrologie), socio-économiques (statut juridique, usages), de qualité (physicochimie, biologie, bactériologie) et fait référence à un vaste fond bibliographique,
- il est vivant, en permanence mise à jour,
- il est accessible à partir d'un centre serveur informatique.

Nous reproduisons ci-après quelques graphiques résumant quelques données de ce fichier, comparées ou non à celles du fichier national, et un tableau de ses plans d'eau d'une superficie supérieure à 100 ha avec quelques-unes de leurs caractéristiques physiques.

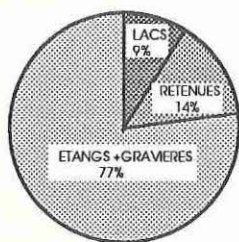
REPARTITION DES PLANS D'EAU AU NIVEAU NATIONAL



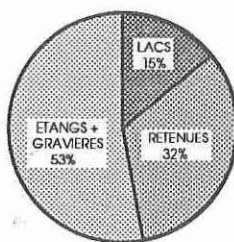
Cette répartition regroupe tous types de plans d'eau (lacs naturels, retenues, étangs d'eau douce et saumâtre, gravières) d'une superficie supérieure à 10 ha. On notera que le bassin RMC contient à lui seul 1/3 environ des plans d'eau du territoire national.

REPARTITION PAR TYPES DE PLANS D'EAU (superficie > 10 ha)

FICHER NATIONAL



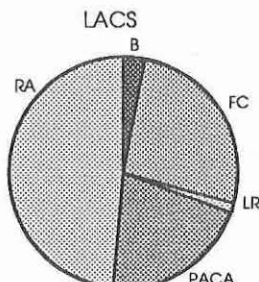
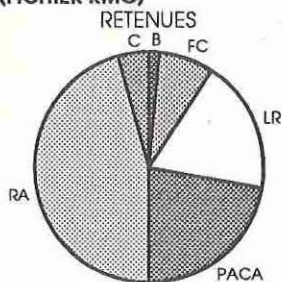
FICHER RMC



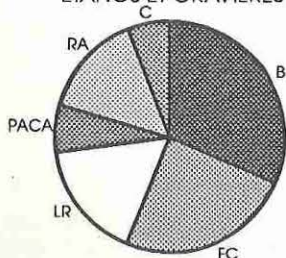
(533 plans d'eau)

La superficie est toujours supérieure à 10 ha. La moitié des plans d'eau du bassin RMC est constituée d'étangs et gravières.

REPARTITION PAR TYPES DE PLANS D'EAU ET PAR REGION (FICHER RMC)



ETANGS ET GRAVIERES



B = Bourgogne
FC = Franche-Comté
C = Corse
LR = Languedoc-Roussillon
RA = Rhône-Alpes
PACA = Provence-Alpes-Côte d'Azur

On constatera la part importante des lacs et retenues de la région Rhône-Alpes.

LES FICHIERS DONNEES

Fichiers nationaux : le fichier hydrométrique ARHMA

Il concerne les données hydrométriques de multiples cours d'eau répartis sur tout le territoire national ; et ne touche donc aux lacs qu'indirectement par le biais de leurs affluents ou émissaires.

Il recueille les hauteurs d'eau enregistrées en permanence à diverses stations et leurs valeurs de tarage (débits correspondants aux niveaux). Il peut en retour fournir des débits instantanés ou moyens sur diverses périodes (jours-mois-an, etc.).

Ce fichier est actuellement géré par l'ordinateur central du Ministère de l'Agriculture et sert localement en principe pour les Services Régionaux d'Aménagement des Eaux (SRAE). Mais il a vocation à devenir interministériel et à regrouper en particulier les données issues du Ministère de l'Environnement et de l'EDF.

Fichiers de Bassin (Agence de Bassin RMC)

- Données qualitatives

Il s'agit des caractéristiques physicochimiques ou biologiques des eaux superficielles (cours d'eau), recueillies essentiellement par le Réseau National de Bassin et de sources diverses.

Du fichier ainsi constitué on peut extraire, outre les données brutes, diverses informations élaborées : nombre de prélèvements ou d'éléments observés, valeurs particulières (mini - maxi - moyennes), estimation de la qualité par comparaison à des bornes de référence, répartition par classes, graphiques divers, etc. L'interrogation peut porter sur les éléments, les périodes, les lieux (stations, cours d'eau, département, secteur hydrologique).

- Données hydrométriques

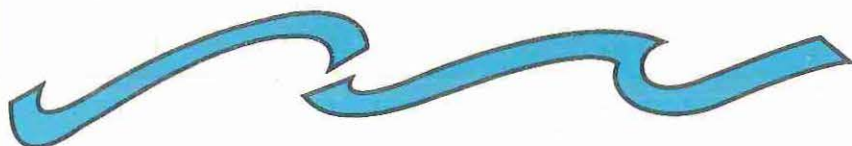
C'est, sur le plan régional, une sorte de répétition du fichier ARHMA, avec deux différences essentielles. Les données d'entrée se situent à un niveau plus grossier, l'élément de base n'étant plus le débit instantané, mais le débit moyen journalier, parfois mensuel. Par contre la chronique est beaucoup plus ancienne et le réseau de stations de mesures locales plus dense ; plus de 1800 stations actuellement en fonctionnement ou désactivées ont été inventoriées.

Comme pour les données qualitatives et avec la même gamme de possibilités d'interrogation, on peut en obtenir données brutes et renseignements élaborés.

- Données pluviométriques

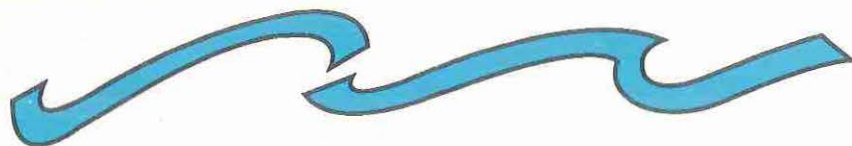
Il ne s'agit encore que d'un projet qui fonctionnerait sensiblement comme le précédent.

