

Conclusion sur l'état du peuplement pisciaire du lac de Paladru en 2005-06

La mise en œuvre du protocole d'échantillonnage standardisé au moyen de filets verticaux et araignées multimailles a fait ressortir un peuplement moyennement dense, dont l'état apparaît en cours de restauration. Au niveau des campagnes automnales, les différences observées ne peuvent être imputées aux simples distinctions des protocoles d'échantillonnage.

Les rendements de pêche mesurés sont en progression nette à très nette pour toutes les espèces majoritaires et électives de ce plan d'eau, corégone, gardon, brochet et perche. Malgré tout, pour d'autres espèces comme l'omble chevalier ou la truite lacustre, ce phénomène d'amélioration se traduit par une abondance encore limitée. Enfin d'autres espèces ont refait une apparition comme l'ablette ou le rotengle. Cependant en la matière, il ne faut pas occulter l'influence des efforts des gestionnaires du lac en matière de repeuplement et soutien des populations.

Cette politique de soutien massif des principales populations peut avoir des effets indésirables comme l'installation, a priori récente, de la brème bordelière. En revanche, la capture de chabot, qui reste certes symbolique au plan numérique, peut être le signe tangible du retour d'une bonne qualité générale de la strate benthique dans l'épi- et le métalimnion lacustre.

La qualité de l'eau et du milieu aquatique (lac, marais connexes et affluents) ne sont probablement pas encore suffisantes pour permettre l'accomplissement systématique des cycles biologiques de toutes les espèces (brochet, omble chevalier) : un doute subsiste quant à la capacité du système à mettre en place un peuplement qualitativement et quantitativement conforme à son potentiel de production. L'examen des autres paramètres descriptifs de l'état du peuplement piscicole ont permis de mettre en évidence successivement un rapport prédateurs/proies assez déséquilibré en défaveur des prédateurs. Cet état de fait peut contraindre certains d'entre eux comme le brochet à se tourner vers une ressource comme le corégone ou encore l'omble.

La distribution spatiale mise en évidence reflète assez fidèlement l'état mesuré de la qualité physico-chimique et biologique du milieu, à savoir, une désaffection des espèces sensibles, comme l'omble chevalier puis le corégone, pour la partie inférieure de la strate hypolimnétique en fin de période de stratification mais plus probablement dès le milieu du mois d'août. Les strates profondes du lac, déficitaires en oxygène, ne sont plus fréquentées jusqu'au nouvel épisode de mélange des eaux, en général durant le mois de novembre. La zone littorale est peu fréquentée par le poisson, ce qui peut être un signe de l'état fonctionnel de compartiment (artificialisation de l'interface eau-sol, état des roselières, variations de niveau).

IV.5 Etat des populations

L'état des populations sera apprécié au travers tout d'abord de l'examen de la distribution en classes de taille et d'âges pour le cas où cela a pu être réalisé (histogrammes) puis des coefficients de conditions des poissons capturés. Le coefficient de condition K traduit l'état général, l'embonpoint du poisson, il est donné par la formule :

$$K = 100 \text{ m} \times L^3$$

Avec : m = masse en g.
 L = taille en cm.

A partir des résultats des campagnes automnales et après sélection des individus adultes, les valeurs moyennes des coefficients de conditions, assorties d'un intervalle de confiance au risque de 5% des principales espèces de poissons du lac de Paladru sont récapitulées dans le tableau 17.

Par ailleurs, l'abondance (ind. et gr./1000 m² filets verticaux) de chacune des espèces est représentée par une côte sur une échelle de 1 à 5. Les limites de classes d'abondances ont été calculées en utilisant la moyenne des abondances d'une part numériques et d'autres part pondérales de chaque espèce observées sur un ensemble de 86 campagnes de pêche en application du protocole filets verticaux – cf. annexe 4 -. La classe d'abondance finale de chaque espèce est définie en retenant le minimum de sa classe numérique et pondérale.

IV.5.1. Les salmonidés

IV.5.1.1. L'omble chevalier - cf. fig. 12 -

Il semble que la première tentative d'acclimatation de l'omble chevalier date de 1923 (arch. AAPPM) et ait été effectuée sur les conseils de Léger. Cet auteur indiquait sur sa carte piscicole du département de l'Isère, datant des années 40, cette espèce comme présente au lac.

L'ensemble du cycle biologique de l'omble se déroule en milieu lacustre, la reproduction se situant à partir du mois de novembre, sur des fonds pierreux plus ou moins grossiers propres (soit du fait de courants sous-lacustres, soit du fait de l'influence de sources situées à proximité). Une fois les œufs déposés, l'incubation dure environ 400±50°C-j. Au lac de Paladru, Million répertoriait trois ombrières notoirement connues : Les sites de Collent et du Plâtre à Paladru, le tombant situé sous le hameau de Petit Billeu. Les déversements annuels empêchent tout diagnostic quant à l'existence d'un recrutement naturel, d'autant plus que différents stades peuvent être introduits la même année, brouillant par ce fait d'éventuelles conclusions sur la survie de telle ou telle cohorte déversée durant les exercices précédents.

Abondance générale de la population

Les densités constatées demeurent quelle que soit l'unité retenue, très faibles et probablement en de-ça de la capacité d'accueil du lac de Paladru, en effet que ce soit en densité volumique (0,8 ind./1000 m² de filet) ou par séquence (1,3 ind./séquence ou EGC) soit une côte d'abondance de 1 sur une échelle de 1 à 5, les effectifs restent donc modestes et demeurent assez stables d'une campagne à l'autre.

- En 1989-90, cette espèce n'avait pu être capturée, mais il faut préciser qu'aucun soutien de la population n'était pratiqué alors. En comparaison, le résultat actuel pourrait donc témoigner d'une amélioration sensible de la capacité d'accueil pour l'omble : en l'occurrence, il s'agirait clairement du maintien d'une couche suffisamment oxygénée dans l'hypolimnion pour que ce salmonidé puisse survivre de façon durable.

- L'échantillon contrôlé ne comporte qu'un unique sujet de taille capturable à chaque campagne. Il semble par ailleurs constitué de sujets de deux classes d'âge (2 et 3 étés) en automne, alors qu'au printemps un juvénile a été repris. Aucun alevin ou adulte maillé (30 à 32 cm) n'a été capturé : Pour ces derniers, soit l'impact de la pêche est fort et s'exerce rapidement, soit la survie est très moyenne.

Etat du recrutement

Le recrutement naturel ou provenant des estivaux et/ou alevins déversés auparavant semble très bas : aucun alevin de la cohorte annuelle n'a été capturé : en l'état de la gestion piscicole, le diagnostic sur la fonctionnalité de la population d'omble est quasi impossible, il serait donc pertinent de mettre en place une gestion assez claire pour répondre à d'éventuelles questions sur cette thématique.

Distribution spatiale

Quelle que soit la saison, les ombles capturés demeurent dans la strate hypolimnique où la teneur en oxygène dissous est voisine de 5 à 6 mg/l, mais pas au niveau des grandes profondeurs du lac. Ils se cantonnent au niveau des pôles intermédiaires (Cmed et Cmin), voire au pied des talus (Tsup) au printemps.

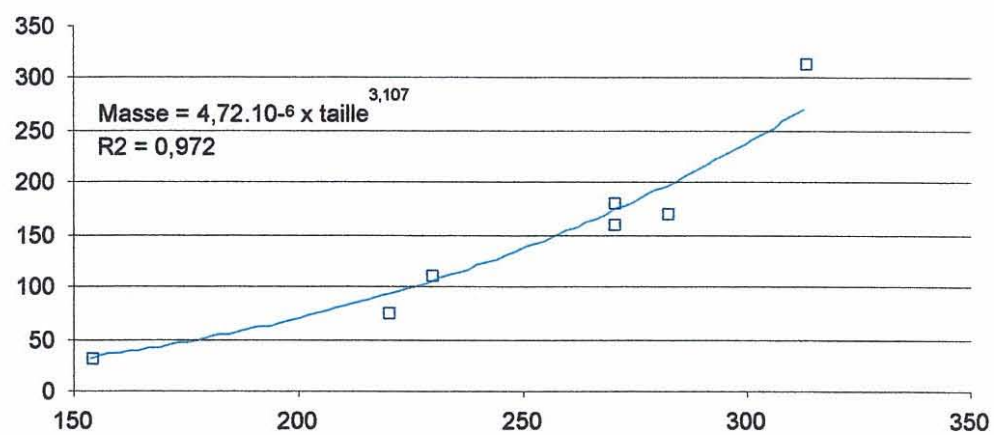
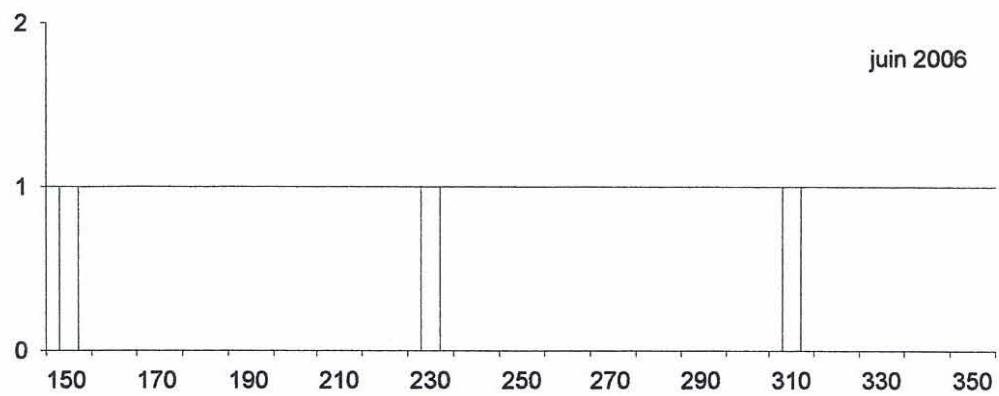
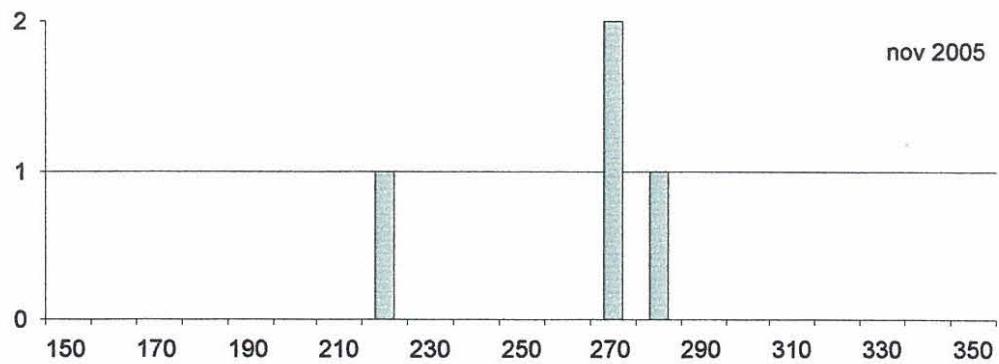


Fig. 12 :
histogrammes taille-fréquence pour l'omble chevalier
courbe taille-poids

IV.5.1.2. La truite fario

Au contraire de l'omble chevalier, la truite se reproduit dans les tributaires des lacs et l'abondance de cette espèce reflète, au travers de son cycle biologique, la fonctionnalité de l'ensemble «lac-affluent». Ici, la migration n'est possible que dans le ruisseau de Courbon, où des zones de reproduction existent au niveau du marais de la Véronnière et en amont du seuil limnimétrique. Sur le ruisseau du Pin, la migration de montaison est très rapidement bloquée par les ouvrages routiers et les digues des étangs situés en amont du CD50.

Abondance générale de la population et état du recrutement

Une seule truite, de forme lacustre a été capturée au mois de novembre 2005 sur le talus inférieur dans le secteur de Paladru (classe d'abondance de 0,1, simple présence statistique). Le rapprochement vers le ruisseau de Courbon n'est pas encore constaté à cette date (10/11), les migrations s'effectuant plutôt courant décembre en fonction de l'hydrologie des tributaires.

En matière de recrutement, il faut mentionner qu'à deux reprises, des inventaires piscicoles par pêche électrique (station identique, située en aval direct du seuil limnigraphique) ont été pratiqués sur le Courbon (1999 et 2006, CSP Lyon) et qu'à ces occasions des densités très importantes d'alevins de l'année importantes (745 ind./1000 m² en mai 06 – cf. ann.7 -) ont été mesurées. En revanche, les densités de juvéniles et d'adultes sont nulles à très faibles sur cette station, corroborant une hypothèse d'origine lacustre des sujets capturés. En effet, la dévalaison s'opère entre la fin du premier et du second été et les géniteurs ne demeurent pas très longtemps sur les sites de reproduction, d'où l'intérêt d'évaluer voire améliorer la capacité d'accueil pour ces juvéniles.

Enfin, le fait que la population du lac de Paladru ne repose que sur un site unique de reproduction la fragilise considérablement, car le recrutement est dépendant de la qualité de l'affluent en question.

IV.5.2. Le corégone - cf. figs. 13 et 1 (a à d) et tab. 17 -

La date précise de l'introduction de cette espèce reste incertaine mais est probablement plus tardive que celle de l'omble au lac de Paladru : il n'est en effet pas signalé par Léger. Le corégone est l'espèce la plus prélevée ici, aussi fait-elle l'objet de déversements réguliers à chaque printemps (au stade larvaire) par les gestionnaires du plan d'eau (provenance = lac d'Aiguebelette, 73, - cf. tab. 2 -). La majeure partie du cycle biologique du corégone se déroule dans la masse d'eau, à l'exception de la reproduction et du développement qui se produit en fin d'année (novembre-décembre suivant les conditions) sur la zone littorale, sur des substrats minéraux plus ou moins grossiers (graviers à galets).

Au lac de Paladru, la constance des déversements nous empêche, malgré les constats réguliers (depuis 2002) de frai sur plusieurs sites identifiés de la zone littorale dont le principal est la rive Sud-Ouest (le long du mur du CD50) de statuer sur la réussite de la reproduction et de l'incubation des œufs. Il faut par ailleurs souligner que la réussite de reproduction de cette espèce est, du fait de la localisation des sites de ponte, aléatoire et fonction des fluctuations du niveau du lac durant la période d'incubation (de décembre à mars).

A titre d'exemple, durant la période la plus probable de fraie (décembre) le niveau du lac est relativement stable (fluctuation sur le mois en général de 0,20m) à niveau haut (de l'ordre de 0,1 à l'échelle en 2003) ou bas (de l'ordre de -1,4 en 2006) : cette différence de niveau du plan d'eau a certainement un impact sur la superficie de la zone favorable à la dépose des œufs, d'autant plus que la pente locale de cette zone est élevée.

A contrario, durant la période d'incubation, le niveau du plan d'eau est plus fluctuant, de 0,32 m à 0,67 m selon les années. Citons le début de l'année 2003, où le lac a accusé une baisse quasi continue sur trois mois, de 0,62 m. En de telles circonstances, le devenir des œufs déposés est probablement compromis.

Abondance générale de la population

Celle-ci est moyenne au lac de Paladru en valeur absolue (16,6 ind./séquence et 94 ind./1000 m², classe d'abondance 2) en automne. En comparaison à d'autres situations jugées référentielles pour cette espèce (pour des lacs et des saisons comparables, comme Chalain (39), Laffrey (38) ou Aiguebelette (73)), elle apparaît en retrait et pouvant témoigner d'un dysfonctionnement probablement à relier soit à la désoxygénation persistante des fonds du lac qui limite la production de cette espèce, (restriction de l'espace disponible, de la macrofaune benthique), soit à la réussite aléatoire de la reproduction naturelle, soit à une synergie négative de ces deux facteurs limitant.

Toutefois la situation observée à l'occasion de nos campagnes de pêche s'avère significativement meilleure que celle mise en évidence en septembre 1989 alors que la mise en charge pratiquée à l'époque était supérieure (2050 larves/ha contre 1150 aujourd'hui) : ce dernier point renforce l'hypothèse d'une amélioration assez sensible de la situation de cette espèce. En outre, les échantillons récoltés sont sensiblement différents : en 2006, 4 classes d'âge sont présentes contre seulement 3 initialement ; par ailleurs les cohortes de chaque classe d'âge sont mieux représentées.

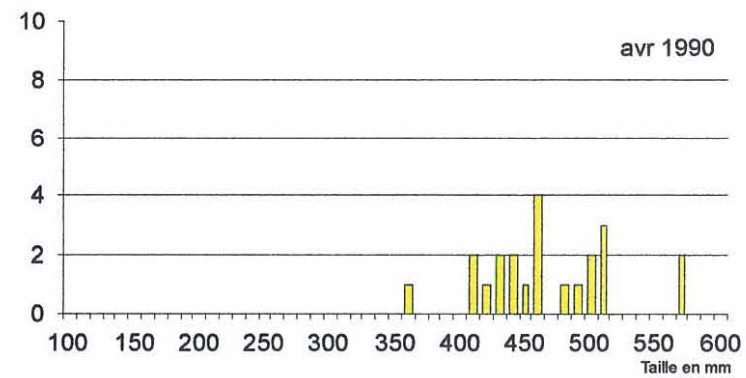
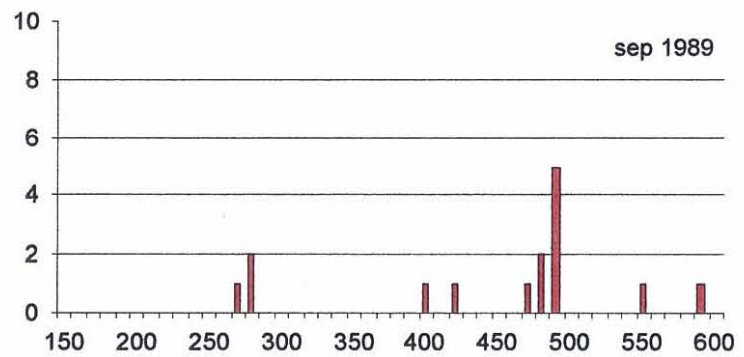
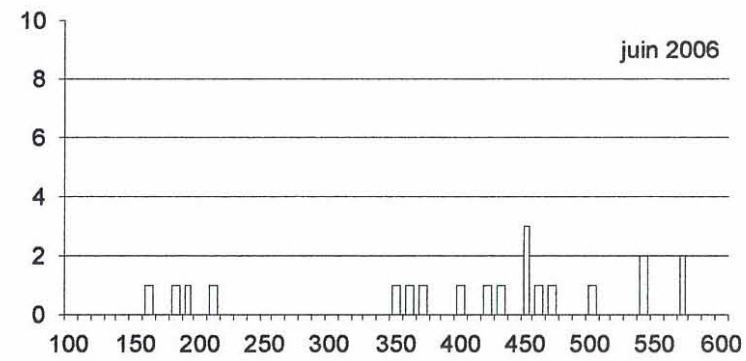
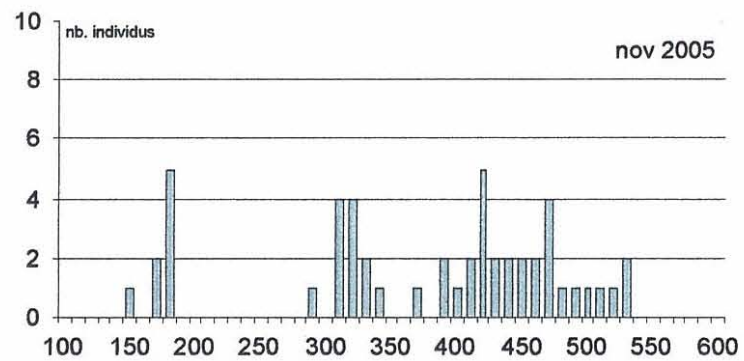
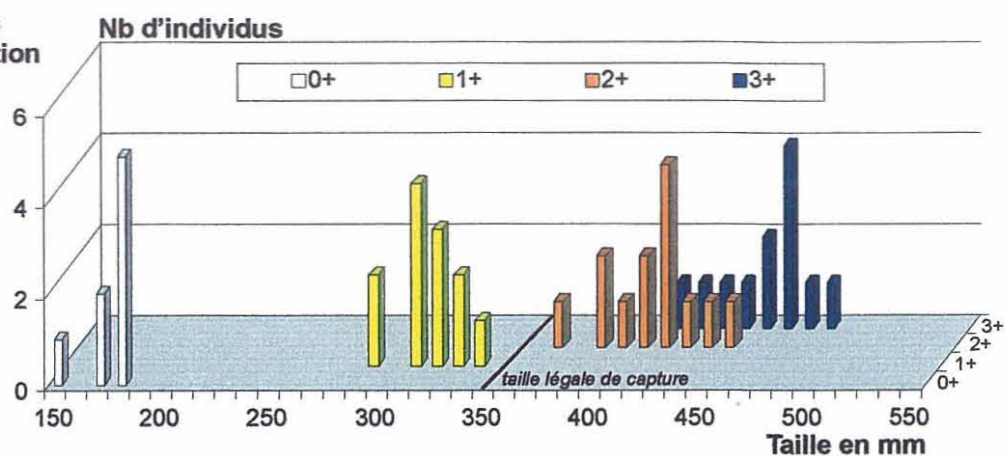


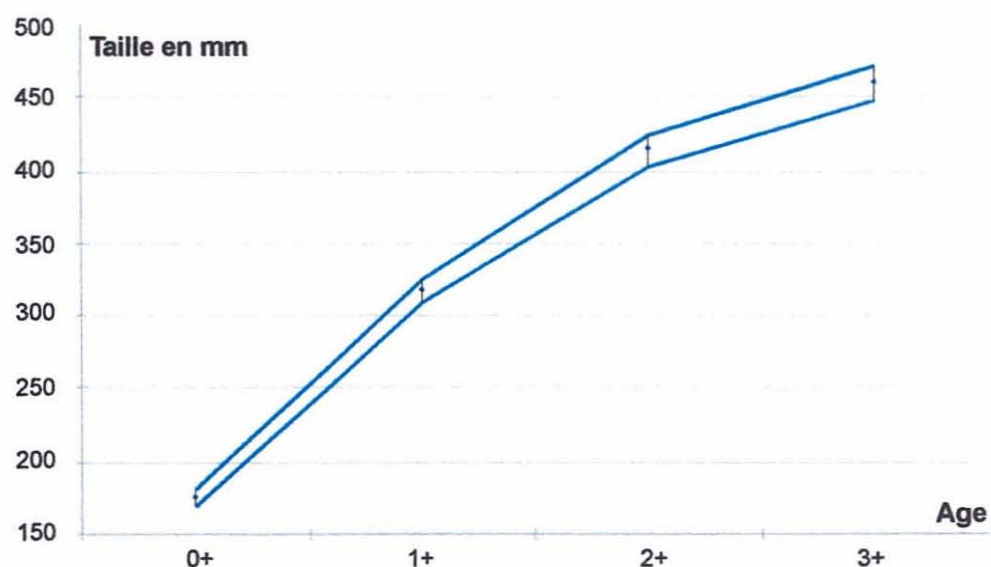
Fig. 13 : histogrammes taille-fréquence pour le corégone

Fig. 14 : caractéristiques principales de la population de corégones du lac de Paladru

a: distribution des différentes classes d'âge dans l'échantillon récolté.



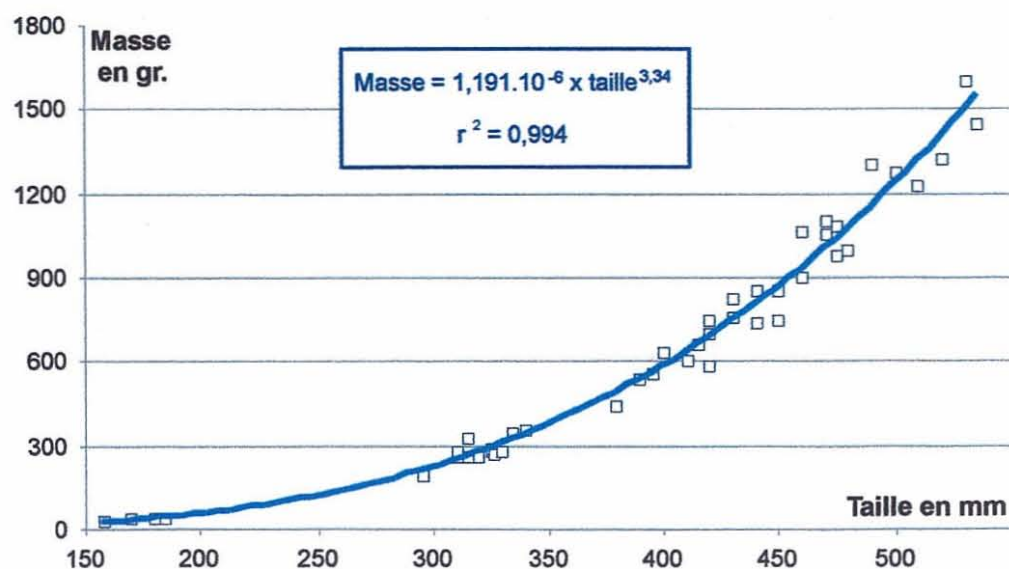
b: tailles moyennes (assorties d'un intervalle de confiance à 95%) des différentes classes d'âge.



c: sexe-ratio pour les classes d'âge les plus représentées.

Âge	Femelles	Males	Total
1+	2	7	9
2+	8	5	13
3+	5	7	12
Total	15	19	34

d: courbe taille-poids.



Etat du recrutement

Les déversements réalisés de 2003 à 2005 ont été d'une part conséquents (cf. tab. 2) et d'autre part constants quantitativement. Aussi l'effectif des sujets de l'année, capturés en novembre 2005 n'est pas très important :

- d'une part, cela pose la question du devenir des larves introduites chaque année au printemps,
- d'autre part, l'hypothèse d'une perturbation de la reproduction naturelle apparaît confortée,

En revanche, la survie des individus de l'année semble meilleure qu'en 1989-90, puisque cette cohorte a pu être reprise en juin 2006 : ce n'était pas le cas, il y a 15 ans. En ce qui concerne l'abondance globale des sujets de taille capturable (0.35 m), ceux-ci sont apparemment plus abondants aujourd'hui.

Croissance et conditions des corégones - cf. figs. 14 a et b -

L'analyse des écailles prélevées sur l'ensemble des individus pêchés confirme que la croissance des corégones est rapide au lac de Paladru, les poissons atteignent la taille légale de capture au cours de leur troisième été, c'est-à-dire que certains d'entre eux peuvent être capturés avant de s'être reproduit une fois ; cela pose la question de l'adéquation de cette mesure de protection avec la situation actuelle du lac.

Bien qu'une légère baisse soit constatée, les calculs des coefficients individuels de condition sur les corégones âgés de 3 et 4 ans ne montrent pas de différence significative entre les années 1989-90 et 2005-06.

Distribution spatiale

En automne, les corégones ne fréquentent que les pôles pélagiques avec une préférence assez marquée pour la zone la plus profonde (Cmax) et se positionnent entre la surface et -20 m la majorité des individus ayant été capturés entre 10 et 20 m. Cela implique que certains supportent des températures assez élevées pour l'espèce, de l'ordre de 14 à 16 °C (entre 10 et 15 m).

Au mois de juin, le constat est assez similaire avec une fréquentation préférentielles des pôles centraux.

Par ailleurs, en terme de distribution, les corégones se situent dans des gammes de température et d'oxygène respectivement comprises entre 15 et 6°C et 7 et 4 mg/l O₂ dissous (entre surface et -25 m). Observons par ailleurs qu'en automne, la tranche située aux alentours de 10 m, où prévaut une sursaturation en oxygène dissous, est moins fréquentée par cette espèce.

Rappelons que le constat effectué lors de la campagne du mois de juin doit être relativisé, du fait d'une météorologie particulière qui a pu modifier le processus de stratification en cours et influencer sur la distribution verticale des poissons et donc du corégone.

IV.5.3. La perche - cf. fig. 15 et tab. 17 -

La perche a la particularité de ne pas fractionner la ponte de ses œufs. Cependant la reproduction de l'ensemble des géniteurs d'une même population peut s'étaler dans le temps et dépend des conditions d'environnement. En général, la ponte peut intervenir dans une gamme de température comprise entre 9 et 13°C (Gillet, 2001), soit courant mai au lac de Paladru et les femelles déposent leurs œufs en rubans sur des supports variés, depuis les branchages immergés, les hydrophytes, jusqu'aux blocs assez grossiers.

La pêche de cette espèce est très prisée au lac de Paladru et ce carnassier est la seule espèce pêchée qui ne fait l'objet d'aucun soutien direct, même si des supports de fraye sont mis en place : il s'agit de branches d'épicéa et de piquets installés verticalement au niveau de la rupture entre les zones littorale et sublittorale, sur lesquels les perches viennent déposer leurs rubans d'œufs. En conséquence, sa reproduction est avérée et compte tenu de profondeur de reproduction, la réussite de celle-ci est peu dépendante du battement du niveau du lac au début du printemps (en général en avril).

Abondance générale de la population

L'abondance constatée de la perche est moyenne au lac de Paladru (côte d'abondance de 3), cependant l'affectation de cette côte est grevée par l'abondance numérique. En automne, saison propice à la capture de l'espèce, 148 individus ont été capturés (28 ind./1000 m² ou 49,7 ind./séquence), appartenant à 4 ou plus probablement 5 classes d'âge. En revanche, au printemps, l'échantillon est plus disparate, mais la mobilité des perches a probablement été altérée par la météorologie particulière.

Etat du recrutement

En automne, des alevins de l'année ont été capturés mais en abondance assez modérée, très certainement inférieure au potentiel de production d'un lac naturel comme Paladru. En effet, l'abondance de la cohorte

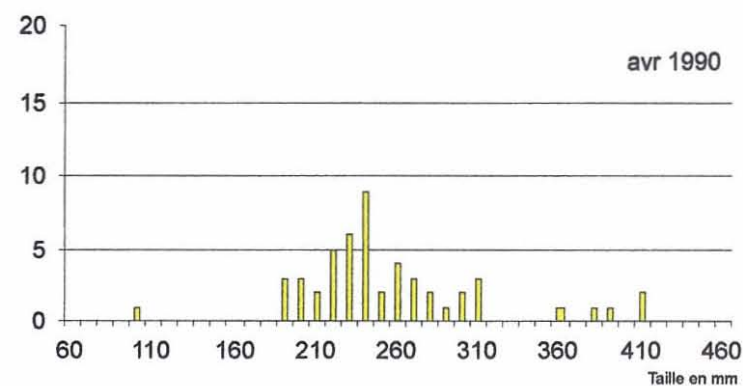
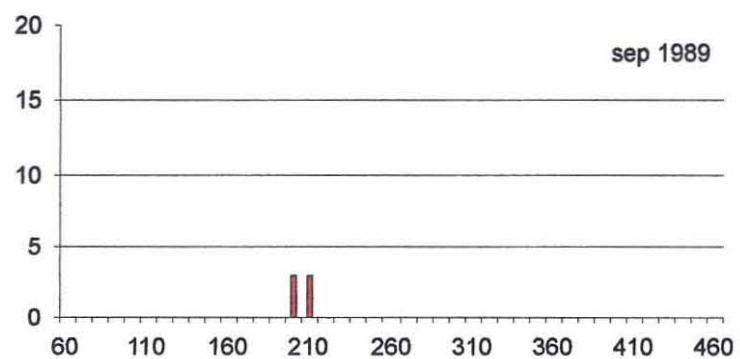
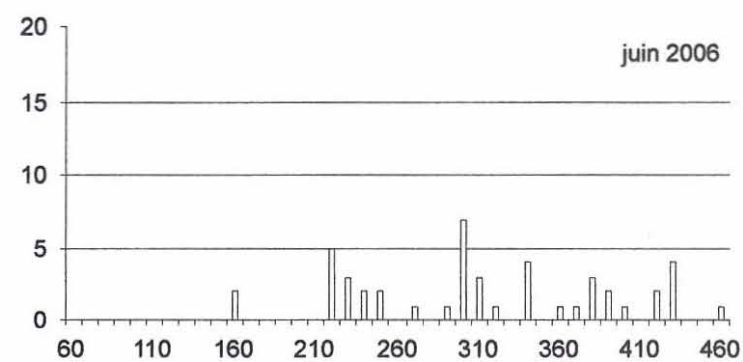
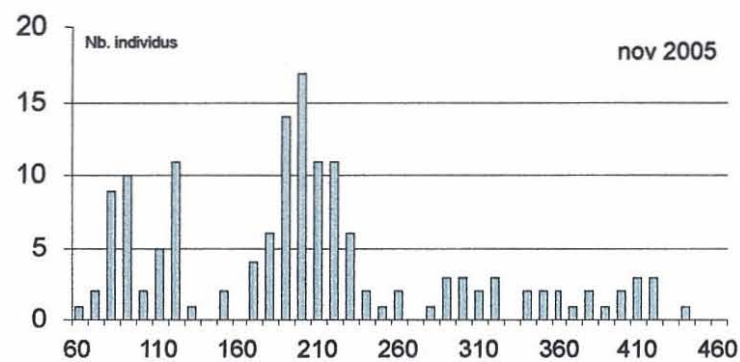
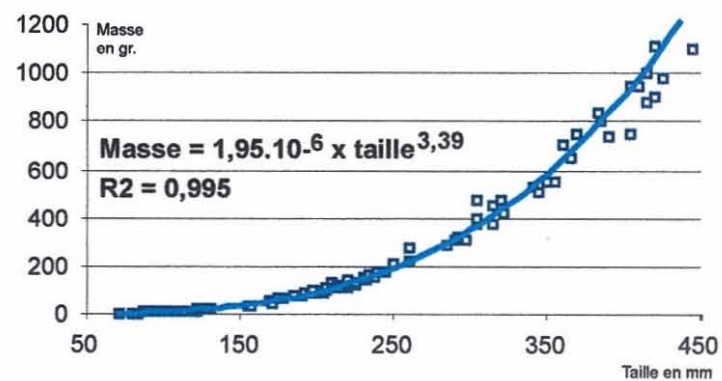


Fig. 15 :
histogrammes taille-fréquence pour la perche
courbe taille-poids



automnale des sujets âgés de deux étés, plus forte que celle des sujets plus jeunes, indique que le recrutement peut être nettement plus élevé : il est fréquemment observé de fortes fluctuations annuelles des cohortes de perchettes et plusieurs facteurs peuvent expliquer ces fluctuations : variations du niveau du lac au moment de la reproduction/incubation, abondance et disponibilité de la ressource alimentaire, parasitoses...

Néanmoins, l'abondance des perches adultes, résultat final du cycle biologique, demeure acceptable ce qui tendrait à montrer que le système parvient à atténuer les effets des fluctuations constatées sur les cohortes d'alevins et juvéniles, même si, répétons-le l'abondance globale de la population reste en de-ça du potentiel d'un tel plan d'eau.

Distribution spatiale automnale

Les perches fréquentent typiquement la partie inférieure des talus (Tsup et Tinf) et l'hypolimnion de la zone centrale (Cmin) tout en se maintenant dans une tranche correctement oxygénée. Sur la zone littorale, les perches se cantonnent au niveau d'habitats offrant des abris comme les hydrophytes à feuilles immergées (Lhyi) pour les juvéniles ou les branchages (Lbra) pour les poissons les plus âgés.

IV.5.4. Le brochet – cf. fig. 16 -

Le brochet, prédateur situé au sommet de la chaîne alimentaire des plans d'eau, est un poisson prisé par les pêcheurs du lac de Paladru d'autant qu'un nombre notable de sujets de grande taille ($L_t > 1\text{m}$) sont capturés chaque année.

Compte tenu des températures observées au lac de Paladru, la reproduction du brochet intervient dans le courant du mois d'avril. A cette période, le niveau du lac peut suivre une évolution très favorable comme en 2005 ou 2006 mais le niveau haut assurant l'envolement du principal marais connexe au lac, la Véronnière, n'est pas garanti (exemple de l'année 2004, avec un niveau bas à -0,9 m et assez constant). Certaines années, une baisse a même pu être observée (cas de l'année 2003) : les conditions satisfaisantes de la reproduction du brochet n'interviennent pas systématiquement au lac de Paladru.

Abondance générale de la population

L'abondance du brochet est moyenne à Paladru (1,7 ind./1000 m² ou 3 ind./séquence, côte de 2), cette situation automnale est significativement différente de celle mesurée en 1989 bien que l'échantillonnage initial ait été réalisé en septembre, époque probable de moindre mobilité pour cette espèce. Le potentiel observé au travers de l'abondance automnale pour 10 batteries est fort pour le brochet à Paladru, mais comme nous l'avons dit au paragraphe § IV.3.3, les proies semblent déficitaires dans ce plan d'eau et supposé au § IV.5.3, les fluctuations, naturelles où non de la population de perche, en sont probablement une illustration. Dans ces conditions, les grands brochets sont peut-être contraints de se tourner, à certaines périodes, vers d'autres proies comme les jeunes corégones voire les ombles, induisant alors un impact sur l'abondance de ces deux autres populations.

Etat du recrutement

Le recrutement apparaît assez nettement relié au niveau du lac de Paladru, assez correct en 2005 si l'on se réfère à l'évolution printannière. En revanche, l'abondance des sujets de 3 étés, nés en 2003 semble déficitaire, phénomène à relier à l'évolution défavorable du printemps 2003. Les déversements annuels d'un nombre important d'alevins auto- produits par l'AAPPMA vient encore une fois masquer les effets du recrutement naturel et les hypothèses ci-dessus.

Distribution spatiale

Le brochet fréquente tous les compartiments du plan d'eau : dans les zones centrale et sublittorale, ils se situent parmi les bancs de perchettes et jeunes gardons et sur la zone littorale, les juvéniles sont cantonnés dans les hydrophytes immergés où de passage sur les habitats de transition (galets et fonds nus).

IV.5.5. Les cyprinidés

IV.5.5.1 Le gardon - cf. fig. 17 et tab. 17 -

Le gardon est le cyprinidé dominant du lac de Paladru. Un certain nombre de fagots ensemencés, provenant du lac de Laffrey, sont mis en place (≈ 120) et sont destinés à conforter cette population. Sur la base d'une hypothèse de reproduction du gardon à compter d'une température de surface dépassant 15°C (Gillet, 2001), la fraye annuelle du gardon intervient à la fin mai – début juin selon les années. D'autre part, l'espèce est réputée pour son ubiquité quant aux substrats-soutiens sur lesquels elle dépose ses œufs mais aussi pour se maintenir dans la zone superficielle du lac : la réussite s'avère donc très fortement soumise à l'importance et à la rapidité des fluctuations des niveaux du lac.