Ces fichiers sont tous implantés sur l'ordinateur de l'Agence RMC qui les tient à jour. Les renseignements sont fournis à l'extérieur soit par envoi de supports divers (listing, bande magnétique, disquette), soit par interrogation directe à partir d'un terminal.



CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DES PRINCIPAUX PLANS D'EAU DU FICHER RMC (LACS ET RETENUES DE SUPERFICIE SUPÉRIEURE À 100 HECTARES)

Départ.	Nom	B. versant (ha)	Superficie (ha)	Volume (Mm ³)	Prof. max. (m)	Temps séjour	Type
01	Génissiat	1091000	350	53	70	3,0 jours	Retenue
	Cize-Bolozon	256000	300	1,5	15,5	-	Retenue
	Allement	263000	225	19	19,5	2,4 jours	Retenue
04	Nantua	5030	140	40,1	43	10 mois	Lac
	Castillon	655	450	149	95	4 mois	Retenue
	Greoux	181900	330	78,6	54	25 jours	Retenue
	Quinson	166100	190	19,5	54	7 jours	Retenue
	Escale	696000	200	15	-	-	Retenue
	Sisteron	632600	118	6,2	35	-	Retenue
	Espinasses	375500	121,5	7,9	-	-	Retenue
	Serre-Ponçon	360000	3200	1270	129	6 mois	Retenue
07	Saint vaillier	-	624	35	-	-	Retenue
	Beauchastel	-	376	30	14	8 heures	Retenue
13	Cadarache	1008000	122	12,5	-	-	Retenue
20	Calacuccia	12700	107	25	68	2 mois	Retenue
	Tolla	132	115	37	98	-	Retenue
21	Grosbois	2960	120	9,2	22,3	-	Retenue
	Panthier	2220	120	8,1	14	-	Retenue
25	Saint Point	-	398	81,6	45	6,6 mois	Retenue
26	B. les Valence	6645000	490	25	11	8 heures	Retenue
	Donzère	-	406	20	16	12 heures	Retenue
	Baix	-	330	40	15	6 heures	Retenue
	Pizoncon	1322000	243	13	13	-	Retenue
	Montélimar	-	250	45	16	6 heures	Retenue
	B. Montheux	1175000	110	3	-	24 heures	Retenue
	Vanelle	1152500	150	3,9	23	-	Retenue
	Vallabrègues	-	1100	80	-	12 heures	Retenue
	Ceyrac	4400	163	-	15	-	Retenue
	Ste Cécile d'Ang.	10900	100	11	34	-	Retenue
34	Salagou	7600	800	125	51	-	Retenue
	Avène	12500	194	33	63	4 mois	Retenue
38	Monteynard	205000	657	275	135	-	Retenue
	Vaugris	5170000	500	22	13	8 heures	Retenue
	P. Roussillon	-	500	45	15	14 heures	Retenue
	Paladru	4800	390	97,2	36	4 ans	Lac
	Sautet	101800	348	107,7	126	-	Retenue
	Beauvoir	1013800	215	-	10	19 heures	Retenue
	ND. de Commiers	207000	165	33,6	40	-	Retenue
	St Hilaire	1100500	140	6	22	-	Retenue
	Chambon	-	140	50,8	136	-	Retenue
	Saint P. de Cognet	-	125	27,5	75	-	Retenue
	Laffrey	-	124	28,2	40	28 mois	Lac
	Pierre-Chatel	-	101	-	11	-	Lac
	Grand'Maison	-	-	137	-	-	Retenue
39	Vouglans	112000	1600	605	100	6 mois	Retenue
	Coiselet	-	380	36	37	-	Retenue
	Chalain	3050	231	46,6	34	10 mois	Lac
	Abbaye	630	100	3,6	28	-	Lac
48	Villefort	-	136	27,7	75	-	Retenue
52	Vingeanne	8650	194	8,1	8,4	6 mois	Retenue
66	Matemale	3200	230	20,5	37	-	Retenue
	V. de la Raho	670	201	17,5	-	-	Retenue
	Bouillouses	3360	190	17,5	18	-	Retenue
	Vinca	94000	177	24,6	52	-	Retenue
	Puyvalador	-	114	10	36	-	Retenue
	Champagney	-	116	13	33	-	Retenue
70	Bourget	56000	4462	3620	146	7 ans	Lac
73	Mont-Cenis	-	661	326,7	95	-	Retenue
	Aiguebelette	5500	545	166	71	3 ans	Lac
	Roselend	1650	304	185,6	150	-	Retenue
	Chevril	42000	270	225	180	9 mois	Retenue
	Bissorte	-	117	39,5	63	-	Retenue
	Leman	797500	58236	89000	309	12 ans	Lac
83	Annecy	27800	2700	1123	81	4 ans	Lac
	Sainte-Croix	159100	2182	767	100	9 mois	Retenue
84	Saint-Cassien	13100	374	60	51	80 jours	Retenue
	Caderousse	-	564	43	21	-	Retenue
	Avignon	-	520	40	22	-	Retenue
	Cadarache	119200	110	3,1	-	-	Retenue



III- BIBLIOGRAPHIE

1 - LISTE NON EXHAUSTIVE D'OUVRAGES DE BASE

- * Diagnose rapide des milieux lacustres (CEMAGREF - 1987)
- * Gestion piscicole de lacs et retenues artificielles (Gerdeaux et Billard - INRA - 1985)
- * Actes du colloque sur les lacs naturels (CEMAGREF Aix-les-Bains - 1978)
- * Les lacs de montagne - Inventaire diagnostique d'un patrimoine national (CEMAGREF Lyon - 1985)
- * Le lac du Bourget - Exemple de lutte contre l'eutrophisation (CEMAGREF - BALLAND)
- * Modélisation en écologie : méthodologie et application aux écosystèmes lacustres (Thèse GENTIL - GRENOBLE 1981)
- * "Pour l'amour d'un lac" (Michel TISSUT - Fédération des Associations de Protection du Lac d'Aiguebelette - 1987)
- * Limnologie - Etude des eaux continentales (B. DUSSART - Ed. GAUTHIER-VILLARS - 1986)
- * Caractérisation et essai de restauration d'un écosystème dégradé : le lac de Nantua (Publication INRA - J. FUILLADE - 1985)
- * Le Léman - Synthèse 1957 - 1982 - CIPEL
- * "Nous n'avons qu'un Léman" (Publication ASL - 1983)
- * Etude d'Environnement de la Périphérie du lac du Bourget (DRAE - Conseil Régional Rhône-Alpes - 1985)
- * Vers les lacs de Savoie (Editions GLENAT - COUPE et MARTINOT - 1987)
- * Vers les lacs du Dauphiné - de Belledonne au Viso (Editions GLENAT - COUPE 1984)
- * Actes du Colloque Franco-Suisse sur la Protection des Lacs (TSM Annecy - 1978)

* Fichier des principaux plans d'eau du bassin RMC - Brochure d'information (AFB RMC - 1983)

* Ecologie de quatre lacs naturels du Briançonnais : Physico-chimie (T 1) - Peuplement piscicole (T 2) - Invertébrés et végétaux aquatiques (T 3) - Végétation terrestre environnante (T 4) (CEMAGREF 1985)

* Passé - présent et futur de l'exploitation piscicole des grands lacs français (M. LAURENT ENEF - 1982)

* Cahier Technique de l'ACTA : "Les plantes aquatiques" (1987)

* Eutrophisation, pollution nutritionnelle et restauration des lacs (G Barroin 1980), in "La pollution des eaux continentales" Editions P. Pesson - Fauthier - Villars 75-96

* La pollution des lacs (MEYBECK Université Paris VI - 1978)

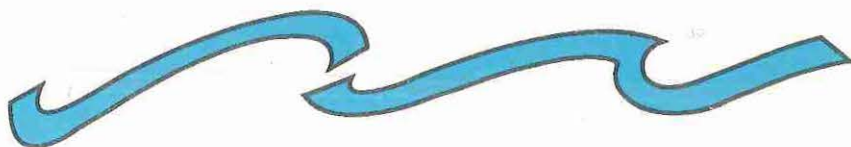
* Le traitement des sédiments en limnologie opérationnelle (Barrouin G.) Revue Française des Sciences de l'Eau (1984) 225-308.

2 - LISTE NON EXHAUSTIVE DE REVUES

- * Bulletin de liaison du Conseil Supérieur de la Pêche
- * Hydrologie continentale
- * Bulletin français de pisciculture
- * L'eau et l'industrie
- * Génie rural
- * La Houille blanche
- * Techniques - Sciences - Méthodes
- * Annales de limnologie
- * Eaux de Rhône-Méditerranée-Corse

3 - SERVICES DOCUMENTAIRES POUVANT ETRE CONSULTES
Les bibliothèques, banques de données des Organismes suivants peuvent être consultées :

- | | |
|--|--|
| * AFEE (Association Française pour l'Etude des Eaux, cf annexe IV) | |
| * Agence de Bassin RMC | |
| * CEMAGREF | |
| * CNR | |
| * CSP | |
| * EDF | |
| * INRA DE THONON | |
| * SOGREAH | |
| * SRAE | |
| * ECOTHEK (sur Minitel 36.16 code IDEAL) | |
- (cf. coordonnées en annexe IV et V)



IV- QUELQUES ADRESSES UTILES (Liste non exhaustive)

ADMINISTRATION ET SERVICES PUBLICS

- Niveau national

* Ministère de l'Environnement. Direction de l'Eau et de la Prévention des Pollutions.
14, Bd du Général-Leclerc. 92524 Neuilly/Seine Cédex
Tél : 16 (1) 41 58 12 12

- Niveau régional

* Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.
31 rue J. Guesde 69310 Pierre-Bénite
Tél : 78 50 16 40 / 78 39 48 48

* Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (CEMAGREF).
3 quai Chauveau. 69009 Lyon
Tél : 78 83 49 48

* Compagnie Nationale du Rhône (CNR)
2 rue André Bonin 69316 Lyon Cédex 04
Tél : 72 00 69 69

* Conseil Supérieur de la Pêche (CSP). Délégation Régionale.
285 rue du 4-Août. 69100 Villeurbanne Tél : 78-84-48-89

* Délégation Régionale à l'Architecture et à l'Environnement (DRAE) Rhône-Alpes.
19 rue de la Villette. 69425 Lyon Cédex 3
Tél : 72 33 04 28

* Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRAF).
55, rue Mazenot 69426 Lyon Cédex 03
Tél : 78 95 05 55

* Direction Régionale de l'Équipement (DRE)
55, rue Mazenot 69426 Lyon Cédex 03
Tél : 78 60 25 43

* Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche (DIRI) Rhône-Alpes.
11 rue Curie. 69456 Lyon Cédex 06
Tél : 78 52 25 03

* Entente Interdépartementale pour la Démoustication
73310 CHINDRIEUX - Tél : 79 54 21 58

* Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
Station d'Hydrobiologie Lacustre.
Institut de Limnologie BP 11F. 74203 Thonon-les-Bains
Cédex Tél : 50 71 49 55

* Parc National des Ecrins - 7, rue du Colonel Roux 05000
GAP - Tél : 92 51 40 71

* Parc National du Mercantour - 23, rue d'Italie - 06000
NICE - Tél : 93 87 86 10