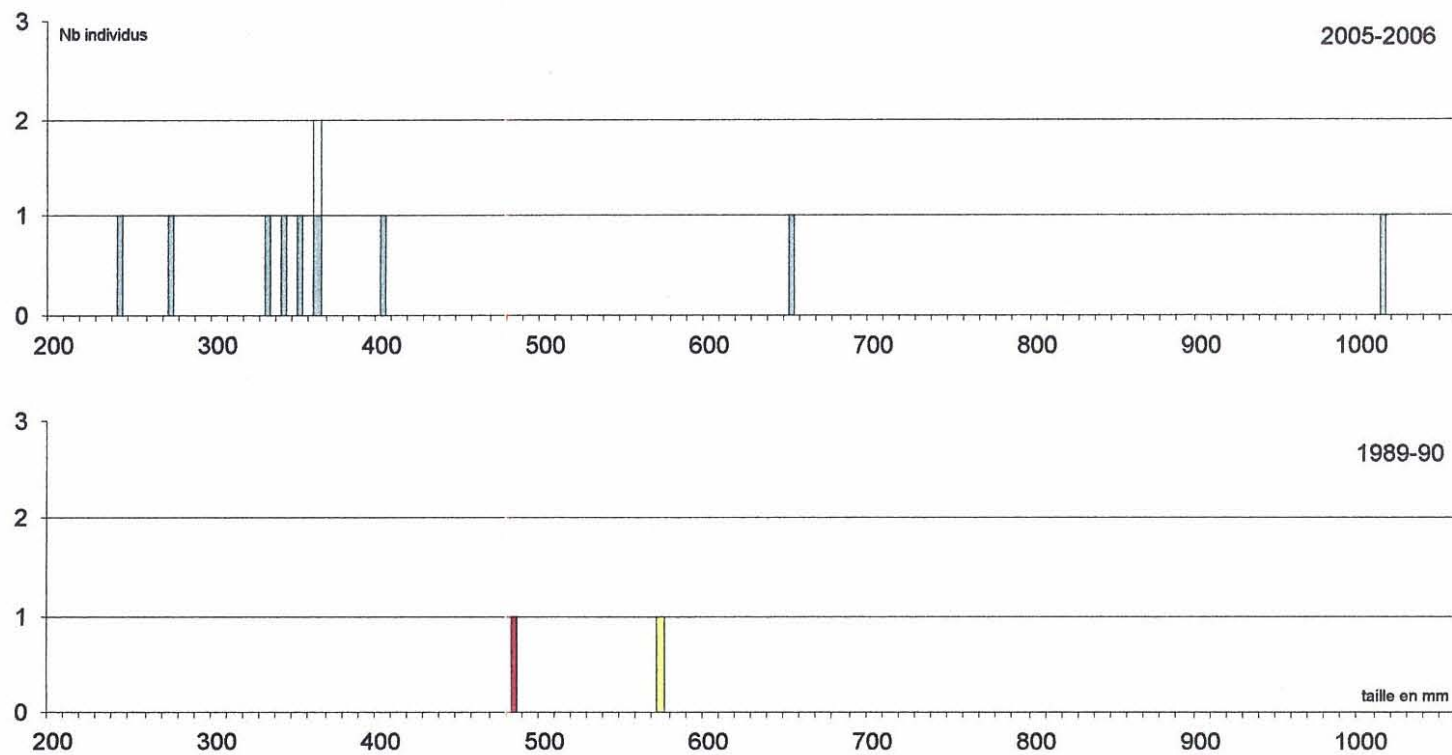
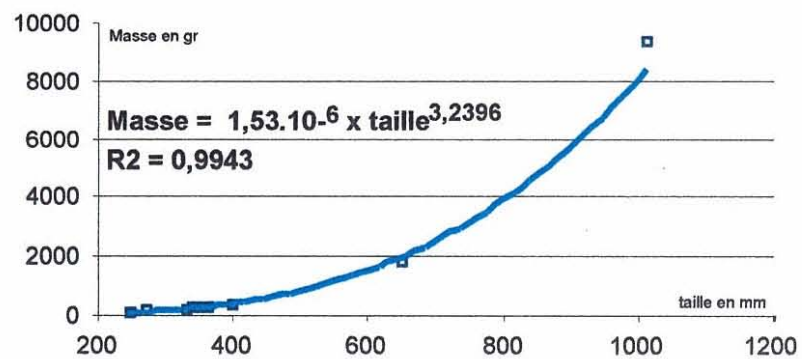


Fig. 16 :
histogrammes taille-fréquence pour le brochet
courbe taille-poids



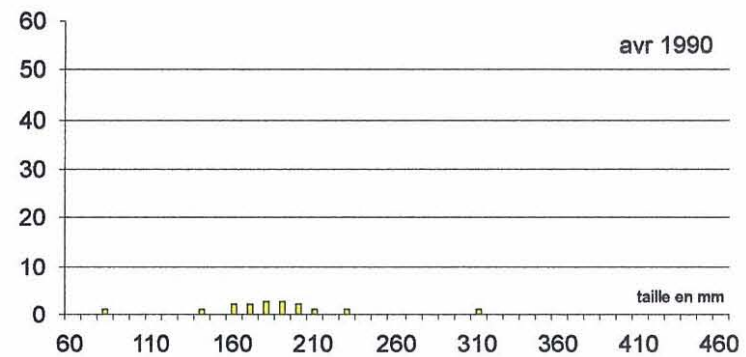
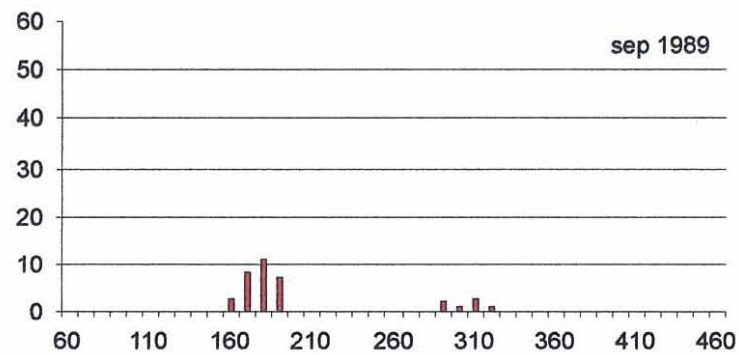
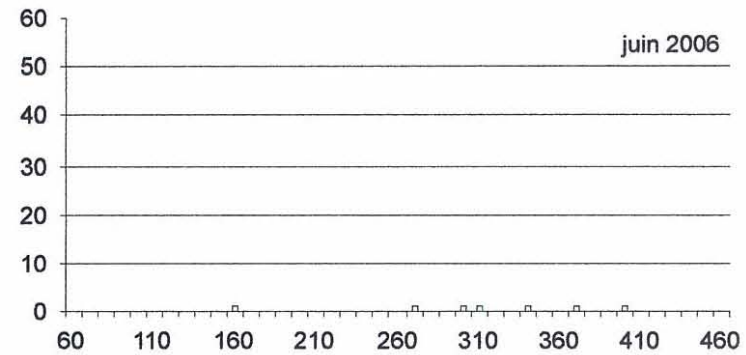
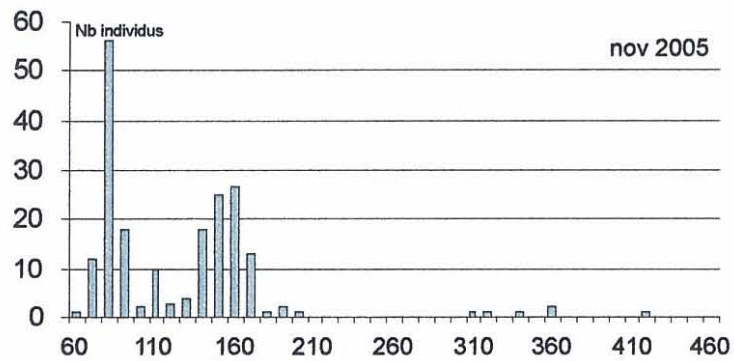
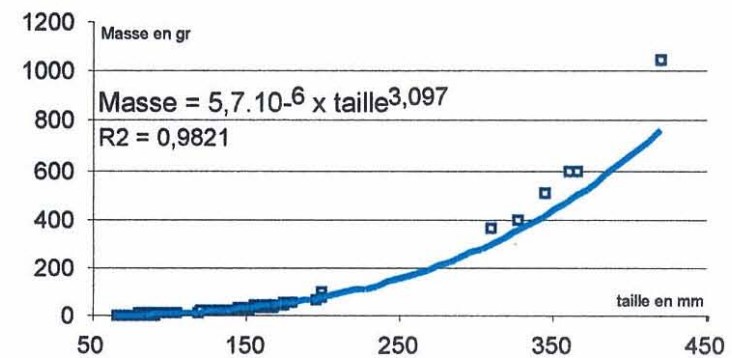


Fig. 17 :
histogrammes taille-fréquence pour le gardon
courbe taille-poids



Abondance générale de la population et état du recrutement

A Paladru, l'abondance du gardon peut être qualifiée de faible à moyenne (côte d'abondance de 2), ce qui repose la question de la ressource trophique vis-à-vis des prédateurs ichtyophages (brochet, grosses perches et truite de lac).

On peut observer, dans l'échantillon automnal, l'absence totale des sujets nés en 2003, année où sur la période de reproduction du gardon, le niveau du lac a accusé une baisse ininterrompue de 0,4 m, ce qui a certainement affecté la survie des œufs déposés dans les très faibles profondeurs de la zone littorale. L'apport de fagots d'œufs, prodigué en cette année 2003 (mais aussi les autres années) amène légitimement à se poser la question de l'efficacité et de la pertinence de ce type d'action.

Les cohortes des alevins de l'année 2005 et de juvéniles (2 étés, poissons nés en 2004, année à niveau bas mais stable à l'époque de la reproduction), bien que présentes, sont faiblement abondantes et témoignent d'une survie correcte entre le 1^{er} et le second été. Compte tenu des conditions particulières d'échantillonnage en juin 2006, cette bonne capacité de survie n'a pu être confirmée pour les alevins de l'année au sortir de l'hiver.

Distribution spatiale automnale

Le gardon fréquente indifféremment l'ensemble des compartiments du plan d'eau avec cependant une préférence assez marquée pour la zone sublittorale où on peut l'observer sur toute la colonne d'eau. Dans la zone pélagique, il occupe l'épi- et le métalimnion (jusqu'à 15 m sous la surface). Sur la zone littorale, il n'y a pas de distinction possible entre les différents pôles d'attraction pour ce qui est de l'abondance du gardon.

Condition des poissons

Pour cette espèce, les moyennes des coefficients de conditions ne s'avèrent pas significativement différentes sur les campagnes automnales de 2005 et 1989.

IV.5.5.2 La brème commune - cf. fig. 18 -

Seuls quelques adultes ont été capturés, 2 à l'automne et 1 au printemps. De ce fait, l'abondance de la brème est classée au niveau de la simple présence statistique (classe 0,1) à Paladru. La brème est suffisamment ubiquiste pour se satisfaire de n'importe lequel des substrats supports présents sur la zone littorale du lac pour y déposer ses œufs. Sa population peut aussi être soutenue de façon indirecte via les importations d'autres cyprinidés, au stade de tout venant comme l'ablette, ou au stade d'œufs dans les fagots de gardons.

Les grandes brèmes ont été capturées dans les strates superficielles des zones centrale et sublittorale. A noter que cette espèce peut fréquenter, temporairement, des zones anoxiques.

Il conviendrait de prélever ces poissons, surtout quant ils sont de grande taille, car, par exemple, aux tailles où nous les avons capturés, ils n'ont plus de prédateurs.

IV.5.5.3 Le chevesne - cf. fig. 19 et tab. 17 -

La présence de cette espèce était déjà signalée par Léger (1940). Le chevesne affectionne normalement plutôt les cours d'eau de niveaux typologiques médians (B4-5) à haut (B9). Cependant il se développe bien dans les plans d'eau naturels ou artificiels. Il se reproduit, au printemps, sur les éléments minéraux (galets, petits blocs) indifféremment sur la zone littorale ou dans les cours d'eau, affluents de ces lacs. Il s'agit d'une espèce ubiquiste et polluo-résistante.

A l'occasion d'une opération de piégeage de géniteurs de truite lacustre dans le Courbon (CSP, 1999), un chevesne adulte avait d'ailleurs été capturé.

Le chevesne présente des abondances, numérique et pondérale, stables à un niveau faible (classe 1 à 2) au lac de Paladru. Cependant, la situation mesurée en 2005-06 semble témoigner d'une augmentation sensible de l'abondance du chevesne, ce qui est peut-être à rapprocher de l'apparition, dans l'intervalle de temps, de l'écrevisse américaine (*Orconectes limosus*) dont le chevesne est un grand prédateur.

En automne, tous les chevesnes sont situés sur les habitats de la zone littorale tout comme en juin, ils peuvent s'écarter jusque dans la partie médiane du talus peu profond (Tinf). Au printemps, la capture d'individus plus jeunes tend à confirmer la réalité du cycle biologique du chevesne à Paladru.

IV.5.5.4. L'ablette - cf. fig. 20 a -

L'ablette est un cyprinidé de taille moyenne, réputé pour son affinité pélagique assez marquée. Poisson fourrage par excellence, il fait l'objet à Paladru, d'introduction répétées à chaque printemps depuis au moins le mois de

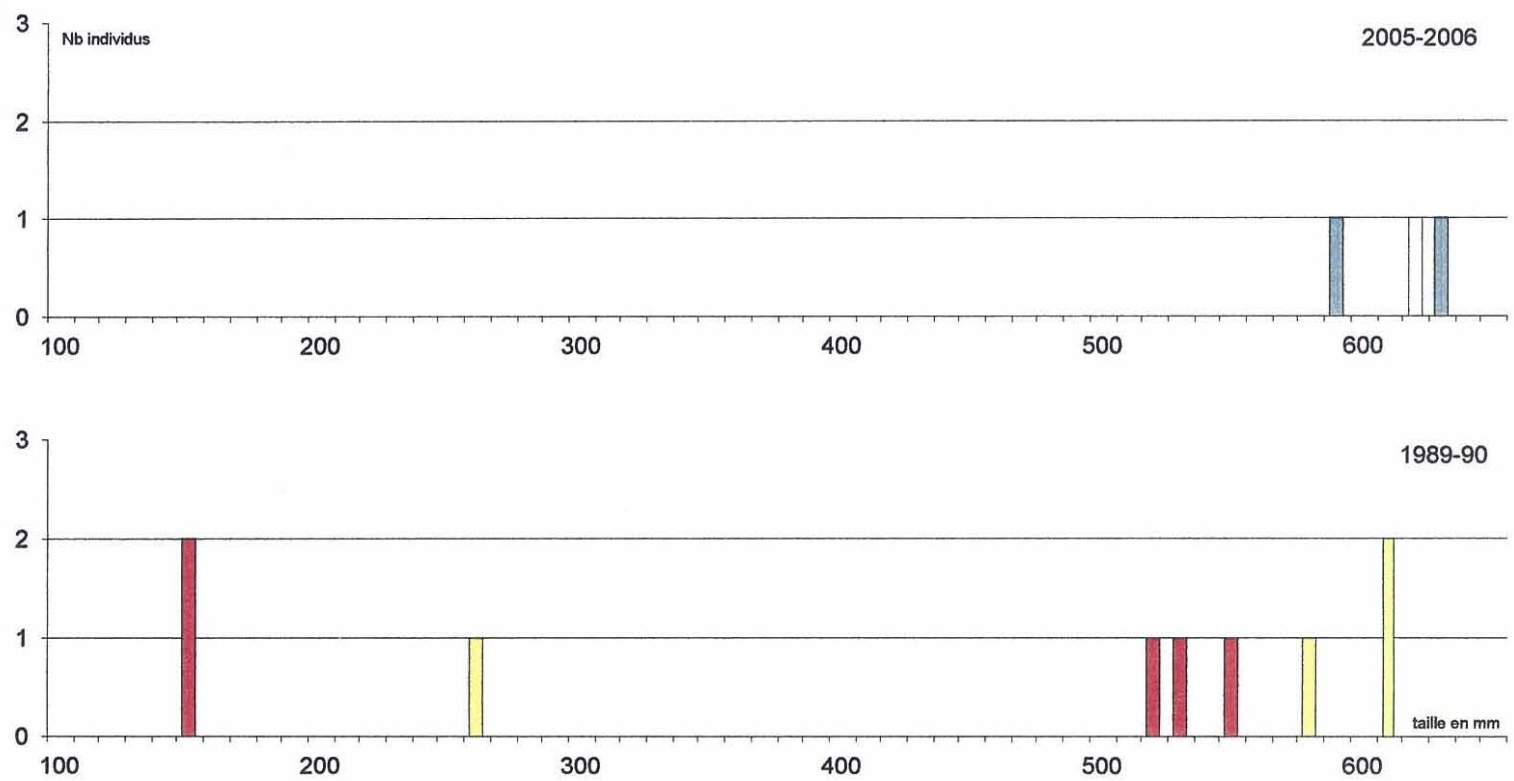


Fig. 18 : histogrammes taille-fréquence pour la brème commune

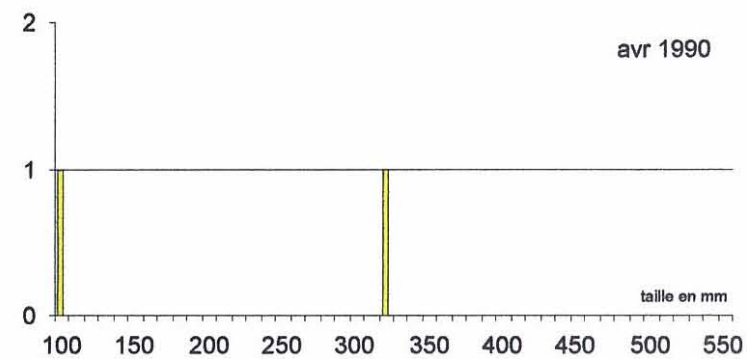
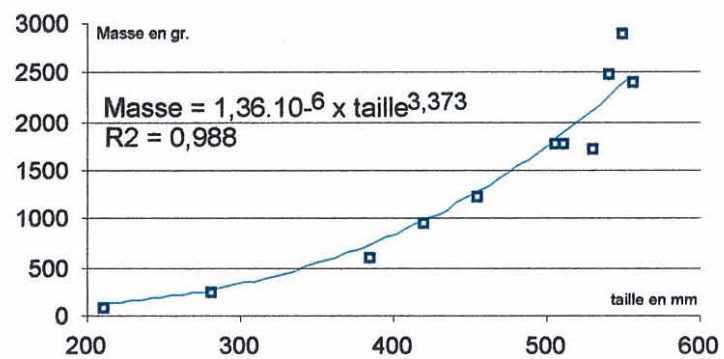
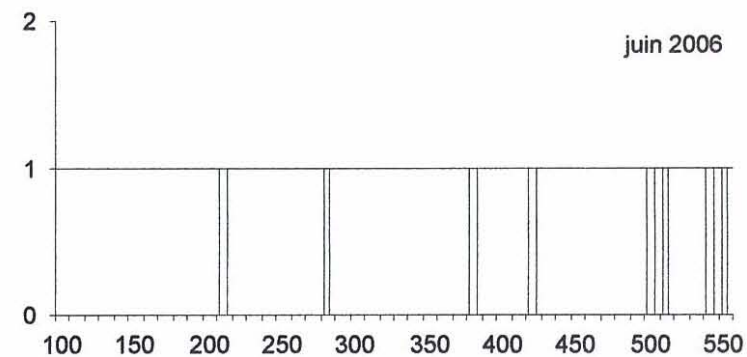
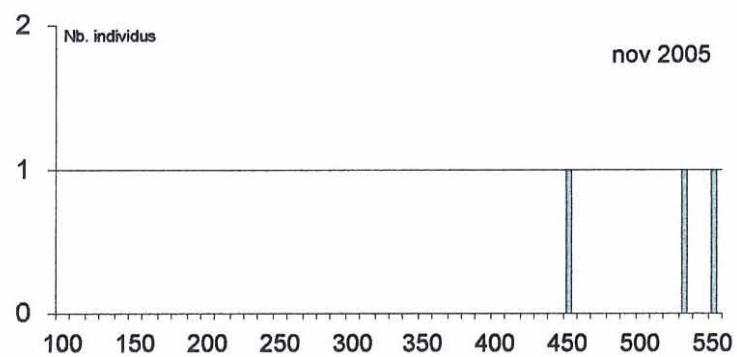


Fig. 19 : histogrammes taille-fréquence et courbe taille-poids pour le chevesne

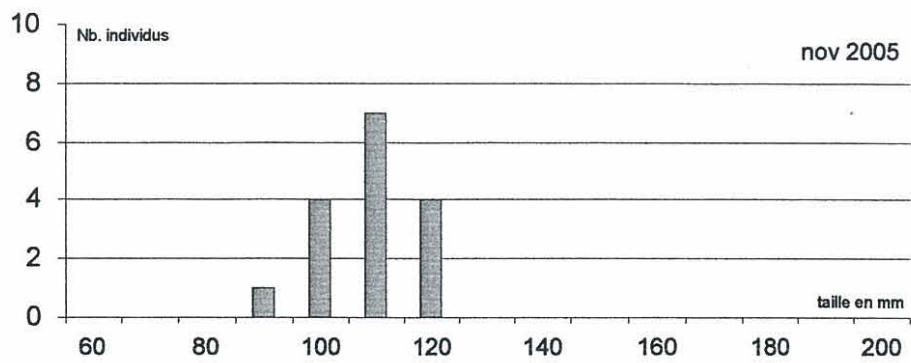


Fig 20 a : histogramme taille - fréquence pour l'ablette

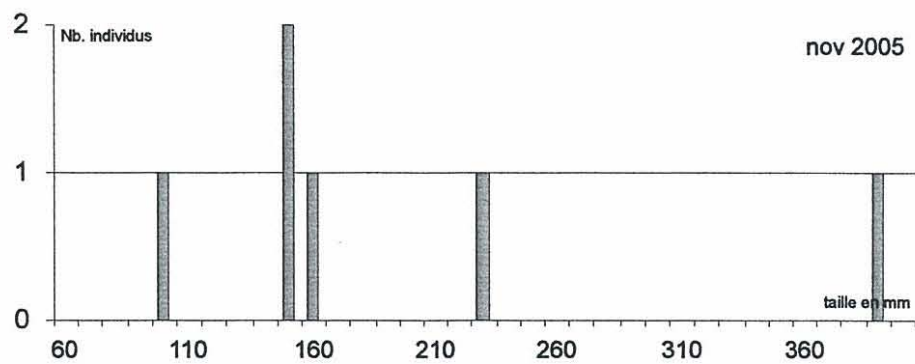


Fig 20 b : histogramme taille - fréquence pour le rotengle

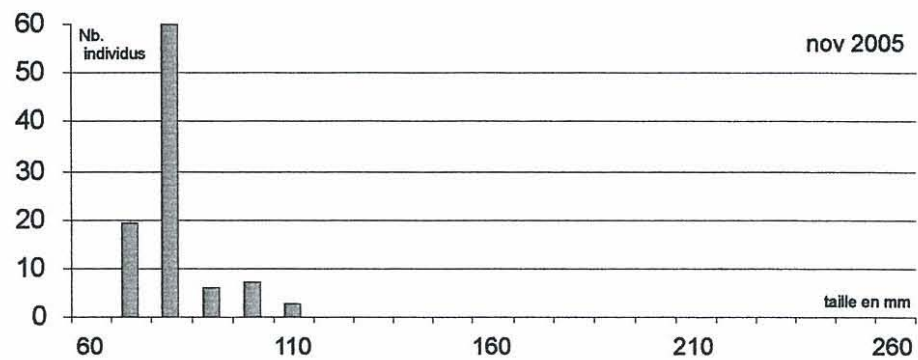


Fig 20 c : histogramme taille - fréquence pour la brème bordelière

mai 2003. Ce cyprinidé avait déjà fait l'objet d'introductions au début des années 80 (1978 à 1983) mais n'avait pas pour autant été capturé en 1989-90.