* Parc National de la Vanoise - 135, rue du Dr Julland -
BP 705 - 73007 CHAMBERY Cédex - Tél : 79 62 30 54

* Service régional d'Aménagement des Eaux (SRAE).
3 quai Chauveau 69009 Lyon Tél : 78 83 88 77

* Secrétariat Régional du Patrimoine Naturel Rhône-Alpes.
Départements : Haute-Savoie, Savoie, Isère, Drôme.
Muséum d'Histoire Naturelle. - 1 rue Dodonnière. 38000
Grenoble - Tél : 76 44 05 35

* Secrétariat Régional du Patrimoine Naturel Rhône-Alpes.
Départements : Ain, Ardèche, Loire, Rhône. Centre
d'études des Sciences de l'Environnement.
Université de Lyon I. 43 Bd du 11-Novembre. 69622
Villeurbanne Cédex - Tél : 78 89 81 24 (poste 41-22)

* Electricité de France (EDF)

Groupe Régional de Production Hydraulique "Savoie"
(Haute Savoie, Savoie sauf Vallée de l'Arc)
19 av. du Parmelan BP 970
74019 Annecy Cédex
Tél : 50 65 80 20

Groupe Régional de Production Hydraulique "Alpes"
(Savoie-Vallée de l'Arc, Isère, Vercors, Drome, Vallée de l'Isère)
37 rue Diderot BP 43
38040 Grenoble Cédex
Tél : 76 48 84 44

Groupe Régional de Production Hydraulique "Rhône"
(Ceux limitrophes à l'ensemble du fleuve Rhône)
5 rue des Cuirassiers BP 3102
69399 Lyon Cédex 03
Tél : 78 71 33 33

Groupe Régional de Production Hydraulique
"Méditerranée"
(Hautes Alpes, Alpes de Hautes Provence, Vaucluse, Var,
Vaucluse, Alpes Maritimes)
140 Avenue Viton BP 540
13401 Marseille Cédex 9
Tél : 91 75 88 00

. Région d'Équipement Alpes Lyon (REAL)
3,5 rue Ronde BP 1034
73010 Chambéry
Tél : 79 75 60 60

- Dans chaque département, se renseigner auprès des :

* Préfectures

* Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt
(DDAF)

En particulier en Savoie : Station d'études Hydrobio-
logiques du Lac du Bourget
200 Av du Petit Port 73100 Aix les Bains - Tél : 79 61 08 22

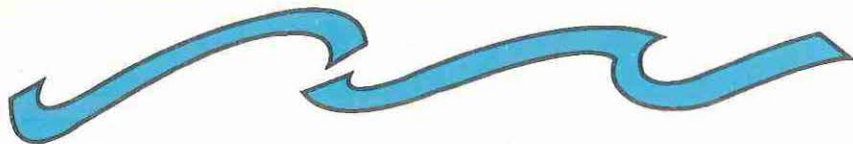
* Direction Départementale de l'Équipement (DDE)

* Direction Départementale des Affaires Sanitaires et
Sociales (DDASS)

COLLECTIVITES TERRITORIALES

Se renseigner auprès :

* de la Région Rhône-Alpes (Conseil Régional).
76 route de Paris. 69260 Charbonnière-les-Bains
Tél : 78 92 40 00



* des départements (Conseil Général)

ORGANISMES PROFESSIONNELS ET ASSOCIATIFS

- * Association Française pour l'Etude des Eaux (AFEE)
21-23 rue de Madrid - 75008 PARIS - Tél (1) 45 22 14 67
- * Association Rhône Alpes (ARALEBP) Faculté des Sciences Université Claude Bernard
43, Bd du 11 novembre BP 18 69622 Villeurbanne Cédex
Tél : 78 89 51 24
- * Chambre Syndicale Nationale des Entreprises et Industries de l'Hygiène Publique.
10, rue de Washington 75008 Paris
- * Fédération Rhône Alpes des Associations de Protection de la Nature (FRAPNA) Université Lyon 1
43, Bd du 11 novembre BP 18 69622 Villeurbanne Cédex
Tél : 78 94 93 26
- * Fédération Nationale des Syndicats d'Assainissement (VANID).
12, rue de Milan, 75009 Paris
- * Institut International de Gestion et de Génie de l'Environnement (IIGGE)
BP 128 2 Bd de la Route du Roi 73101 Aix les Bains Cédex
Tél : 79 88 20 00
- * Syndicat National des Industries du Traitement des Eaux Résiduelles (SNITER).
10 rue Washington, 75008 Paris
Tél : 16 (1) 45 63 70 40
- * Syndicat National des Produits de Traitement et d'Assainissement de l'eau.
3, avenue du Président-Wilson, 75116 Paris
Tél : 16 (1) 47 23 99 54
- * Chambre Syndicale des Sociétés d'Etude et de Conseil (SYNTEC).
Maison de l'Ingénierie, 3 rue Léon-Bonnat, 75016 Paris
- * Pour les associations agréées de Pêche et de Pisciculture, et les Fédérations Départementales de Pêche, consulter le CSP.

UNIVERSITES

- * Université de Savoie
BP 1104 73011 Chambéry
Tél : 79 69 27 18
-Laboratoire de Biologie
-Laboratoire de Chimie Analytique

LABORATOIRES AGREES (*) SUSCEPTIBLES D'EFFECTUER CERTAINS TYPES D'ANALYSES D'EAU

(*) L'agrément n'est donné que pour une durée déterminée. Des modifications à cette liste peuvent donc survenir. Se renseigner auprès des administrations départementales : DDAF - DDASS - DDE

AIN

Laboratoire d'Analyses des Eaux.
47 Bd de Bron, 01000 Bourg-en-Bresse - Tél : 74 22 00 56

ARDECHE

Laboratoire d'Analyse des Eaux. Centre de Recherche sur le diabète et les maladies de la nutrition.
2 av. Expilly, 07600 Vals-les-Bains
Tél : 75 94 60 44

DROME

- * Laboratoire Vétérinaire Départemental.
20 rue Léon-Blum, 26000 Valence
Tél : 75 44 33 31
- * CEA Pierrelatte
BP 38 26701 Pierrelatte Cédex - Tél : 75 50 43 82

ISERE

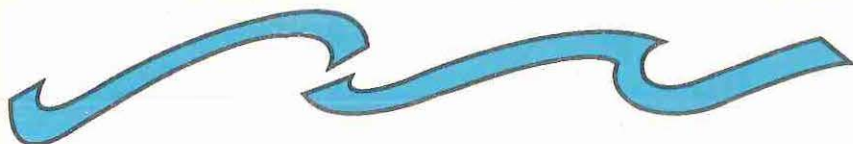
- * Laboratoire Régional d'Analyses des Eaux, Hôpital de la Tronche, - Domaine de la Merci, 38700 La Tronche
Tél : 76 42 05 73
- * Centre Technique de l'Industrie des Papiers-Cartons et Celluloses - BP 7110 38020 Grenoble Cédex
Tél : 76 44 82 36
- * APAVE Grenoble.
16 av. de Grughiasso, 38431 Echirolles Cédex
Tél : 76 33 33 33

LOIRE

Laboratoire Municipal.
6 rue Montyon, 42000 Saint-Etienne
Tél : 77 74 22 46

RHONE

- * Association Lyonnaise des Propriétaires d'Appareils à vapeur et électriques (ALPAVE).
BP 3, 69811 Tassin La Demi Lune Cédex
Tél : 78 34 81 25
- * Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et des Forêts (CEMAGREF).
3 quai Chauveau, 69009 Lyon
Tél : 78 83 49 48
- * Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement (CETE).
BP 48, 69672 Bron Cédex
Tél : 78 41 81 25
- * Laboratoire Régional de la Compagnie Générale des Eaux (CGE).
75 rue Cuvier, 69414 Lyon Cédex
Tél : 78 52 44 34
- * Centre d'Industrialisation Rhône-Poulenc Décines (CID).
BP 5, 69150 Décines
Tél : 72 05 20 20
- * Centre Technique du Cuir (CTC).
BP 7001, 69432 Lyon Cédex 07
Tél : 78 69 50 12
- * Institut Pasteur.
77 rue Pasteur, 69365 Lyon Cédex 07
Tél : 78 72 35 09
- * Institut de Recherche Hydrogéologique (IRH)
24 av. Dauphine 69360 Serezin sur Rhône
Tél : 78 02 17 42
- * Laboratoire Pourquery
93 Bd du Parc d'Artillerie 69007 Lyon
Tél 78 61 21 16
- * Ecole Nationale Vétérinaire,
rue Saint Bel, Marcy l'Etoile - BP 31 - 69792 Charbonnière Cédex
Tél : 78 87 00 84



* Service d'Hygiène et de Santé de Lyon. Laboratoire d'Analyses.

60 rue de Sèze, 69606 Lyon
Tél : 78 52 13 24

* Service Régional d'Aménagement des Eaux (SRAE). 3 quai Chauveau, 69009 Lyon
Tél : 78 83 88 77

SAVOIE

Laboratoire Départemental d'Analyses.
28, place du Forum, 73000 Chambéry-le-Haut.
Tél : 79 70 22 30

HAUTE-SAVOIE

* Institut National de la Recherche Agronomique. Station d'Hydrobiologie lacustre. - Institut de Limnologie - BP 11F, 74203 Thonon Cédex - Tél : 50 71 49 55

* Laboratoire du Syndicat Intercommunal des Communes Riveraines du Lac d'Annecy - BP 739, 74000 Annecy Cédex

* Laboratoire du Syndicat d'Épuration des Régions de Thonon-les-Bains et d'Evian-les-Bains.
Z.I. de Vongy, 74200 Thonon-les-Bains - Tél : 50 26 21 22

* Service de Microbiologie, Laboratoire des Eaux, Centre Hospitalier, 74012 Annecy - Tél : 50 88 33 35

V- COORDONNÉES ET ACTIVITÉS DES ORGANISMES REPRÉSENTÉS AU GROUPE DE TRAVAIL DE L'IIGGE

Administration et établissements publics

* Agence Financière de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse

31 rue Jules Guesde, 69310 Pierre-Bénite - Tél : 72 39 48 48
Établissement Public de l'État chargé d'aider financièrement et techniquement la lutte contre la pollution de l'eau et l'aménagement rationnel de la ressource

* Centre d'Études du Machinisme Agricole du Génie Rural des Eaux et Forêts (CEMAGREF)
3 quai Chauveau, 69009 LYON
Tél : 78 83 49 48

Recherche appliquée et appui technologique aux administrations et services publics à la plupart des activités liées à l'agriculture et en particulier la qualité de l'eau.

* Compagnie Nationale du Rhône (CNR)
2 rue André Bonin, 69316 Lyon Cedex 04 - Tél : 72 00 69 69
Concessionnaire de l'aménagement du Rhône français pour la production d'électricité, la navigation et les utilisations agricoles de l'eau.

* Conseil Supérieur de la Pêche (CSP) Délégation Régionale
285 rue du 4 Août, 69100 Villeurbanne
Tél : 78 84 48 89
Gestion de la Pêche dans les régions de Bourgogne-Franche Comté et Rhône-Alpes.

* Electricité de France (EDF)
- Groupe Régional de Production Hydraulique "Alpes"
BP 43 38040 Grenoble Cédex
Tél : 76 48 84 44
- Région d'Équipement Alpes Lyon
BP 1034 - 73010 Chambéry - Tél : 79 75 60 60
Conception, réalisation et exploitation des ouvrages hydroélectriques.