Cependant, malgré le caractère constant de ce soutien, l'échantillon que nous avons pu capturer n'est, a priori, composé que d'une classe d'âge unique. L'effort de soutien mis en œuvre par l'AAPPMA de Paladru, n'est pas parvenu, pour l'instant, à ré-enclencher, le déroulement d'un cycle biologique pour cette espèce.

De fait, l'abondance mesurée de l'ablette demeure au niveau de la simple présence statistique (classe 0,1) à Paladru. Spatialement, les ablettes se situent sur la partie peu profonde de la pleine eau (Cmin) et sur la zone sublittorale (notamment Tsup).

IV.5.5. Le rotengle - cf. fig. 20 b -

Pour ce cyprinidé à affinité littorale marquée, en particulier pour les habitats denses, voire offrant un couvert (type Lhyf) ou encore la stricte surface des pôles sublittoraux ou centraux, l'abondance constatée à Paladru est très faible (simple présence statistique, 0,1).

Pour autant, l'échantillon récolté est composé de trois classes d'âge, avec des juvéniles, attestant de la possibilité du cycle biologique de cette espèce : l'abondance de l'espèce est donc probablement réglée par d'autres facteurs, comme le faible développement de la zone littorale et des habitats, qu'affectionne cette espèce à Paladru.

IV.5.5. La brème bordelière - cf. fig. 20 c -

C'est la première signalisation de l'espèce au lac de Paladru. Seuls des juvéniles ont été capturés en effectif abondant (classe numérique 4), mais la biomasse échantillonnée est très faible (classe pondérale 1). Il est probable que cette présence soit la conséquence d'une introduction involontaire (dans un lot d'ablettes, de fagots de gardon) et sa pérennité dans le milieu naturel n'est pas à ce jour, confirmée.

Si les gestionnaires et utilisateurs du plan d'eau souhaitent limiter ou entraver le développement de cette espèce, il convient de conseiller aux pêcheurs de conserver systématiquement les individus pêchés.

IV.5.6. La carpe commune

Déjà signalée par Léger, la carpe commune n'a été reprise qu'en un exemplaire unique, à proximité de la confluence du Courbon, sa reproduction est pourtant probable, bien qu'elle aussi soit probablement liée au niveau du lac de Paladru. L'abondance constatée demeure faible (classe 1), est voisine de celle qui avait été mesurée en 1990.

Des déversements de carpeaux sont réalisés depuis 2005 et l'étaient de 1986 à 1991, ce qui peut expliquer le rendement supérieur observé en 1990.

IV.5.7. La tanche

Bien que faisant l'objet de déversements réguliers, aucune tanche n'a été reprise en 2005-06. Cette espèce dont l'abondance reste souvent confidentielle dans les résultats d'échantillonnage au moyen de filets est très certainement présente au lac de Paladru.

IV.5.6. Le chabot – cf. fig. 21 -

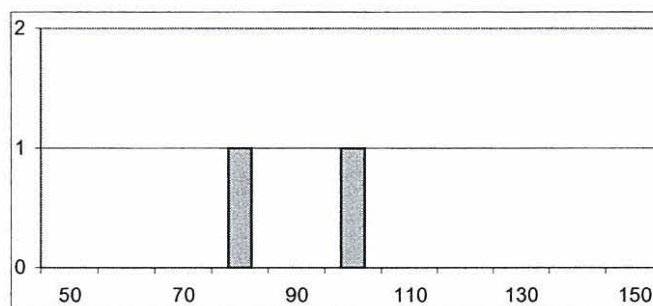


Fig. 21 : histogramme taille fréquence pour le chabot

Le chabot est une espèce rhéophile qui affectionne les eaux fraîches et oxygénées. Peu mobile il se maintient dans les anfractuosités ménagées entre les blocs et galets. Il ne fait l'objet d'aucune manipulation par les gestionnaires de la pêche.

Il est très rarement signalé en plan d'eau, quelques individus ont été capturés dans les retenues de Monteynard (38) ou Vaufray (25) en application du même protocole d'échantillonnage où bien encore à Annecy (ONEMA, 2007). Cependant pour ces milieux, sa présence est connue dans les tributaires principaux, respectivement, le Drac, le Doubs ou l'Eau Morte.

Dans le cas du lac de Paladru, les inventaires réalisés dans le Courbon n'ont pas permis de mettre en évidence sa présence à l'amont direct du lac et s'il était présent à l'amont des étangs du Pin, sa dévalaison apparaîtrait très compromise.

Néanmoins ces deux individus capturés en automne 2005, au niveau de la strate benthique du talus profond (Tsup) sont un signe encourageant pour la qualité des fonds lacustres.

Année	Espèce	nombre	moyenne	écart-type	int. 95%
septembre 1989	COR	12	0,989	0,079	0,045
	GAR	7	1,159	0,179	0,133
novembre 2005	CHE	3	1,399	0,307	0,347
	COR	27	0,966	0,079	0,030
	GAR	6	1,254	0,093	0,075
	PER	19	1,333	0,112	0,050

Tab. 17 : coefficients moyens de conditions de quelques espèces de poissons du lac de Paladru

IV.6. Eléments de statistique halieutique au lac de Paladru – cf. figs. 22 à 24 et tab.18 -

Des statistiques halieutiques concernant le lac de Paladru sont en place depuis 2001. Les premières données recueillies ne permettaient pas de calculer des CPUE (captures par unité d'effort) qui autorisent des comparaisons inter-annuelles plus fiables, ce qui est aujourd'hui possible aussi, nous focaliserons nous sur les trois dernières années précédant notre étude, soit 2003 à 2005.

Le tableau 17, ci-après, décrit l'effort de pêche (nombre de sorties et temps de pêche) et récapitule mensuellement pour les espèces suivies, brochet, corégone, omble et truite, les effectifs prélevés de 2003 à 2005. Plus globalement, l'examen des exportations annuelles – cf. fig. 22 - fait ressortir par ailleurs des fluctuations assez marquées :

- pour le corégone, une croissance continue de 2001 à 2004, puis une année nettement plus basse, alors que les efforts de gestion sont restés assez stables de 1999 jusqu'en 2005.
- pour le brochet, un niveau de base assez stable mais avec une année hors de la moyenne, 2003, certains carnets cette année apparaissant assez douteux,
- pour l'omble chevalier, une baisse continue de 2001 à 2003, suivie de deux années sensiblement meilleures,
- pour la truite lacustre, un niveau de capture régulièrement en baisse de 2001 à 2004, suivie d'une année 2005, non représentative au niveau des captures. En effet, ce niveau de capture correspond à un déversement lui-aussi exceptionnel réalisé avant l'ouverture de la pêche, 92 % des poissons ayant été repris courant mars.

Pour le **corégone**, les CPUE calculées annuellement sont moyennes (0,38 +/- 0,02 ind/h à 0,43 +/- 0,02), traduisant un bon potentiel de production pour cette espèce. La CPUE de l'année 2004 apparaît significativement supérieure à celles des années précédente et suivante.

Au niveau des fluctuations mensuelles, les CPUE (moyennes des CPUE individuelles, regroupées par mois) n'indiquent pas de tendance évolutive stable au cours de la saison de pêche, en effet, les mois d'avril et mai, s'ils totalisent en général les 2/3 de l'exportation annuelle n'affichent pas des CPUE supérieures aux autres mois de l'année en cours ; la pratique de la pêche amateur y est simplement plus intense.

Le mois de juin 2004 semble assez atypique, en effet alors que le nombre de sorties a été moindre que notamment juillet, la CPUE moyenne est très élevée, bien qu'assortie d'un intervalle de confiance très large. En général, le mois de juin correspond à une phase de transition pour le corégone qui change de régime alimentaire en fin de printemps, les éclosions se tarissant ; il se tourne vers le zooplancton, faisant momentanément baisser le rendement de la pêche, comme c'est le cas, plus classiquement en 2003.

Les fins de saison de pêche affichent elles aussi des tendances assez contradictoires d'une année à l'autre. Si l'on se réfère aux structures en taille de la population exportée – cf. annexes 4 a à c –, on remarquera que l'exploitation s'opère toujours aux dépens de trois à quatre classes d'âge et par ailleurs que la capture de sujets de grande tailles (Lt > 55 cm) est systématique.

Pour l'**omble chevalier**, les CPUE vont en croissant de 2003 à 2005, cette tendance n'étant pas similaire à celle de l'exportation globale en 2004 et 2005. Au sujet des exportations, celles-ci ramenées à l'hectare de plan d'eau, sont, au lac de Paladru, inférieures à celles observées au lac de Laffrey (CSP, 2006). En terme de CPUE, les

Tab. 17 : récapitulatif des statistiques halieutiques de l'AAPPMA de Paladru pour la période 2003-05

	Mois	mar	avr	mai	juin	juil	aou	sept	oct	nov	déc	TOTAL	Nb sorties avec déclaration	Rendement moyen de pêche (ind./h)	Ecart type	Intervalle de conf. à 95 %
Temps de pêche	2003	683	2242	1726	257	335	560	509	267	156	22	6755				
	2004	292	2128	2277	447	979	792	571	150	63		7696				
	2005	340	1428	1189	418	556	816	335	135	55	9	5279				
Nombre de sorties	2003	123	385	277	60	83	143	100	51	33	4	1259				
	2004	59	407	401	97	216	177	116	33	12		1518				
	2005	83	267	211	88	125	176	81	32	12	2	1077				
BRO	2003		3	60	39	20	6	73	78	33	5	317	147	0,522	0,331	0,053
	2004			18	26	17	8	6	12	7		94	64	0,381	0,279	0,068
	2005			13	3	7	4	13	16	5	2	63	37	0,349	0,174	0,056
COR	2003	176	886	704	67	117	231	154	39	40		2414	1044	0,388	0,293	0,018
	2004	105	955	1008	112	343	251	176	48	19		3017	1281	0,434	0,395	0,022
	2005	43	494	414	140	173	212	73	33	12		1594	846	0,382	0,286	0,019
OBL	2003	11	27	7	10	16	24	16	1			112	83	0,272	0,127	0,027
	2004	6	70	55	79	109	109	42	5			475	289	0,335	0,243	0,028
	2005	6	71	15	4	48	99	53	13			309	196	0,355	0,260	0,036
TRF	2003	2	11	8	9	3	12	4	1			50	39	0,281	0,162	0,051
	2004			2	1		2	1	1			7	4	0,682	0,882	0,865
	2005	369	10	4	4	8	3	2	2			402	80	1,287	1,608	0,352

valeurs calculées en 2004 et 05 sont très voisines entre elles mais significativement supérieures à celle de 2003. Cet état de fait est à rapprocher de la gestion piscicole et notamment aux déversements d'individus directement prélevables (200 kg) réalisés en 2004 et 2005. L'année 2003 est, à ce titre intéressante, car, il n'y a eu aucun déversement de poissons de taille, ni d'ailleurs les années précédentes, le prélèvement de 112 individus donne donc une image de la capacité actuelle du lac pour l'omble, certainement plus proche de la réalité.

Au niveau des fluctuations mensuelles des CPUE, tout comme pour le corégone, il ne ressort pas de tendance évolutive stable si ce n'est que les CPUE de printemps (avril et mai), sont toujours plus basses que celles de l'été et de l'automne. On observe là-encore une forte variabilité sur la fin de saison de pêche.

L'examen des structures en taille de la population exportée – cf. annexes 5 a à c –, montre tout d'abord que les stocks d'adultes, déversés au mois de mars 2004 et 2005, semblent entrer dans la pêche dès le mois suivant en 2004 mais ne sont pas repris tout de suite par les pêcheurs en 2005, cette cohorte apparaît plus massivement à partir de juillet 2005.

D'une façon générale, l'exploitation de l'omble s'effectue aux dépens d'une voire deux classes d'âge, montrant encore une certaine fragilité de cette population et la nette influence de la gestion piscicole sur cette pratique halieutique.

Pour le **brochet**, les CPUE et les exportations globales varient selon la même tendance, très fortes en 2003 et significativement supérieures à celles des années suivantes.

Compte tenu de la relative stabilité de la gestion piscicole pratiquée par l'AAPPMA, les fluctuations des exportations de brochet sont certainement les conséquences du recrutement naturel et donc probablement des conditions de déroulement de la reproduction de l'espèce.

Or, les printemps 1999 et 2000 ont été marqués par des niveaux, haut à très haut, à l'époque de la reproduction du brochet, il est donc assez logique de retrouver une cohorte forte 4 à 3 années plus tard, soit en 2003. Néanmoins, observons qu'au printemps 2001, le niveau du plan d'eau s'est avéré aussi haut qu'en 1999 et que cette épisode ne s'est pas traduit en 2004 par une exportation forte : un niveau satisfaisant au moment de la reproduction du brochet est donc une condition nécessaire mais probablement insuffisante pour expliquer la présence d'une cohorte prélevable 3 à 4 années plus tard.

En revanche, un niveau du lac, bas ou insuffisant pour ennoyer le marais de la Véronnière (cas des années 1997 et 98), au moment de la fraye, explique certainement les mauvaises pêches des années 2001 et 2002.

Pour la **truite lacustre**, hormis pour l'année 2005, les exportations sont très basses et suivent une courbe descendante. Pour cette espèce comme pour le brochet, la gestion piscicole est assez stable avec des déversements annuels de juvéniles de truite lacustres (1+) au lac.

Les fluctuations constatées sembleraient indiquer qu'il n'y a pas de lien net entre cette gestion et la pêche au lac. Là-encore il conviendrait de rechercher d'éventuelles causes aux fluctuations du côté des variations des conditions environnementales dans le ruisseau de Courbon, où s'opère la reproduction, celles-ci pouvant être de plusieurs ordres :

- une confluence peu attractive,
- une hydrologie défavorable intervenant à un stade de développement inapproprié pour la dévalaison des juvéniles de truite (crue de printemps),
- une mauvaise capacité d'accueil pour les juvéniles, ne leur permettant pas de se maintenir dans le ruisseau jusqu'au stade le plus propice,
- des fluctuations de qualité physico-chimique, développement algues, lessivages de produits phyto-sanitaires après épandage dans le bassin versant proche,

En 2005, le niveau exceptionnel des captures est à relier à l'introduction d'un lot de poissons directement capturables provenant de la pisciculture de Vizille (400 kg). Ces poissons ont d'ailleurs été re-capturés sans délai, dès le mois de mars : cette valeur mesurée en 2005 n'est donc pas à retenir comme référence.

Parallèlement, les CPUE annuelles sont très fluctuantes et peuvent être assorties d'un intervalle de confiance très important, c'est le cas en 2004. Le nombre de sorties sur lequel il est calculé est toutefois si faible qu'il en devient non significatif.