* Institut de Limnologie - Institut National de la Recherche Agronomique (INRA)
BP 11 - 74203 Thonon les Bains Cédex - Tél : 50 71 49 55
Étude et gestion des lacs et plans d'eau en relation avec leur bassin versant

* Parc National de la Vanoise (PNV)
135 rue du Dr Julliard, 73000 Chambéry - Tél : 79 62 30 54

* Service Régional d'Aménagement des Eaux (SRAE)
- SRAE Rhône-Alpes

3 quai Chauveau, 69009 Lyon
Tél : 78 83 88 77

- SRAE Franche Comté
BP 951 - 25021 Besançon Cedex
Tél : 81 80 52 99

Suivi de la qualité des eaux superficielles - Chimie - Hydrobiologie - Gestion du réseau hydrométrique - Hydrogéologie - Eaux souterraines - Karst - Aménagements hydrauliques agricoles - Assainissement.

* Station d'Études Hydrobiologiques du Lac du Bourget
200 avenue du petit Port 73100 Aix les Bains
Tél : 79 61 08 22

Sensibilisation des particuliers à l'environnement - Organisation d'activités liées à la protection et à la gestion des milieux aquatiques naturels - Création de l'Aquarium du Lac du Bourget.

* Université de Savoie, Laboratoire de Biologie
BP 1104 - 73011 Chambéry Cédex
Tél : 79 69 27 18

Étude de la matière végétale en milieu aquatique stagnant - épuration des eaux par les plantes - Activité globale des biocénoses.

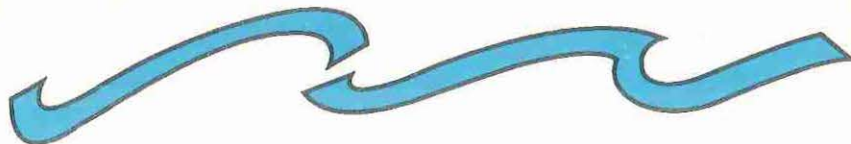
Collectivités territoriales

* Syndicat Intercommunal des Communes Riveraines du Lac d'Annecy (SICRLA)
BP 739 - 74000 Annecy Cédex
Tél : 50 57 15 23

Syndicat à vocations multiples dont les principales sont l'assainissement du lac d'Annecy, le traitement des ordures ménagères par incinération, l'aménagement des rives du bassin versant du lac d'Annecy.

* Syndicat Intercommunal du lac du Bourget
6 rue de Tunis 73100 Aix les Bains
Tél : 79 35 00 51

Assainissement - Eau potable - Urbanisme - Bâtiments publics - Ports - Aménagement de loisirs - Zones d'activités - Transports urbains et scolaires - Établissements scolaires.



Organismes privés et associations

* Fédération des associations de Protection du Lac d'Aiguebelette (FAPLA)
Le Murgerei[®] Naces 73470 Novalaise - Tél : 79 28 70 33
Information, documentation, conseil, animation liés à la protection du lac d'Aiguebelette et de son littoral.

* Institut International de Gestion et de Génie de l'Environnement (IIGGE) - 2 boulevard de la Roche du Roi
BP 128 - 73101 Aix les Bains Cédex - Tél 79 88 20 00
Information, documentation, formation, communication au service des collectivités locales et de tous les autres acteurs de l'environnement.

* SOGREAH,

BP 72 X - 38042 Grenoble Cédex
Tél : 76 33 40 00

Etudes, conseil, maîtrise d'œuvre, ingénierie dans le domaine de l'hydraulique agricole et urbaine, des barrages et aménagements fluviaux.

* Association pour le Développement de l'Aquaculture et de la Pêche en Rhône Alpes (ADAPRA)
(Bureaux au CEMAGREF de Lyon)
Concertation entre les différents partenaires de la profession. Promotion des produits d'eau douce, recherche et développement concernant la production piscicole.

VI- GLOSSAIRE

Autotrophie : (voir eutrophie)

Beine : zone à pente faible, de profondeur telle que l'action des vagues y devienne insensible, en tout cas insuffisante pour y entretenir une érosion sensible, d'étendue variable, en bordure des rives des lacs, et qui se raccorde au fond naturel, vers le large, par un talus à pente raide. Ce phénomène est dû à l'érosion des berges par la houle qui accumule sur ce "plateau" les matières "arrachées" aux bordures (chapitre 21)

Benthos - Benthique : le benthos est l'ensemble des animaux et des plantes qui vivent sur le fond, sur le substrat d'un lac, d'un fleuve ou de l'océan. L'adjectif correspondant est benthique : la faune benthique comprend tous les animaux qui vivent en liaison étroite avec le substrat, au moins pendant une partie de leur cycle de vie

Biomasse : poids de matière vivante par unité de milieu à un instant donné. On peut calculer la biomasse d'une espèce en pesant l'échantillon récolté et en le rapportant à une surface (en général g/m²). Le poids mesuré est plus souvent un poids vif (ou poids frais), mais peut être aussi un poids sec ou un poids de cendres

DBO-DCO : (demande biochimique (DBO) et chimique (DCO) en oxygène).

Les micro-organismes minéralisent la matière organique qui se trouve dans l'eau en consommant de l'oxygène qui y est dissous. Pour une eau donnée on peut mesurer cette consommation naturelle, telle qu'elle aurait lieu en principe in situ : c'est la demande biologique en oxygène total (DBOT). La durée de la mesure peut être très longue. Aussi la limite-t-on généralement à 5 jours. C'est la DBO₅. On peut aussi minéraliser cette matière organique par voie purement chimique en lui fournissant artificiellement de l'oxygène. Le procédé est plus rapide, mais ne mesure pas le même phénomène. On utilise pour cela un oxydant puissant (bichromate de potassium) ; et on mesure l'oxygène qui lui est "empruntée". C'est la DCO.