Fig. 22 a : exportations annuelles (kg) par la pêche à la ligne au lac de Paladru de 2001 à 2005

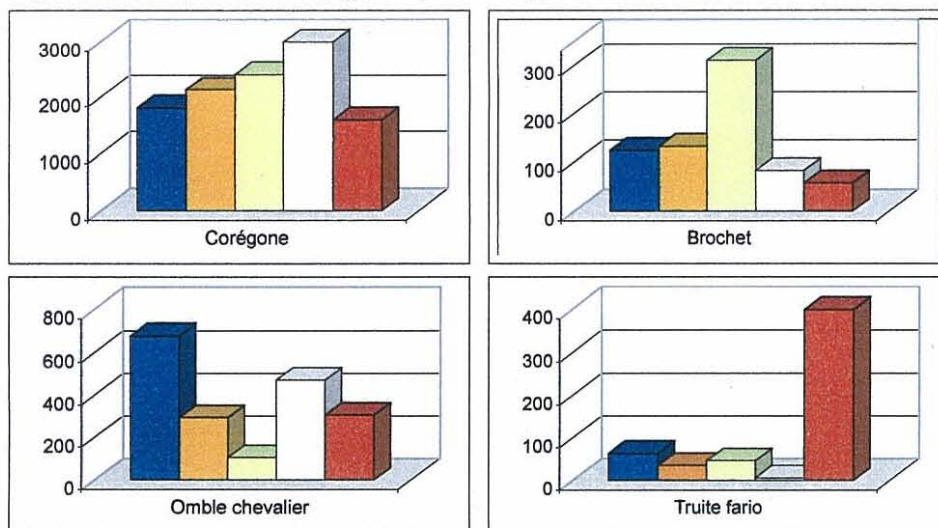


Fig. 23 : évolutions mensuelles des CPUE de corégones du lac de Paladru (cor/h)

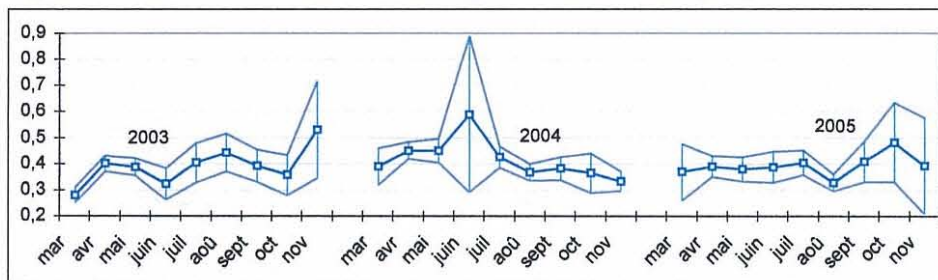


Fig. 22 b : CPUE (moyennes annuelles) par la pêche à la ligne au lac de Paladru de 2003 à 2005

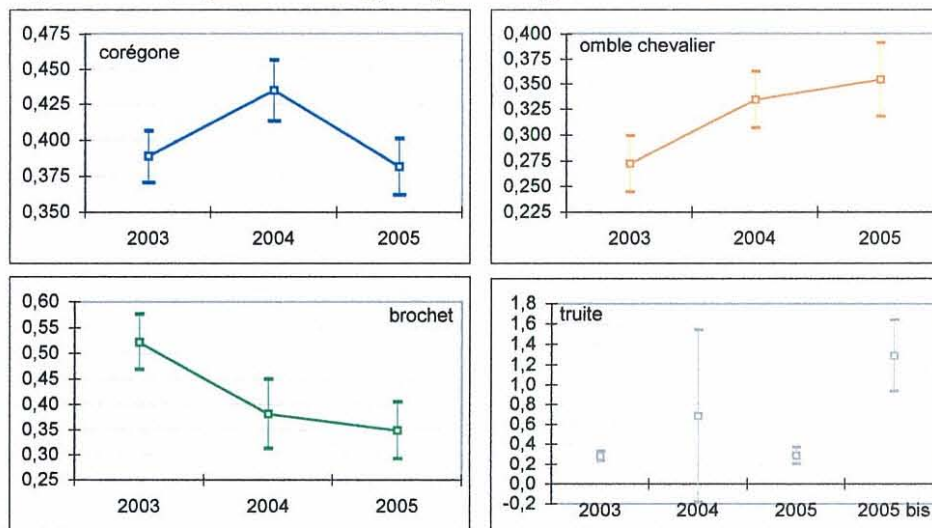
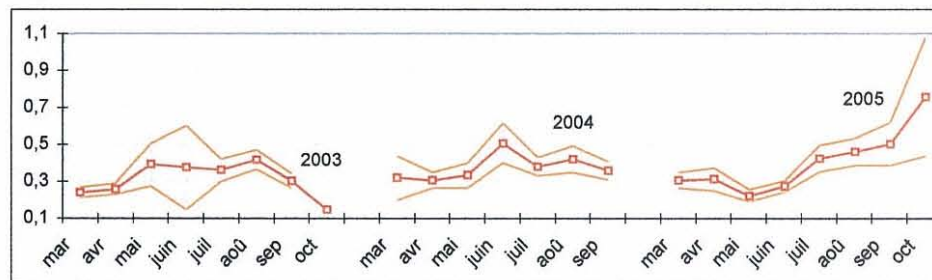


Fig. 24 : évolutions mensuelles des CPUE d'ombles chevaliers du lac de Paladru (obl/h)



Conclusion sur l'état des populations piscicoles du lac de Paladru en 2005-06

L'examen des différentes populations de poissons du lac de Paladru amène à plusieurs hypothèses et conclusions, quant à leur état fonctionnel et plus globalement l'état de santé du milieu naturel.

L'état observé des populations majoritaires, corégone, gardon et perche laisse transparaître une situation en état d'abondance plus conforme au potentiel du lac mais, malgré tout, un déficit notamment au niveau de l'abondance des alevins de l'année en dépit d'une reproduction naturelle fonctionnelle et observée. Les mécanismes qui entravent le recrutement de ces trois espèces peuvent être de plusieurs ordres, tout d'abord physique comme, par exemple, la gestion du niveau du lac au moment de la reproduction, trophique, comme l'abondance et la disponibilité d'une ressource alimentaire adaptée à chaque stade de développement durant la première année de vie des alevins.

En ce qui concerne le gardon et la perche, ce déficit de recrutement, accroît vraisemblablement la pression des prédateurs ichtyophages vers d'autres espèces comme le corégone ou l'omble.

Pour l'omble chevalier, la réapparition de l'espèce en lien avec une gestion soutenue associée à une abondance notable traduisent probablement une amélioration des conditions de milieu dans les couches profondes du lac. Cependant, si les individus déversés parviennent à se maintenir, voire à grandir dans le plan d'eau, la reproduction naturelle n'est toujours pas confirmée à Paladru et aucune ombrière n'a d'ailleurs été mise en évidence à ce jour.

Pour le brochet, espèce dont le cycle biologique dépend, à Paladru, essentiellement de l'enneigement printannier, du marais de la Véronnière à l'époque de la fraye, la situation apparaît aussi en état d'amélioration par rapport à l'état antérieurement mesuré.

Pour la truite lacustre, dont l'abondance témoigne de l'état fonctionnel du système lac-affluent, la situation est plus difficile. En effet, même si une reproduction naturelle existe dans le Courbon (unique affluent accessible), les zones potentielles de reproduction ne sont pas très abondantes et d'autre part, cette phase cruciale du cycle biologique n'alimente probablement pas de manière stable et satisfaisante le lac en juvéniles, où par ailleurs, il existe un déficit de proies qui affecte alors la croissance de ces juvéniles.

Notons toutefois la présence de chabots, en quantité certes limitée, qui pourrait témoigner d'un certain recouvrement de qualité des fonds dans le métalimnion et l'hypolimnion superficiel.

Pour conclure sur ce point, le lac de Paladru semble toujours affecté par des problèmes de qualité physico-chimique qui réduisent la qualité de l'hypolimnion profond et probablement la ressource trophique nécessaire aux espèces qui le fréquentent. Les usages qui imposent des fluctuations au niveau du plan d'eau agissent négativement sur la réussite de la reproduction de nombreuses espèces.

V. SYNTHÈSE ET RECOMMANDATIONS

L'état du peuplement piscicole du lac de Paladru apparaît au début des années 2006 en amélioration assez sensible par rapport aux données antérieures disponibles, avec des abondances numériques et pondérales que l'on peut classer de moyennes en valeur absolue. Cependant pour certaines espèces, les efforts de gestion piscicole, intenses et assidus, déployés par l'association agréée de pêche et protection du milieu aquatique de Paladru contribuent probablement à l'état de l'image du peuplement actuellement observé.

Il convient donc d'essayer de confronter les données piscicoles actuelles et anciennes avec les données caractéristiques de la qualité physico-chimique et biologiques acquises aux mêmes périodes de façon à rechercher les causes de dysfonctionnement qui subsisteraient et évaluer, autant que faire ce peut, l'amélioration réelle de certains paramètres descriptifs de l'état de santé du milieu

V.1. Qualité physico-chimique et biologique

Les différentes phases du métabolisme lacustre influent sur la distribution spatiale du poisson. L'appréciation de son évolution, perçue au travers de certains paramètres qu'ils soient physico-chimiques ou biologiques, constitue donc un préalable à la compréhension de certains processus qui pourraient avoir comme conséquence des lacunes de production biologique et donc piscicole.

Sur la physico-chimie de la pleine eau

A l'aide des différents éléments retrouvés dans les documents et démarches antérieures, les différents paramètres permettant d'approcher l'évolution de la qualité de la pleine eau ont été recherchés dans l'objectif de calculer les indices fonctionnels mis au point dans le cadre du protocole de diagnose actuel (AE RM & C, 2003) et de tenter une approche évolutive de l'état de l'écosystème.

Les résultats du calcul de ces indices ainsi que d'autres paramètres comparatifs sont récapitulés dans le tableau 19. Par ailleurs l'ensemble des mesures récentes de l'oxygénation des eaux du lac effectuées depuis 1985 sont présentées sur la figure 25.

En fin d'été, l'oxygénation affiche deux tendances assez disjointes. Tout d'abord, dans le métalimnion, on n'observe pas en 2006 de surproduction marquée comme cela a pu être le cas en 1999 ou, a fortiori, dans les années 70 (Lascombe, 1986). Ensuite entre 15 et 30 m, la situation semble s'améliorer tout comme au niveau des 5 derniers mètres, couche où la teneur en oxygène dissous n'est jamais nulle, ce qui était le cas en 1988 et quasiment systématique dans de 1971 à 1980. Il faut toutefois souligner que l'oxygénation de l'hypolimnion, intermédiaire et profond, ne dépend pas que de la production primaire ou de la demande benthique en oxygène, mais aussi de l'intensité du brassage hivernal de début de saison.

En automne, la situation mesurée en octobre 2006 est la meilleure constatée depuis longtemps, avec 4 mg/l à 27-28m, contre des valeurs beaucoup plus basses dans les années 90, ce qui autorise le maintien du corégone (fig. 10) mais l'omble doit alors remonter aux alentours de 20 m et il peut arriver à passer cette phase temporelle critique qu'est l'automne.

Ce n'était pas le cas en automne 1989 où la strate d'oxygénation favorable à l'omble se situait aux alentours de 12 m, mais à ce niveau la température était alors de 14 °C, ce qui est trop chaud pour cette espèce. Simultanément, la strate d'oxygénation favorable au corégone se trouvait réduite à une épaisseur de 5 m, entre 11 et 16 m, ce qui peut expliquer l'abondance nettement plus faible observée à cette époque.

Au cours des années 1970, la désoxygénation totale a pu affecter toute la strate hypolimnique jusqu'à 20 m de profondeur (cas des années 1976 à 1978). Ces conditions étaient sans aucun doute plus que limitantes pour le maintien du corégone et la pérennité d'une telle espèce.

Par ailleurs, l'indice «dégradation», qui traduit la consommation journalière en oxygène dissous, classe le lac, pour les années où il a pu être mise en œuvre, en catégorie eutrophe en 1988, c'est-à-dire, présentant des problèmes d'enrichissement organique. De 1999 à 2002, le calcul de cet indice, à partir de l'ensemble des verticales de mesures sur l'oxygène dissous, confirme la situation d'eutrophie (valeurs de l'indice comprises entre 59,1 et 64). Aujourd'hui, il traduit une situation de mésotrophie, ce qui correspond à une tendance à l'amélioration, bien que nous l'avons déjà dit, la ré-oxygénation de la colonne d'eau soit dépendante de l'intensité de l'hiver et donc du brassage qui s'y opère.

La transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi, confère par l'indice calculé un classement actuel en situation oligotrophe alors qu'il était auparavant mésotrophe. Néanmoins, la comparaison des valeurs de l'année 2006, indique que celles-ci ne sont statistiquement différentes d'aucune des trois périodes sur lesquelles des données existent, 1975-78, 1993-95 et 1998-02 – cf. fig. 26 -. On remarquera toutefois que les valeurs récentes (1998-2002) affichent une moins grande variabilité.

Fig. 25 : historique de l'oxygénation de l'eau du lac de Paladru en fin d'été et automne

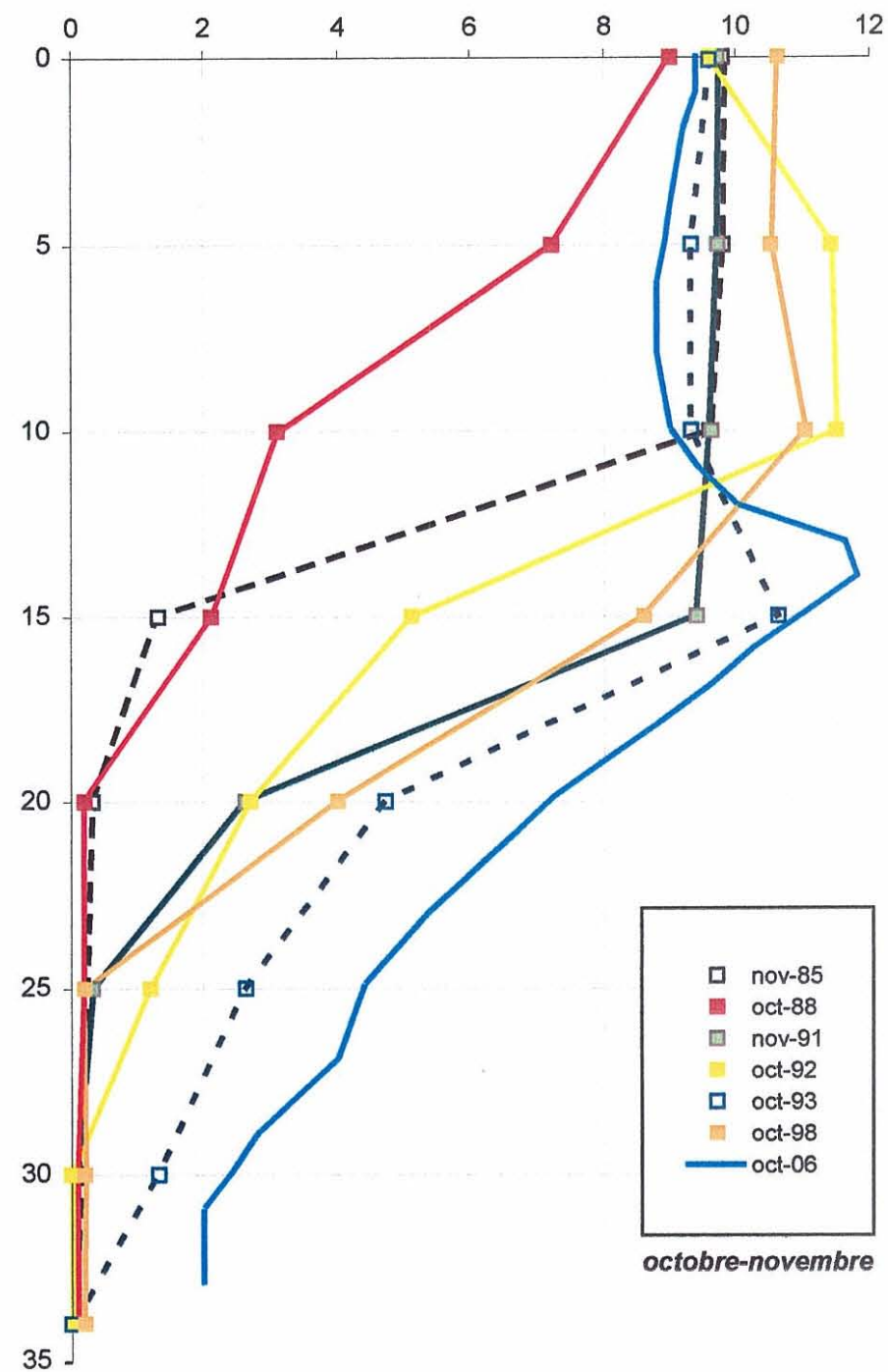
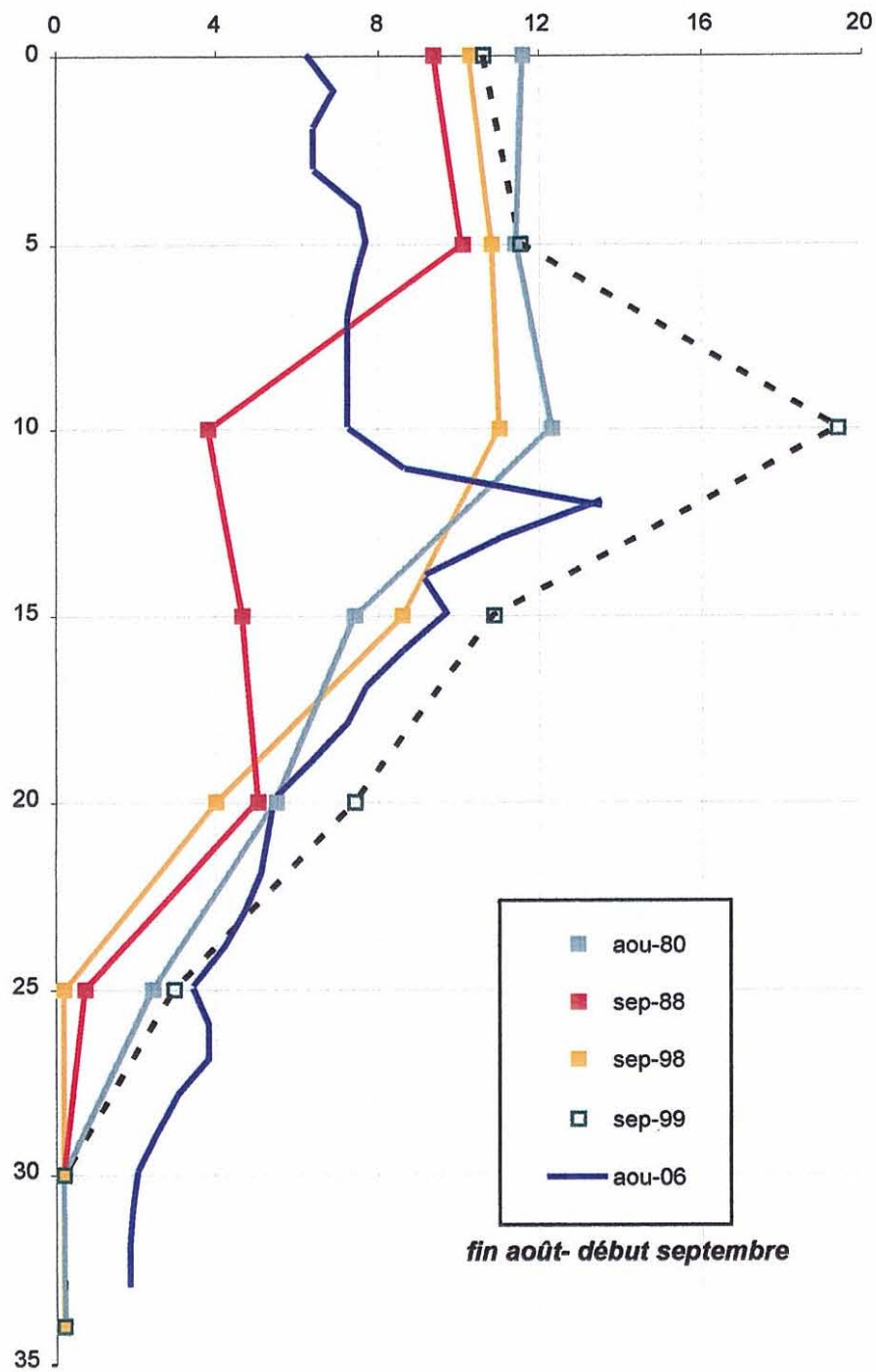
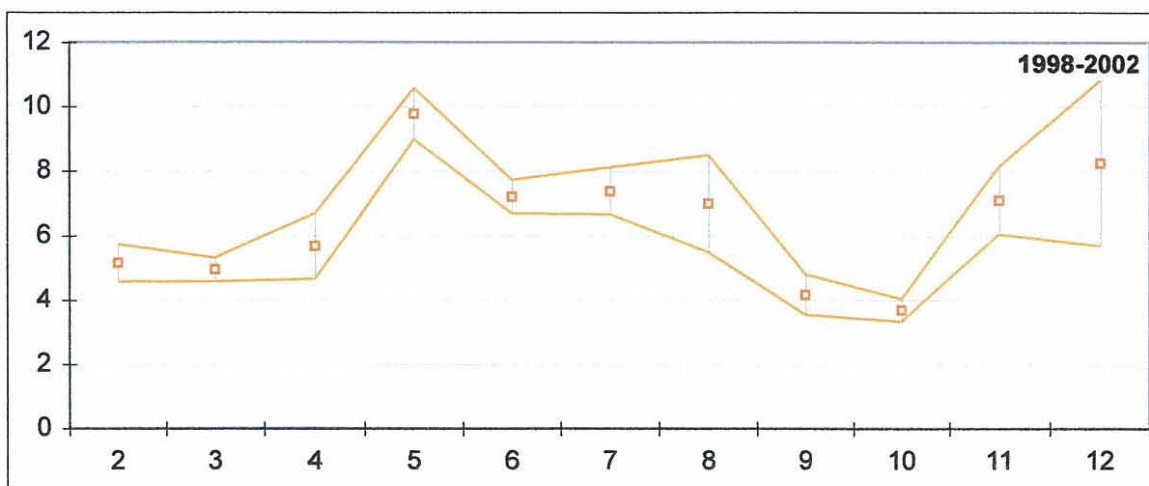
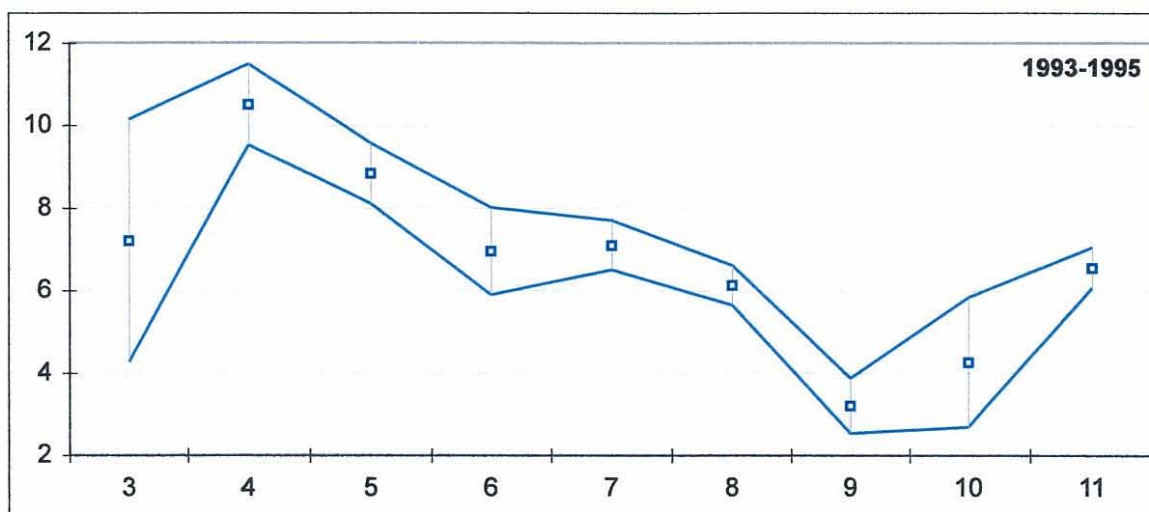
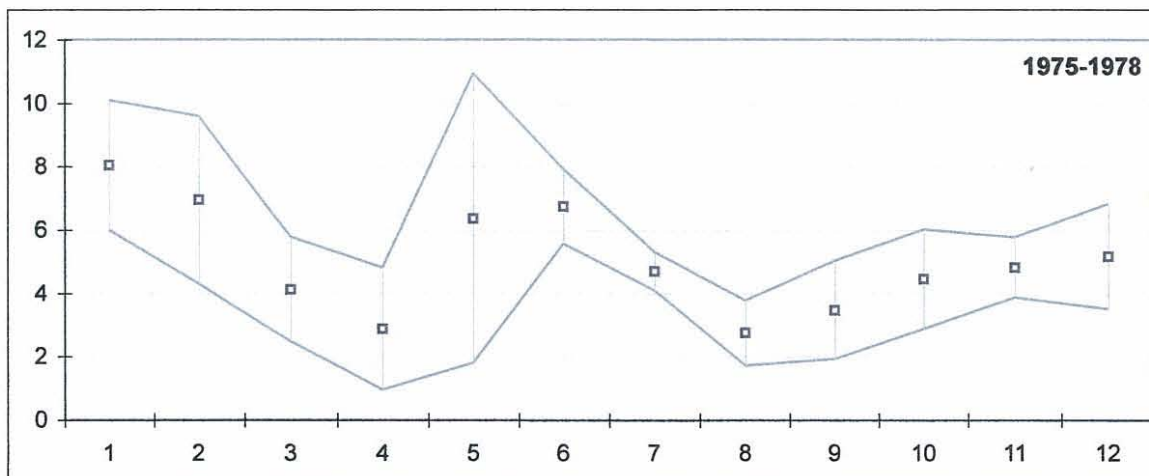