Les deux méthodes ne permettent que d'estimer la "pollution" organique de l'eau. En effet des phénomènes parasites peuvent perturber les procédés ; la présence de toxiques diminue la DBO, celle de substances minérales réductrices augmente la DCO.

Epilimnion - hypolimnion - métalimnion - thermocline : ce sont des termes qui définissent diverses couches ou niveaux d'un lac thermiquement stratifié (chap. 2.1)

"l'épilimnion est la couche supérieure, chaude, à température quasi constante et à épaisseur variable suivant les saisons (5-15 m)

"l'hypolimnion est la couche inférieure, froide, à température également peu variable. Il se situe suivant les saisons, en-dessous de 15 ou 30 m

"le métalimnion est la couche intermédiaire à température rapidement variable : son épaisseur est de l'ordre de 10 à 15 m

"la thermocline : strictement parlant, est la surface, située à l'intérieur du métalimnion, lieu géométrique des points d'inflexion de la courbe représentative de la température en fonction de la profondeur. Dans la pratique on confond souvent les deux termes : métalimnion et thermocline

Euphotique : (voir Trophogène)

Eutrophie - Hypereutrophie - Mésotrophie - Oligotrophie - Trophie - Ultraoligotrophie - Eutrophisation : d'une racine grecque ayant un rapport avec la "nourriture", on attribue en général au terme trophie deux sens dans le domaine de l'étude des lacs.

Une chaîne, un réseau, un système trophique définit l'ensemble des échelons qui se nourrissent les uns des autres : "le premier chaînon se construit, se "nourrit" en faisant la synthèse de la matière minérale, on dit qu'il est autotrophe ou producteur. C'est le phytoplancton, ou la production primaire ;

"les chaînons suivants se nourrissent de celui qui les précède, ils sont hétérotrophes ou consommateurs. Ce sont le zooplancton et les invertébrés, les poissons, les vertébrés supérieurs, etc...

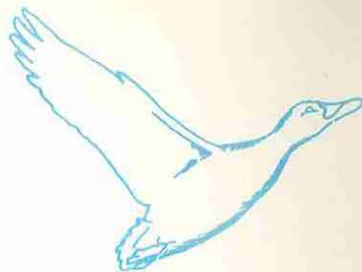
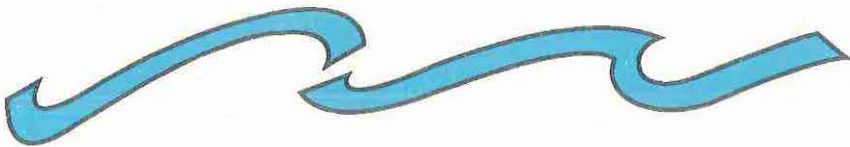
"un état, un niveau trophique définit l'état d'un lac suivant l'utilisation qu'il fait de sa "nourriture" disponible (fertilisants) : phosphore, azote, carbone ; autrement dit en fonction de sa faculté de fabriquer du végétal, de sa productivité. Suivant qu'elle est très faible, faible, moyenne, forte ou très forte, on parle d'ultraoligotrophie, d'oligotrophie, de mésotrophie, d'eutrophie, d'hypereutrophie. Lorsqu'un lac passe d'un degré inférieur à un degré supérieur, on dit qu'il s'eutrophise, qu'il y a eutrophisation.

Hétérotrophie : (voir Eutrophie)

Hypereutrophie : (voir Eutrophie)

Hypolimnion : (voir Epilimnion)

Kjeldahl (Azote) : du nom du chimiste qui a mis au point le procédé. Désigne une méthode d'analyse de certaines formes de l'azote réduit (azote organique et ammoniacal) ou ces formes elles-mêmes.



Lénitique - Lotique : une zone lénitique (ou lentique) dans un cours d'eau correspond à un faciès où la vitesse du courant est faible ou nulle. Ce terme s'oppose à lotique qui définit une zone à courant rapide.

Limnologie - Limnologue - Limnologique : la limnologie est la science qui étudie les lacs ; le limnologue, celui qui en fait sa spécialité ; l'adjectif limnologique s'applique à tout ce qui a trait à cette science.

Limnophile - Rhéophile : le terme de limnophile s'applique aux organismes qui ont tendance à préférer les zones calmes, lénitiques. S'oppose à rhéophile qui définit ceux que recherchent les milieux lotiques.

Lotique : (voir Lénitique)

Macrophytes - Microphytes : les macrophytes désignent la végétation aquatique à enracinement, donc localisée dans les zones à faible profondeur. En général de grande taille, d'où le préfixe "macro", par opposition aux algues, végétation aquatique non enracinée et de taille plus ou moins microscopique, ou microphytes.

Mésologie - Mésologique : concernent la science du milieu au sens large.

Mésotrophie : (voir Eutrophie)

Monomictique : caractéristiques courantes des lacs des zones tempérées comme la France (par exemple : le Lac du Bourget) qui ne se stratifient qu'une fois l'an, en été (on dit monomictiques chauds) et ne se mélangent qu'une fois en hiver. Si le climat est plus rigoureux, que le lac gèle fortement et durablement, il y a deux périodes de mélange, au printemps et à l'automne, et deux de stratification, en été et en hiver ; le lac est dit dimictique.

MST - MD :

*les matières sèches totales (MST) mesurent la concentration (en mg/l par exemple) de la totalité des éléments, en suspension ou dissous, contenus dans l'eau. C'est ce qui reste après séchage, évaporation de l'eau.

*les matières décantables (MD), en général affectées d'un temps, assez souvent 2 h, représentent le volume (en ml/l par exemple) des matières en suspension contenues dans l'eau et qui ont décanté dans le temps donné.

Necton : organismes vivants dans l'eau, s'y déplaçant à leur gré, et capables de résister aux courants (les poissons par exemple).