Fig. 26 : évolution de la transparence mensuelle à Paladru sur trois périodes caractéristiques



Les teneurs en éléments fertilisant, azote et phosphore, témoignent quant à eux de situations distinctes, en effet :

- le **phosphore** semble assez fluctuant. Les indices prévus par la diagnose rapide (AERM, 2003) et calculés sur les valeurs de 2006 et 1989, mettent en évidence une réduction du phosphore disponible, malgré des valeurs fortes en 2000. Par ailleurs, les valeurs brutes, en sortie d'hiver affichent une tendance identique, de l'ordre de 27 µg/l en 1975-78 (avec des pointes supérieures à 200 µg/l, Lascombe, 1986), des valeurs similaires en 1988 (SRAE Rhône-Alpes, 1988) alors qu'aujourd'hui, la valeur mesurée se situe en de-ça de 20 µg/l (les valeurs de pointe demeurant à cette limite de 20 µg/l).
- l'**azote**, quant à lui, semble encore très présent, sous plusieurs formes, N-NO₃, tout d'abord pour lequel les valeurs sont élevées, de 1,16 à 1,67 mg/l (quand elles se situent, par exemple, entre 0,29 et 0,43 mg/l à Aiguebelette). Les ions nitrates (NO₃-), dont on peut comparer les valeurs sur les années 1988 et 2006 affichent même une augmentation assez nette puisque la moyenne annuelle est passée de 3,93 à 6,29 mg/l., des pointes allant jusqu'à 10 mg/l ont pu être mesurées ponctuellement (SCI Paladru – cf. ann. 6 -). Enfin, l'azote total présente des valeurs comparables quoique légèrement supérieures aujourd'hui alors qu'inversement l'ammoniaque semble moins abondant.

Ce constat montre la persistance de l'influence agricole du bassin versant, qui demeure prépondérante pour la qualité des eaux du lac. Ce point avait déjà été souligné en 1988 (valeurs importantes de l'ordre de 20 mg/l pour les nitrates et 0,4 mg/l pour les orthophosphates, dans le Courbon) et des observations concordantes, de fort développement algal assorti d'une qualité hydrobiologique très moyenne, réitérées récemment (Giambra, 2003).

Il est probable que la situation fluctuante du phosphore et les valeurs de pointe de l'azote traduisent encore des apports non négligeables, issus du bassin versant dont on sait qu'ils peuvent être fortement liés aux épisodes de pluviométrie et aux phénomènes de lessivage, en particulier en période d'amendement des terres agricoles. Ces apports annuels évalués en 1978 puis 1981 étaient alors importants, de l'ordre de 1t./an P total et 30 t./an N total et il serait pertinent de procéder aujourd'hui à une nouvelle évaluation de ces apports.

Sur la flore phytoplanctonique de la pleine eau

L'état du phytoplancton du lac de Paladru peut être évalué à partir de plusieurs approches, du fait que des études assez complètes de ce compartiment ont été menées en 1988, puis 1993 et 1994 (DIREN Rhône-Alpes), de 1988 à 2000 (INRA Thonon, 2001) et, *in fine*, en 2006 (présente étude, Gay, 2007).

Les indices phytoplanctoniques calculables (ITP) montrent des fluctuations assez fortes puisque qu'ils qualifiaient le lac alternativement d'oligotrophe en 1988 et 1994 et de mésotrophe en 1993 et 2006. Dans l'intervalle de temps, les investigations menées en 1998-2000 (Druart, 2001) mettent en évidence un peuplement phytoplanctonique dominé par des taxons inféodés aux milieux eutrophes, la situation globale traduisant, quant à elle, une situation de méso-eutrophie à forte tendance d'eutrophie.

En 2006, le peuplement est dominé par *Dynobryon divergens*, *chrysophycée* ubiquiste et peu significative de l'état du milieu, alors qu'en 1988-00, les *chlorophycées* et *diatomées* étaient les classes les plus représentées, en particulier deux taxons caractéristiques de milieux eutrophes ou riches en nutriments.

Il faut toutefois préciser que l'examen de l'ensemble des listes floristiques établies permet de mettre en évidence une régression de l'abondance des *cyanophycées*, même si cette classe demeure présente à l'heure actuelle. Notons que les signes de dysfonctionnements liés aux explosions démographiques de ces *cyanophycées* sont de plus en plus rares (p.e. en septembre 1999, Gay, 2007). En outre, il est important de mentionner qu'il existe des *cyanophycées* spécialistes d'eau faiblement chargées en nutriments et qui peuvent causer des désagréments similaires.

Parallèlement, les teneurs en pigments chlorophylliens (chlo. A et phéop. en µg/l) sont assez bas en 2006 (1,9 et 0,55) et en tout cas, assez inférieurs à ce qui a pu être mesuré auparavant en 1988 (1,6 et 3), 1993 (3,5 et 1,1) puis 1994 (2,8 et 1,2).

A partir de l'examen de ce paramètre, la fragilité du milieu ressort et l'influence des apports du bassin versant peut apparaître comme une cause plausible d'explication.

Sur l'état physico-chimique du sédiment lacustre

En matière de physico-chimie du sédiment, les indices calculés tendent à montrer un retour du système vers la mésotrophie. Cependant d'autres paramètres comme le rapport C/N montre, un accroissement anormal (93,1) : cette valeur mérite d'être confirmée et validée. Si elle était confirmée, cette valeur s'éloigne largement de la valeur de 10 (valeur de 1988), parfois citée comme valeur optimale repère. Cet état de fait confirme la subsistance d'apports allochtones (provenant du bassin versant) et/ou des difficultés du système à minéraliser la matière organique sédimentée.

Tableau 19 : comparaison des valeurs descriptives de l'état trophique du lac de Paladru

Support	Indice	1985	Statut	1989	Statut	2006	Statut
Pleine eau	Pigments chlorophylliens			45,70	mésotrophe	27,4	oligotrophe
	Transparence			32,50	mésotrophe	24,4	oligotrophe
	Production			39,10	mésotrophe	25,9	oligotrophe
	Phosphore total hiver			51,60	eutrophe	43,9	mésotrophe
	Azote total hiver			66,60	eutrophe	54,8	eutrophe
	Dégradation			62,90	eutrophe	42,1	mésotrophe
Sédiments	Stockage des minéraux			45,50	mésotrophe	33,5	mésotrophe
	Stockage de la matière organique	39,2	mésotrophe	32,50	mésotrophe	nd	
	Relargage	64,7	eutrophe	60,71	eutrophe	33,55	mésotrophe
	P total eau interstitielle	65,8	eutrophe	63,28	eutrophe	31,4	mésotrophe
	NH4+ eau interstitielle			58,14	eutrophe	46	mésotrophe
Plancton	Indice planctonique			27,5	oligotrophe	37	mésotrophe

Autres paramètres		1977	1985	1988	1993	1998	2002	2006
Oxygène dissous	date	13-oct	5-nov	19-oct	4-oct	7-oct	4-oct	5-oct
	valeur min en mg/l	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,0
	profondeur en m	25	28	30	34	25	27	35
	profondeur à 4 mg/l	13,5	14	12,5	22	22	22	27,5
	profondeur à 6 mg/l	12,5	12	11,5	18,5	17	16	22
Rapport C/N			9,03	10,2				93,1
Mollusques	zone littorale	Nb. de prélèvements						20
		Nb. de genres						4
		Densité ind./m2						195
		Perte de densité						45%
	zone profonde	profondeur en m.						24
		Nb. de prélèvements						12
		Nb. de genres						0
		Densité ind./m2						0
		Perte de densité						

Dans le même temps, la sédimentation du plancton lacustre (à C/N initial bas) devrait contribuer à abaisser le rapport C/N du sédiment, or ce n'est pas le cas au vu de la valeur actuelle. Le sédiment du lac de Paladru semble s'enrichir fortement en carbone alors que la production phytoplanctonique semble sur une pente décroissante,

Sur l'état hydrobiologique du sédiment lacustre

Sur ce compartiment, il n'existe malheureusement pas de donnée antérieure : il n'est donc pas possible de mesurer une évolution. Nos résultats indiquent que l'état de la macrofaune benthique du lac de Paladru (mesurée en application du protocole IBL en 2006) apparaît comme relativement satisfaisante sans pour autant être optimale :

- l'indice littoral B₁ (57,2, 49 taxons et 3560 ind./m²) fait ressortir un potentiel biogène élevé selon que l'on considère l'échelle des valeurs de l'indice B₁ (maximum mesuré de B₁ = 77.4 à Saint-Point) à moyen si l'on retient la densité de faune sur cette zone littorale. Il est probable que d'une part, les variations de niveau subies par le plan d'eau, et d'autre part, l'artificialisation de l'interface eau-sol, contribuent probablement à cette légère discordance, même si l'impact sur la faune benthique reste, *a priori*, modéré. Le taxon repère de qualité (Paratendipes) est optimal.

- le déficit faunistique observé sur l'isobathe 25 m reste faible ; ce déficit qualitatif et quantitatif induit une note d'IF de 0.8 sur un maximum de 1 (Verneaux et al., 2005) mais une perte taxonomique de 0,64. Le dysfonctionnement du métabolisme lacustre est donc imparfaitement retranscrit par ces deux sous-indices. En effet, l'isobathe correspondant à la zone d'échantillonnage profonde, en application du protocole IBL, 25 m, se situe au dessus de la strate chroniquement désoxygénée à l'heure actuelle (26-27m) : il s'agit d'une particularité en partie liée à la morphologie de la cuvette de Paladru. Plus clairement, cette désoxygénation qui affecte en fin d'été l'hypolimnion (de 26-27 à 35 m) reste modeste à 25 m et ne se traduit pas un déficit faunistique aggravé. Il est certain qu'une mesure analogue à l'IBL, mise en œuvre en 1988, aurait retranscrit un état de santé médiocre de la faune benthique.

Il est mentionné que le lac produit (où reçoit) de la matière organique en quantité supérieure à sa capacité ; cette observation est concordante avec l'élévation du rapport C/N, rappelée ci-dessus. L'IBL, au travers de la note finale calculée de 16,9 /20, caractérise un lac au fort potentiel biogène ou subsiste un dysfonctionnement, soit un écosystème en état de fragilité.

Sur l'état du peuplement piscicole du lac :

En ce qui concerne le peuplement pisciaire du lac de Paladru, plusieurs faits semblent aujourd'hui avérés, dont la liste peut-être résumée ci-dessous :

- l'amélioration des rendements de pêche scientifique, numériques et pondéraux, en particulier, ceux des espèces majoritaires du peuplement, corégone, gardon et perche, est assez nette,
- la distribution spatiale des poissons est conforme soit à l'état physico-chimique de l'hypolimnion pour le plan vertical, soit, à l'état hydromorphologique global du lac pour le plan horizontal (état de la zone littorale),
- pour certaines espèces sensibles, qu'elles soient soutenues (OBL, BRO) ou pas (CHA), on observe des abondances significatives où supérieures à ce qui a pu être constaté auparavant.

L'ensemble de ces observations montre que le lac est vraisemblablement en état de restauration, mais que l'état actuel des conditions de vie et d'accomplissement des cycles biologiques des espèces dominantes et sensibles n'est encore ni optimal, ni conforme au potentiel du lac de Paladru.

Au niveau des populations des espèces sensibles ou dominantes, les principales conclusions sont les suivantes :

- pour l'**omble chevalier** : cette espèce n'est certes pas autochtone au lac et son introduction date du milieu du XX^{ème} siècle, mais son développement autonome constitue un reflet du bon état de l'écosystème. A Paladru, le mauvais état, chronique, de l'hypolimnion tendrait à accréditer l'hypothèse de l'absence de reproduction naturelle et survie des alevins alors que des sites potentiels de reproduction étaient répertoriés. Le déversement massif d'alevins, juvéniles voire d'adultes rend presque impossible, la vérification de cette hypothèse, voire l'évaluation des modalités de gestion. Au mieux, peut on écrire que les sujets déversés parviennent à se maintenir plus ou moins longtemps dans le milieu, ce qui correspond déjà à une amélioration pour cette espèce.

- pour le **corégone** : bien qu'étant l'espèce dominante du peuplement pisciaire, il n'est vraisemblablement pas en concordance avec le potentiel de production d'un lac tel que Paladru. La situation est bien distincte de celle de l'omble en effet, les gestionnaires ne déversent que des larves et simultanément, la reproduction est observée depuis 2002, la provenance des juvéniles, comptabilisés à l'occasion des deux campagnes de pêche n'est donc pas identifiable. Leur abondance est en revanche significative (amélioration par rapport à 1988) et la croissance de l'espèce est assez rapide, ce qui permet d'alimenter une pêcherie dynamique.

- pour la **truite lacustre** : espèce autochtone dont le cycle de reproduction est dépendant de la capacité d'accueil et de l'état fonctionnel du seul ruisseau du Courbon. L'abondance des sujets prélevables est faible. En temps normal, elle remonte ce ruisseau où elle se reproduit en automne tardif sur des sites analogues à ceux de la truite de rivière. Le système lac-affluent est ici d'autant plus fragile que sur les deux tributaires au lac, seul le Courbon demeure accessible.

Les frayères potentielles existent et la densité d'alevins de l'année peut être forte. Cependant la capacité d'accueil pour le juvéniles est faible et simultanément, la qualité de ce ruisseau semble très fluctuant, du fait de son environnement agricole marqué (forts développements d'algues, lessivages d'azote et phosphore, voir d'autres produits liés à l'agriculture intensive...). Ces deux facteurs pouvant entraîner une dévalaison des truitelles à un stade de croissance où leur survie au lac est très incertaine (avant la fin de leur premier été de vie). L'alimentation du lac en juvéniles est donc variable selon les années et la pêche subit elle-aussi des fluctuations notables, tout en demeurant de toute façon à un niveau inférieur au potentiel du lac.

- pour le **brochet** : l'abondance est correcte bien qu'elle ne corresponde pas au potentiel de production du lac. La reproduction est fortement dépendante de l'enneigement du marais de la Véronnière (un niveau supérieur où égal à la valeur 0,0 à l'échelle est souhaitable), donc de l'hydrologie naturelle du lac mais aussi de la gestion de son niveau. L'abondance des adultes est contrôlée par celle des proies comme le gardon, la perche et, par ailleurs corrélée au niveau actuel de ces espèces, le brochet est donc vraisemblablement contraint de se nourrir, à certaines époques, aux dépens d'autres espèces comme le corégone ou l'omble chevalier.

- enfin, la **perche** et dans une moindre mesure, le **gardon** subissent aussi l'impact des fluctuations du niveau du lac et la réussite de leur reproduction n'est pas garantie chaque année. Leur abondance est faible, en particulier celle des alevins de l'année qui est contrôlée (outre la phase de reproduction) par la ressource alimentaire, tout d'abord le zooplancton, puis la faune benthique. Si la macrofaune benthique semble en abondance moyenne, il est possible qu'un dysfonctionnement du compartiment zooplanctonique existe. Cette piste d'un mauvais développement du zooplancton est par ailleurs évoquée par Druart (2001) suite à l'observation d'un rapport anormalement faible entre les biomasses de phytoplancton, printanière et estivale (BP/BPE).

V.2. Recommandations

V.2.1 Précision de l'évaluation des pressions

Vérification de l'absence de rejets directs et indirects au lac, le cas échéant, raccordement aux réseaux existant. Recensement des sources de rejets accidentels (industriels, domestiques ou agricoles) existant dans le bassin versant.

Révision des programmes d'épandages agricoles dans le bassin versant et modification des pratiques à proximité des ruisseaux.

Poursuite des diagnostics sur les réseaux de collectes d'eaux usées, stations de relevage et remise à niveau.

A titre conservatoire, recensement de l'ensemble des produits phytosanitaires mis en œuvre dans le bassin versant (contrôle de la végétation le long des voiries et agriculture), arrêt des pratiques de traitement sur les routes situées aux abords directs du lac.

V.2.2 Maintien et restauration de la qualité physique du plan d'eau

Ce volet intègre à la fois des préconisations en matière de gestion du niveau du lac et en matière d'accès aux frayères pour la truite lacustre :

La gestion du niveau du plan d'eau se doit d'intégrer certaines contraintes biologiques et piscicoles pour permettre la reproduction d'espèces comme le corégone, le brochet et certains cyprinidés (carpe, gardon). Il serait en outre pertinent d'envisager une exondation appropriée pour permettre la revitalisation des roselières périalacustres, ce qui compléterait les premières mesures de protection de leur intégrité (protection par pieutage).

D'une façon générale, les fluctuations rapides à la baisse doivent être proscrites ou réduites à la seule gestion des risques imminents pour les biens et les personnes.