Pélagique : s'applique à un phénomène, à un organisme de pleine eau. S'oppose à benthique.

Photosynthèse : production par les végétaux verts (supérieurs ou inférieurs, algues par ex.) de substances organiques à partir de substances minérales (eau, gaz carbonique, azote, phosphore...) grâce aux pigments chlorophylliens utilisant l'énergie lumineuse. Ce processus dégage de l'oxygène, d'où sursaturation élevée en oxygène dans les zones à forte production primaire.

Potamique : se rapporte aux eaux courantes, synonyme en quelque sorte de lotique.

Oligotrophie : (voir Eutrophie)

Phytoplancton - Plancton - Zooplancton : Le plancton désigne les organismes vivants de pleine eau, sans enracinement et dont les moyens de déplacement propres sont nuls ou limités. Ils peuvent être végétaux, c'est le phytoplancton ou animaux, c'est le zooplancton.

Plancton : (voir phytoplancton)

Taxon - Taxonomique : le taxon est l'unité systématique de détermination des organismes étudiés. Si par exemple le niveau de détermination choisi est l'espèce, le genre, la famille, etc., et qu'on ait trouvé x espèces, genres ou familles, on dit qu'on a trouvé x taxons. L'adjectif taxonomique s'applique à ce qui concerne les taxons.

Rhéophile : (voir Limnophile)

Thermocline : (voir Epilimnion)

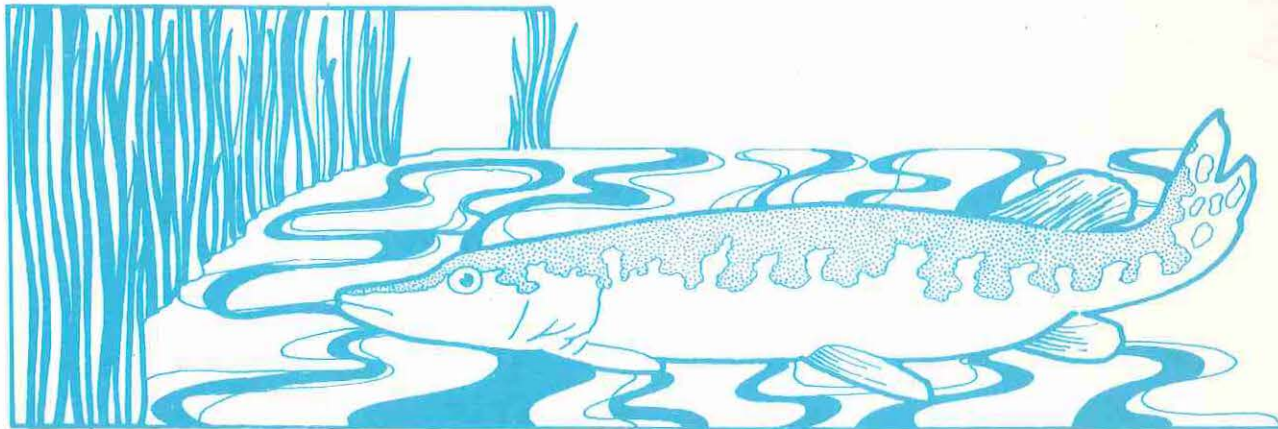
Trophie : (voir Eutrophie)

Trophogène : définit la couche lacustre où se réalise la production primaire par consommation de fertilisants (voir Eutrophie). Cette production étant liée à la présence de lumière solaire (voir Photosynthèse), on appelle aussi "euphotique" la zone où elle se produit, zone de surface plus ou moins confondue avec l'épilimnion.

Tropholytique : définit à l'inverse la couche profonde, l'hypolimnion en général, où, en dehors de tout éclairage solaire, se décompose et se minéralise la matière organique. Ce processus consomme de l'oxygène, d'où une sous-saturation assez commune dans ces zones.

Ultra-oligotrophie : (voir Eutrophie)

Zooplancton : (voir Phytoplancton)



Coordination technique : Frédéric Bonhoure - Tél. 79.88.20.00
Réalisation : François Aulas - Tél. 79.25.25.58
Graphismes : Isabelle Buylaere - Tél. 79.85.41.88
Mise en pages Micro-Edition : Editions GAP - Tél : 79.33.02.70
Imprimerie : Arc-Isère - Tél : 79.84.30.76
Photo de couverture : Lac du Bourget (cliché CGE)

ISBN N° 2.907347.09.8

Dépôt légal 4^e trimestre 1988

A qui s'adresse ce document ?

Non seulement à l' élu local qui rêve de créer un plan d'eau sur sa commune, ou à son voisin qui a bien du mal à gérer le sien, mais aussi à un public varié: l'industriel riverain d'un lac ou implanté sur son bassin versant, le pêcheur professionnel ou amateur, le navigateur de plaisance, l'aménageur, l'économiste, le responsable du tourisme et ses clients, ou, pourquoi pas, le promeneur solitaire ...

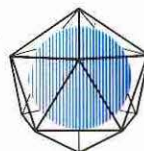
Si l'ouvrage ne peut guère enrichir ses connaissances dans son domaine de prédilection, le lecteur sera cependant confronté, tout au long des chapitres à d'autres préoccupations que les siennes, à des approches différentes mais tout aussi légitimes de la vie d'un lac, de ses usages.

De là naitra, c'est notre espoir, une perception globale de l'environnement lacustre, indispensable préalable à une harmonie entre le souci de préservation des uns et la volonté de développer des autres.

Le groupe de travail de l'IIGGE



agence de bassin
rhône-méditerranée-corse
31, rue Jules Guesde
69310 Pierre Bénite
Tél : 72.39.48.48



Institut International de Gestion et
de Génie de l'Environnement
BP 128 - 73101 Aix-les-Bains Cédex
Tél : 79.88.20.00