Pour le corégone, le lac doit se trouver de préférence haut au début du mois de décembre (crue d'automne) et le niveau demeurer stable jusqu'au début janvier. Pour le brochet, le niveau doit être maintenu haut à partir de mi-avril et demeurer quasiment stable jusqu'à mi-mai. Cette gestion peut et doit être accompagnée d'une gestion en temps réel de la reproduction, incluant un suivi de la température, du niveau du plan d'eau ainsi que de la fréquentation des zones potentielles de frai et du devenir des œufs et alevins émergents de brochet.

En ce qui concerne la truite lacustre, le ruisseau de Courbon, vient de faire l'objet (été 2007) d'actions de diversification des écoulements par installation d'épis de façon à favoriser le décolmatage « autonome » des

gravières de granulométrie propice. Il est important d'évaluer l'impact de cette action sur la truite lacustre, par comptage des frayères potentielles (nombre, caractéristiques et surface) et réelles en automne puis par le dénombrement des alevins par pêche électrique en fin d'été et de printemps suivant.

V.2.3. Mise en place d'un suivi allégé de la qualité des eaux

Dans le cadre de la mise en place de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau, un suivi régulier de la qualité des écosystèmes lacustres, comme pour l'ensemble des masses d'eau identifiées, sera mis en œuvre à raison d'un bilan complet une fois toutes les 6 années environ : ce bilan comprendra un volet physico-chimique (protocole diagnose rapide voisin de celui mis en œuvre dans la présente étude, hydrobiologique (IMOL et IOBL) et piscicole (protocole d'échantillonnage type CEN). Les résultats qui seront récoltés constitueront les éléments d'un véritable tableau de bord de la surveillance de l'état du lac de Paladru, qui permettra de suivre son évolution.

Néanmoins, il serait utile de compléter cette démarche par un suivi à but plus précis de gestion piscicole en réalisant deux campagnes annuelles de mesure de température et d'oxygénation de la colonne d'eau au point le plus profond du lac, la première en fin d'été (fin août-début septembre) et la seconde en fin de période de stratification thermique (vers la mi-octobre). Les paramètres à mesurer seraient : la température, l'oxygène dissous, la saturation, le pH, la conductivité et la transparence au disque de Secchi.

Il serait opportun d'associer à toute démarche qui viserait à actualiser les données de qualité du lac de Paladru (réseau DCE, étude ciblée), la réalisation d'un bilan fonctionnel du zooplancton, compartiment clef de la nutrition des jeunes stades de nombreuses espèces, omble, corégone, perche, brochet...

Enfin, il serait pertinent de ré-évaluer les flux d'azote et phosphore parvenant au lac de Paladru via les ruisseaux du Pin et du Courbon et simultanément la qualité biologique et physico-chimique de ces deux cours d'eau.

V.3. Gestion des populations

Le présent diagnostic met en évidence avant tout des dysfonctionnements de l'écosystème dans les déficits d'abondance et/ou de recrutement de certaines espèces. Dans ce contexte et sans recouvrement de la qualité globale du milieu, les mesures de soutien des différentes populations n'auront que des effets très limités. La restauration de la qualité de l'eau et du milieu physique est hautement prioritaire à toute action de gestion des populations.

Ce postulat de base pour l'orientation de la gestion piscicole est d'autant plus aisé à soutenir que des carnets de pêche sont maintenant en place et remplis avec un taux de retour aujourd'hui moyen par les pêcheurs du lac de Paladru. Ils constituent un précieux outil de gestion et de contrôle des actions de restauration et/ou de soutien des différentes populations, voire d'adaptation de la réglementation halieutique.

Répetons que l'état des prises des principales espèces recherchées au lac de Paladru reflète pour chacune d'entre elles l'état des différents compartiments de l'écosystème lacustre, en particulier :

- **La truite de lac :**

Relations avec les afférences, fonctionnement des afférences (thermie, habitat) ; oxygénation de la couche située directement sous la zone limnétique,

- **L'omble chevalier :**

Oxygénation de la strate hypolimnionique profonde du lac,

- **Le corégone :**

Oxygénation des strates hypolimniques intermédiaire et profonde du lac,

- **Le brochet :**

Fonctionnement des zones littorales du lac et ennoisement des bas marais.

V.3.1 La truite de lac :

Cette espèce doit bien être considérée en difficulté au lac de Paladru, notamment au vu des captures réalisées, nous préconiserions donc l'augmentation de la taille légale de capture de 0.30 à 0.40 m.

Il semble opportun de poursuivre l'évaluation des actions entreprises sur le Courbon, l'abondance des indices de reproduction (comptage des frayères et des alevins en fin d'été et printemps), le suivi des captures au lac devant être poursuivi au travers des carnets de pêche. Le soutien de la population peut être poursuivi mais nous suggérerions, après vérification de la capacité d'accueil du milieu aquatique, d'introduire la moitié des poissons prévus au déversement, dans la partie inférieure du Courbon.

V.3.2 L'omble chevalier :

Compte tenu de l'état encore incertain de l'hypolimnion et des exigences de cette espèce, du temps nécessaire au recouvrement d'un bon état de l'écosystème, le soutien de la population peut se poursuivre, mais il conviendrait de s'orienter vers le déversement d'un seul stade (alevin ou juvénile) en fonction des questions qui se posent et en tout cas de proscrire les introductions de poissons de stades différents durant la même année. Le devenir des poissons déversés au lac deviendra ainsi plus traçable, au travers des suivis halieutiques (à défaut d'opération de marquage, lourde et coûteuse). Il serait pertinent, en outre, de ne pas effectuer de déversements à une époque où les carnassiers sont en recherche active de nourriture (sortie de période de fraie « au sens large » pour le brochet ou la perche) et laquelle les jeunes cyprinidés sont peu actifs.

En l'absence du respect de cette recommandation, il n'est pas possible d'évaluer le bénéfice piscicole de la restauration de couche profonde du lac (disparition de l'anoxie totale, retour de conditions favorables au maintien).

V.3.3 Le corégone :

Deux constats majeurs peuvent être réalisés à propos de cette espèce qui constitue, rappelons-le, le poisson le plus prisé des pêcheurs du lac :

- tout d'abord, l'introduction d'une quantité massive de larves alors que la reproduction est observée depuis 2002 sur des sites précis empêche tout diagnostic sur le devenir des alevins issus du frai naturel.
- ensuite, la lecture des écailles récoltées à l'occasion de notre campagne automnale de pêche confirme que les poissons atteignent la taille légale de capture avant la fin de leur troisième été de vie, il n'est donc pas certain qu'ils aient eu la possibilité de se reproduire : se pose donc la question de l'impact de la pression de pêche sur cette espèce.

Si les gestionnaires se prononcent pour l'exploitation d'une population naturelle et autonome, deux options sont possibles pour augmenter le stock de géniteurs susceptibles de se reproduire, qui présentent chacune des avantages et des inconvénients :

- l'augmentation de la taille légale de capture à, au moins 0,38 m serait souhaitable : cela va cependant accroître, le nombre de poissons relâchés une fois capturés or il est connu que cette opération induit des risques non négligeables de mortalité pour cette espèce.
- la réduction du quota journalier, actuellement de 10 corégonos par jour, par exemple à 6 individus.

Le tableau 21 compare, à titre d'exemple, les effets de ces deux mesures sur les résultats des pêcheries des années 2003 à 2005.

Hypothèse	Paramètre	2003	2004	2005
Réduction du nombre de 10 à 6 corégonos par jour	Nb sorties avec COR	1044	1281	846
	Nb sorties avec 10 COR	8	6	2
	%	0,77	0,47	0,24
	Nb sorties à plus de 6 COR	28	27	10
	Nb COR non capturés	70	58	24
	%	2,9	1,9	1,5
Augmentation taille de capture de 35 à 38 cm	Nb total COR	2414	3017	1594
	Nb COR 35 < LT < 38 cm	360	639	308
	% COR pris et relâchés	14,9	21,2	19,3

Tab. 21 : impact de deux hypothèses de modification de la gestion du corégone

V.3.4 Le brochet :

Cette espèce est le plus grand prédateur du lac et en l'absence d'élément de preuve quant à l'impact réel de sa prédation vis-à-vis d'autres espèces elles aussi très prisées des pêcheurs (omble, corégone et truite), celle-ci demeure probable, notamment durant les phases de déversement de ces espèces qui sont concomitantes à la reproduction de mars à mi-mai.

En conséquence, il n'est pas proposé de modification de la réglementation de cette espèce et par ailleurs, il est conseillé, sous réserve de l'optimisation de la gestion des niveaux en période de reproduction, de stopper définitivement tout soutien de la population.

CONCLUSION GENERALE

L'étude piscicole du lac de Paladru, réalisée à partir de la mise en œuvre d'une démarche de diagnose de la qualité physico-chimique des eaux, complétée par des protocoles d'étude standardisés d'échantillonnage de la faune benthique ainsi que de l'ichtyofaune a permis de mettre en évidence différents phénomènes qui affectent toujours certains compartiments de l'écosystème.

Tout d'abord au niveau de l'évolution physico-chimique, les paramètres de qualité générale pour la pleine eau montrent une réduction des concentrations en phosphore alors que celles de l'azote demeurent élevées. Simultanément le front de désoxygénation de la couche profonde tend à reculer. Parallèlement, les indices prévus dans l'application du protocole de diagnose rapide montrent que le niveau trophique du plan d'eau tendrait à se rapprocher de la mésotrophie.

Au niveau biologique, l'application de la méthode IBL fait ressortir un fort potentiel biogène du plan d'eau et la subsistance d'excédents de nutriments au niveau de la strate sédimentaire, que le lac ne peut assimiler. Cela continue à produire des effets négatifs sur la faune du fond.

Le peuplement piscicole affiche quant à lui une amélioration assez nette pour l'ensemble des espèces majoritaires et sensibles mais ce diagnostic est partiellement brouillé par les efforts de gestion déployés par le gestionnaire halieutique du plan d'eau. En effet, ceux-ci empêchent une détermination fiable de l'état réel du peuplement et au travers de lui, de l'écosystème lacustre, diminuant ainsi la portée de l'indication de l'état, normalement apportée par l'étude de ce groupe.

Pour conclure, le lac de Paladru semble en convalescence, sa restauration étant probablement freinée par les apports de nutriments issus de son bassin versant. Pour achever l'ensemble des efforts entrepris en matière d'amélioration, il convient d'en cerner l'origine, les quantités et de les réduire drastiquement. La négociation en cours sur les modifications et adaptations de la gestion du niveau du plan d'eau est une nécessité pour améliorer l'état et le fonctionnement de la zone littorale.

Il s'agit d'un préalable au recouvrement d'un état optimal de l'écosystème et donc de ses capacités de production biologique et piscicole.

Bibliographie :

Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse & CEMAGREF, **2003**. Protocole actualisé de diagnose rapide des plans d'eau. Rap. technique, 30 p.

BARBE J., LAVERGNE E., ROFES G., LASCOMBE C., RIVAS J., BORNARD Ch. & DE BENEDITTIS J., **1990**. Diagnose rapide des plans d'eau, Informations techniques du CEMAGREF, 79 : 1-8.

BARBE J., LAFONT M., MALLET L., MOUTHON J., PHILIPPE M., VEY V., **2003**. Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d'eau. Analyse critique des indices de qualité des lacs et propositions d'indices de fonctionnement de l'écosystème lacustre.

CHARIF K., **2007**. Etude des roselières sur le lac de Paladru. Mém. Stage BTSA « Gestion et Maîtrise de l'Eau », option EPHUA, 43 p.

CSP, **1999**. La Fure – du lac de Paladru à sa confluence avec le ruisseau de Réaumont – Rap. Cons. Sup. Pêche, Dél. Rég. Lyon, 30 p.

DELEBECQUE A., **1898**. Les lacs français. Chamerod & Renouard Ed., 436 p. [0]

DEGIORGI F. & GRANDMOTTET J.-P., **1992**. Impacts de la désoxygénation chronique de l'hypolimnion d'un lac de moyenne montagne sur son ichtyofaune. *Ichthyophysiologica Acta* 15 : 79-97.

DEGIORGI F. & GRANDMOTTET J.-P., **1993**. Relations entre la topographie aquatique et l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre : définition des modalités spatiales d'une stratégie de prélèvements reproductible. *Bull. Fr. Pêche Piscic.* 329 : 231-243.

DEGIORGI F., **1994**. Étude de l'organisation spatiale de l'ichtyofaune lacustre. Prospection multi-saisonnière de 6 plans d'eau de l'Est de la France à l'aide de filets verticaux. Thèse Univ. Besançon, Fr.-Comté : 207 p. + annexes.

DEGIORGI F., GRANDMOTTET J.-P. RAYMOND J.-C & RIVIER B., **2001**. Echantillonnage de l'ichtyofaune lacustre : engins passifs et protocole de prospection., in GERDEAUX D. "*Gestion piscicole des grands plans d'eau*", INRA éd. Paris, 457 p. : 151-182.

DIREN Rhône-Alpes, **1999**. Suivi allégé du lac de Paladru – Commentaires des investigations réalisées en 1998. Rap. Diren Rhône-Alpes, 8 p.

GAY, **2006**. Etude bilan de la qualité physico-chimique du lac de Paladru. Rap. étude, 34 p.

GIAMBRA, G., **2003**. Projet d'aménagement du ruisseau du Courbon pour améliorer le frai des truites lacustres du lac de Paladru. Rap. Stage Master 1, Univ. J. Fourier – Grenoble 1, 27 p.

GILLET C., **2001**. Le déroulement de la fraie des principaux poissons lacustres., in GERDEAUX D. "*Gestion piscicole des grands plans d'eau*", INRA éd. Paris, 457 p. : 241-281.

DRUART J.-C & CAUZZI N., **2001**. Le phytoplancton du lac de Paladru (Isère) en 2000. INRA-Thonon, Rapport SHL 197-2001, 14 p.

ISTE, **2006**. Evaluation de la qualité biologique du lac de Paladru (Isère) par application de l'Indice Biologique Lacustre (IBL). Rap. Univ. F.-Comte, Besançon, 12 p.

LASCOMBE, C. **1986**. Le lac de Paladru (Isère-France) : Etat de dégradation et mesures de restauration (soutirage hypolimnique et assainissement) in BALVAY G. "*Eutrophication and lake restoration : water quality and biological impacts*", Balvay Ed. Thonon-les-Bains : 129-150.

LEGER L., **1930**. Carte de la pêche touristique et sportive dans le département de l'Isère.

MILLON, **1951**. Le lac de Paladru. Imp. Générale Grenoble, 242 p.

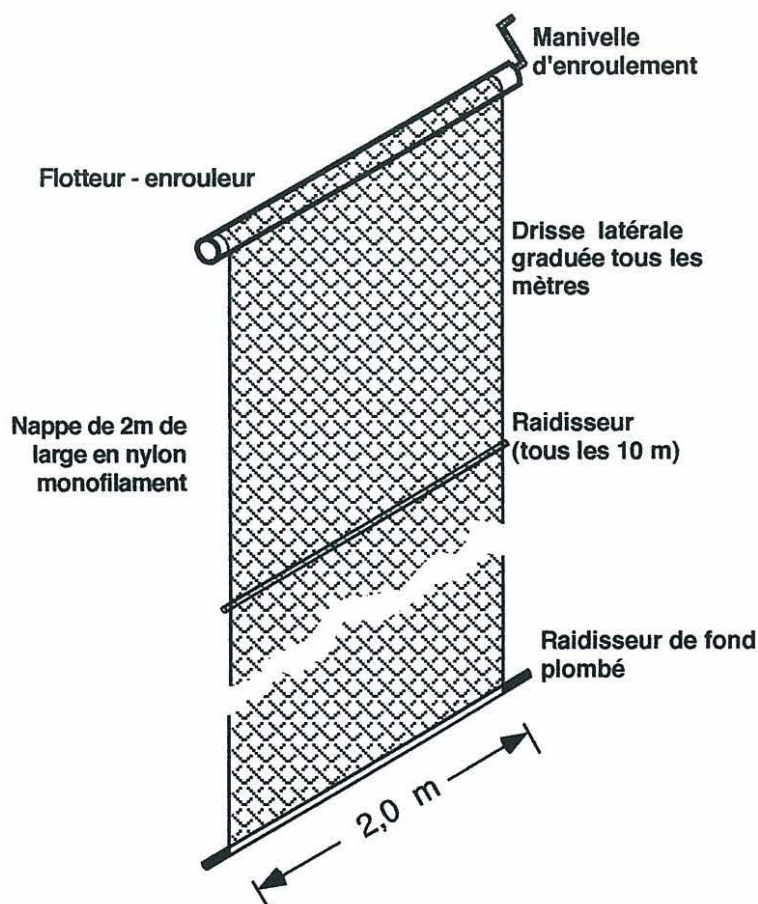
SRAE Rhône-Alpes, **1988**. Diagnose rapide des milieux lacustres – Le lac de Paladru – Rap. étude, 20 p.

VERNEAUX J. & al., **2001**. L'évaluation de l'aptitude biogène des lacs à l'aide du macrobenthos – Son intérêt en typologie in GERDEAUX D., "*Gestion piscicole des grands plans d'eau*" INRA Ed., Paris, 457 p. : 75-86.

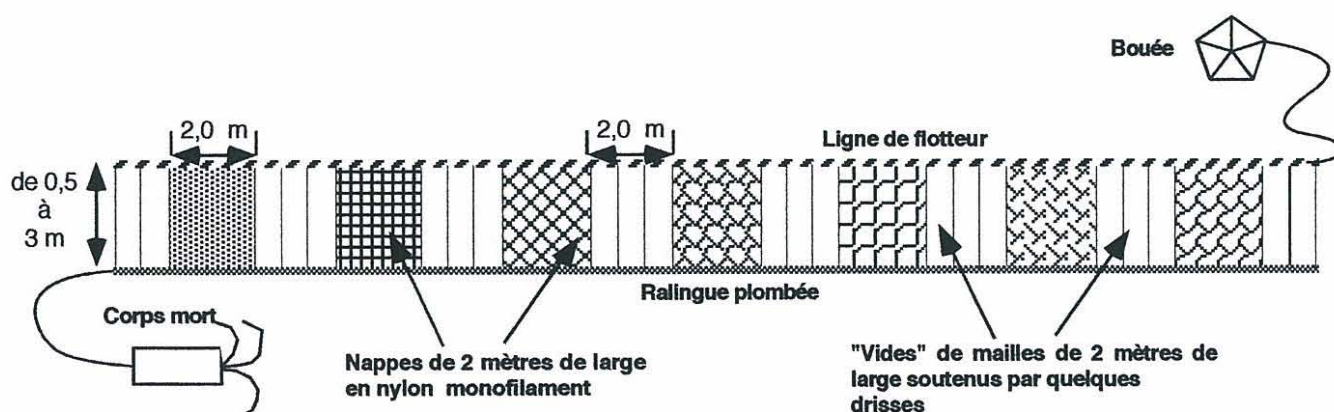
ANNEXES

Annexe 1 : schémas des filets verticaux et araignées multimailles utilisés pour réaliser une prospection standard -systématique, répétitive, pluri-saisonnière - de l'espace lacustre ; les deux dispositifs échantillonnent l'intégralité de la tranche d'eau des sites où ils sont disposés.

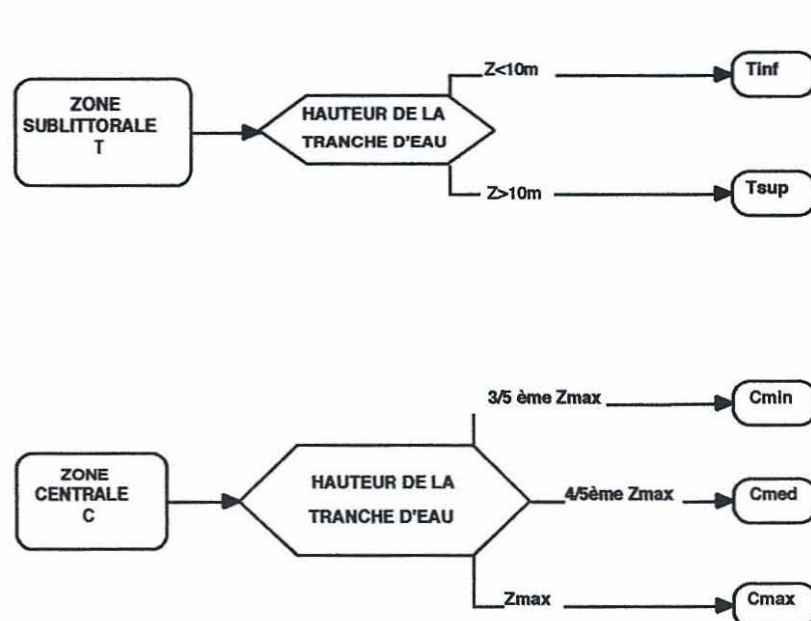
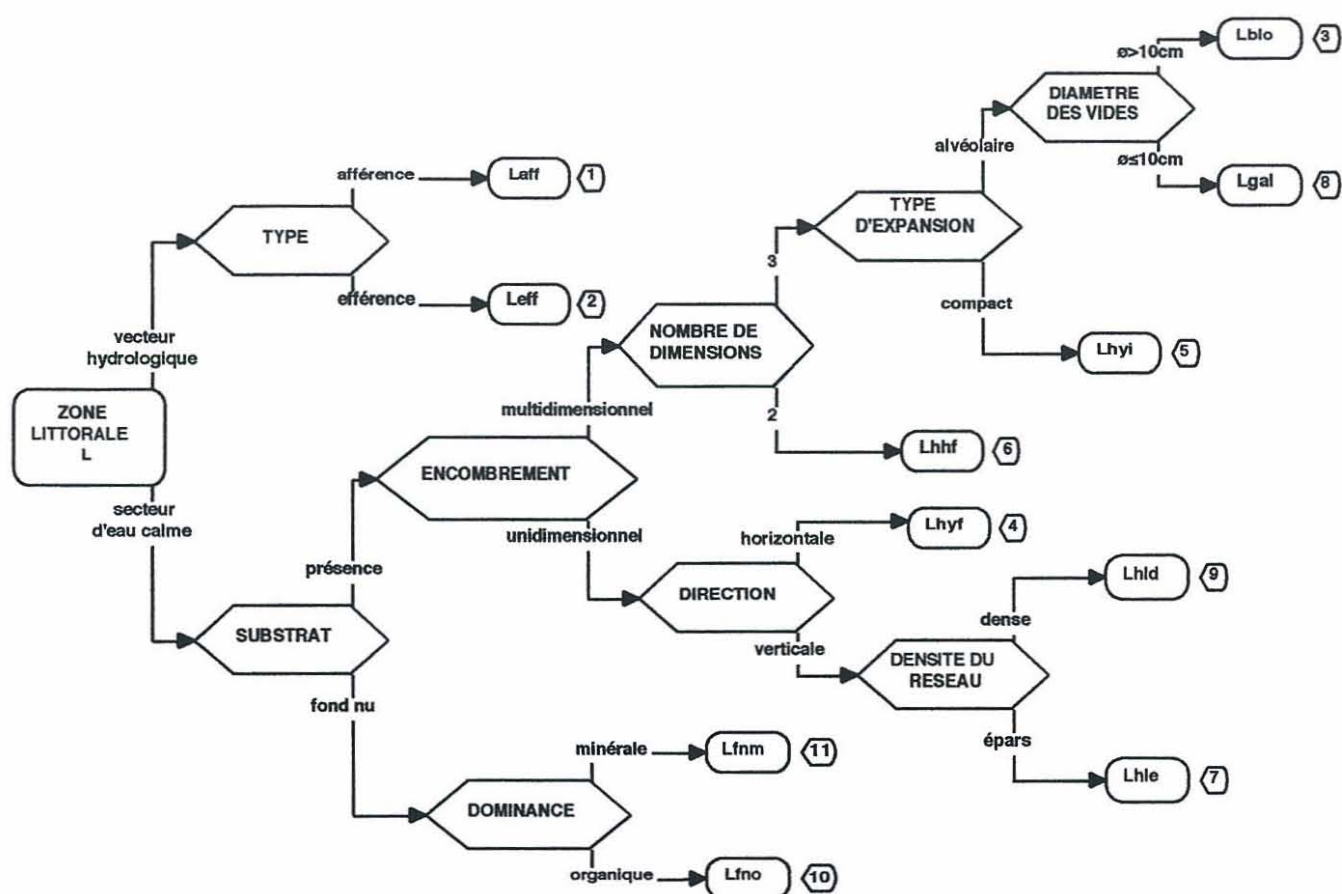
Filets verticaux utilisés en zone centrale et sublittorales par groupe de 7 formant batterie (vides de maille : 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60 mm)



Araignées "multimailles" formant l'équivalent d'une batterie de 7 filets verticaux en zone littorale



Annexe 2 : schéma de division et de codification de l'espace lacustre



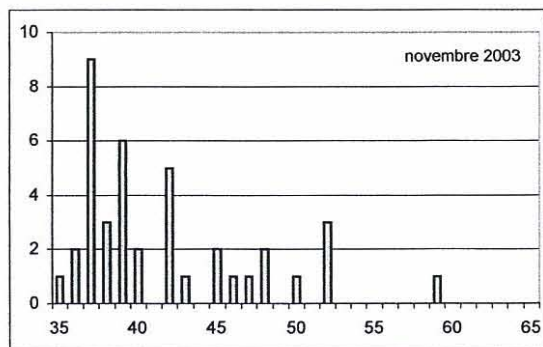
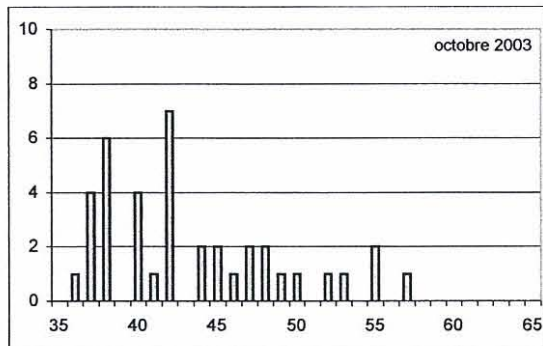
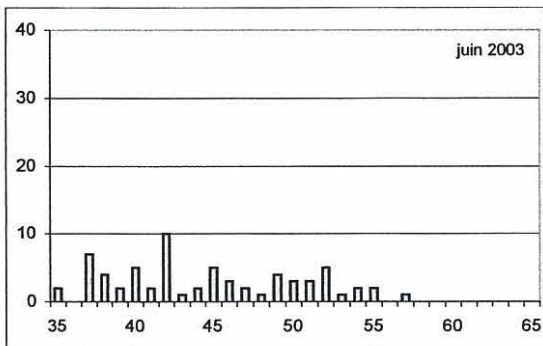
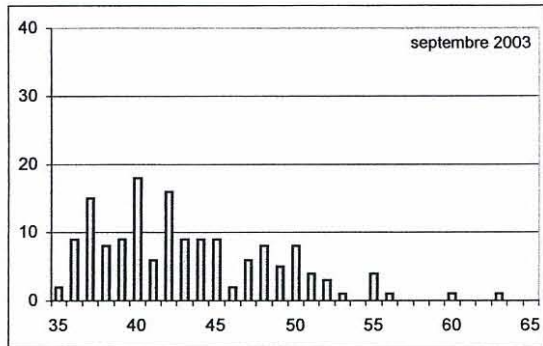
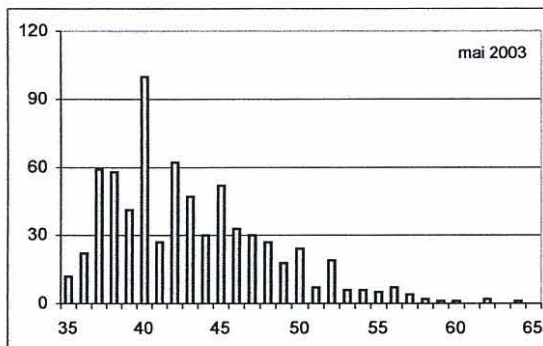
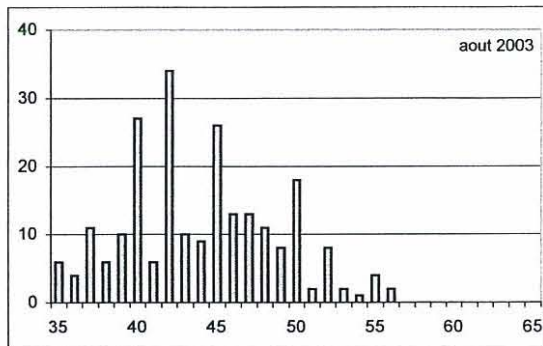
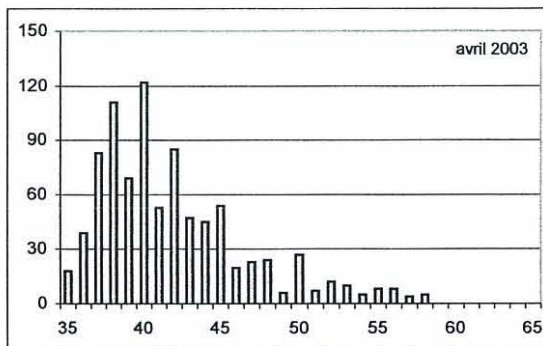
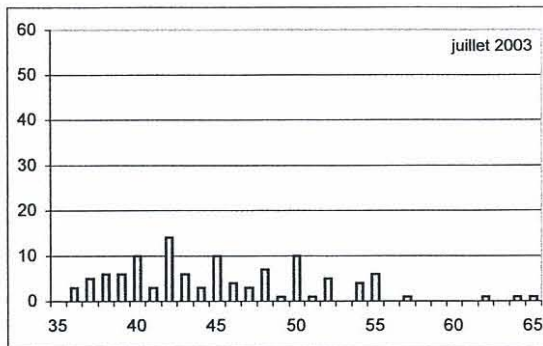
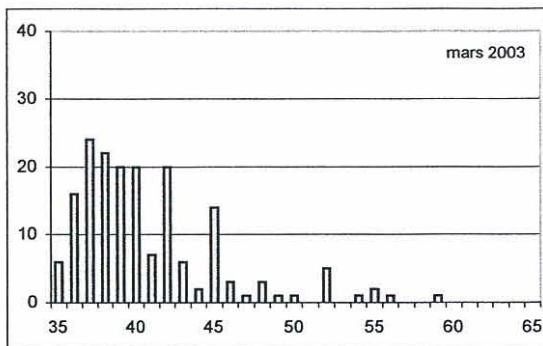
CODIFICATION DES POLES D'ATTRACTION LITTORAUX

- 1 Laff : afférence
- 2 Leff : efférence
- 3 Lblo : blocs ou branchages ménageant des anfractuosités ($\sigma > 10\text{cm}$)
- 4 Lhyf : hydrophytes flottants
- 5 Lhyl : hydrophytes immergés
- 6 Lhhf : association d'hydrophytes flottants et d'hélophytes
- 7 Lhle : hélophytes épars (espaces inter-tiges $> 10\text{ cm}$)
- 8 Lgal : galets graviers non colmatés (σ des anfractuosités $\leq 10\text{cm}$)
- 9 Lhld : hélophytes denses (espaces inter-tiges $\leq 10\text{cm}$)
- 10 Lfno : fond nu minéral (sable, craie, dalles...)
- 11 Lfno : fond nu organique (vase, tourbe...)

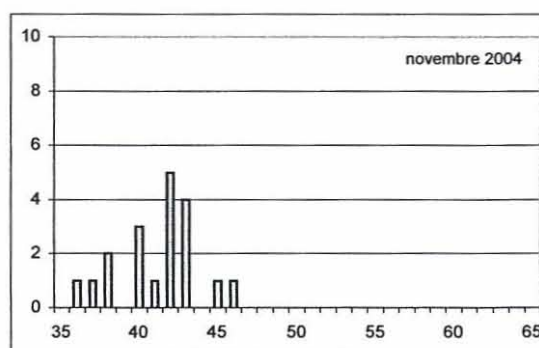
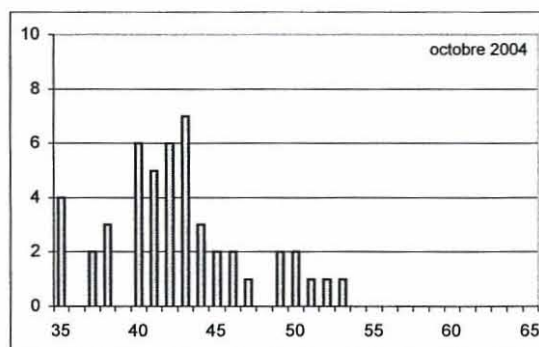
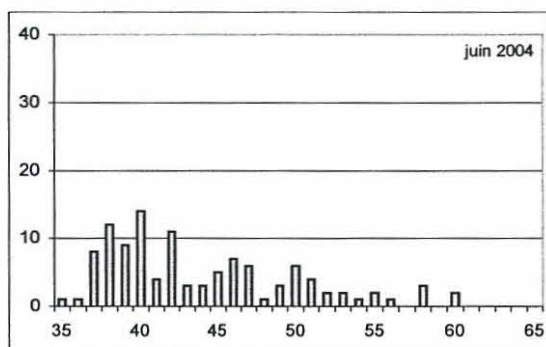
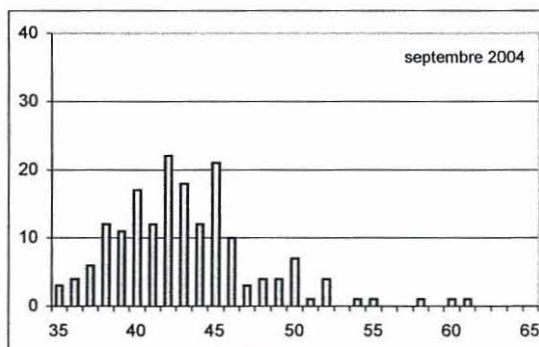
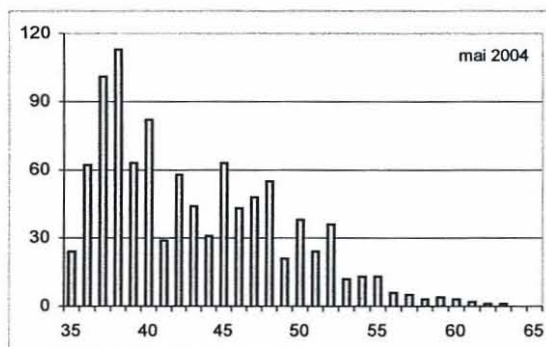
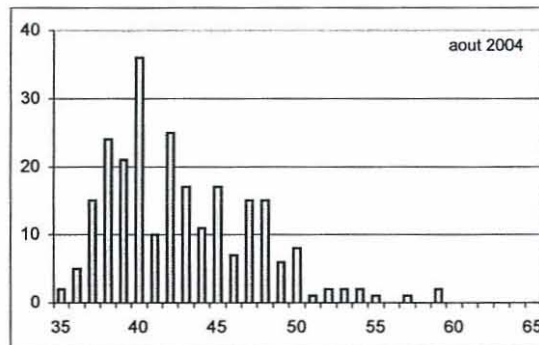
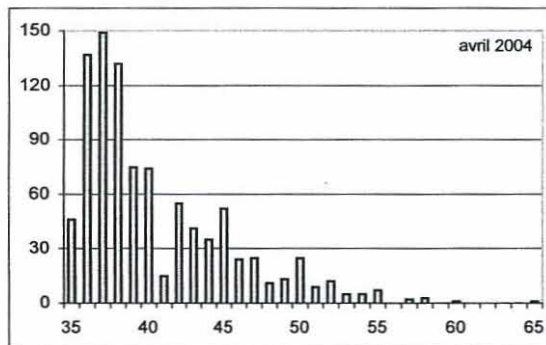
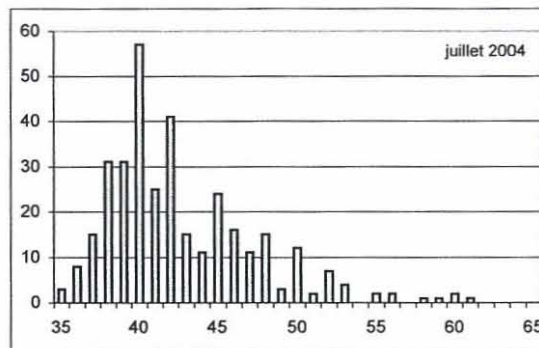
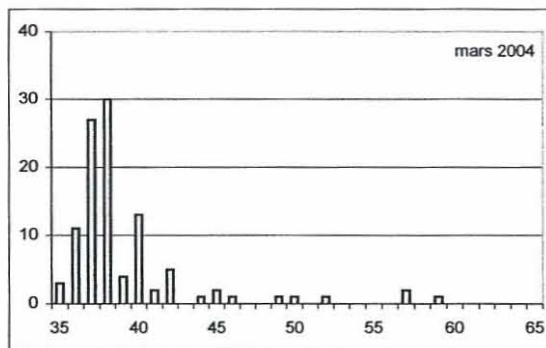
Annexe 3 : répartition en plan (distribution selon les pôles d'attraction) des captures numériques et pondérales des deux campagnes

Novembre 2005																		Juin 2006																	
Zône	POLE	ABL	BRB	BRE	BRO	CCO	CHA	CHE	COR	GAR	OBL	OCL	PER	ROT	TRL	Total	% par zone	Var./ zone	BRE	BRO	CHE	COR	GAR	OBL	OCL	PER	Total	% par zone	Var./ zone						
Effectifs	Centrale	CMA	2						35	22			5			64						7	3			6	16								
		CMED			1	1			12	11	2		4			31						6	1		3	1	11								
		CMIN	2	3		2			3	21	1	3	17	2		54	27,59	10	1			5	1		4	11	43,68	5							
	Sublittorale	TSUP	8	58	1		2			122	1	1	53	1		247						2	1		1	13	17								
		TINF	6	9		2				8			18	2	1	46	54,26	11			1		1		4	6	26,44	5							
	Littorale	LAFF					1			1				1		3						2				2	4								
		LBRA		1						2			15			18										3	3								
		LFNM		12		1				2			1			16				1						1	2								
		LGAL		1		1				1			9			12					2					1	3								
		LGGR		7					1	4			1			13					1					3	4								
		LHLD						1		1			1			3										7	7								
		LHLE		1						2						3					2					1	3								
		LHYI		1		2		1		2			24			30	18,15	7										29,89	3						
	Total/espèce		16	95	2	9	1	2	3	50	199	4	4	148	6	1	540	100	14	1	1	8	20	7	3	1	46	87	100						
Biomasses	Centrale	CMA	16						24574	424			59			25073						4661	1390			1885	7936								
		CMED			3100	250			6070	348	235		1765			11768						7600	900	457		125	9082								
		CMIN	22	19		9610			116	2589	170	25	7140	219		19910	53,96		3200		3847	40			4000	11087	50,03								
	Sublittorale	TSUP	91	341	3100		17			3400	180	10	11387	33		18559						1051	425		5	6065	7546								
		TINF	55	52		525				138			3197	55	3000	7022	24,32			2480		450			2445	5375	23,00								
	Littorale	LAFF					8500			398				1303		10201																			
		LBLO																																	
		LBRA		13						24			2383			2420					3543					1856	5399								
		LFNM		56		1850				49			7			1962				258						1117	1117								
		LGAL		4		140				23			891			1058					3360					600	858								
		LGGR		40				1720		118			113			1991									45	3405									
		LHLD						2900		41			5			2946					95					1837	1932								
		LHLE		3						68						71										1472	1472								
		LHYI		6		478		1223		99			395			2201	21,72				845					122	967	26,97							
Total/espèce		168	550	6200	12853	8500	17	5843	30760	7719	585	35	27342	1610	3000	105182	100		3200	258	10323	17159	3205	457	5	21569	56176	100							

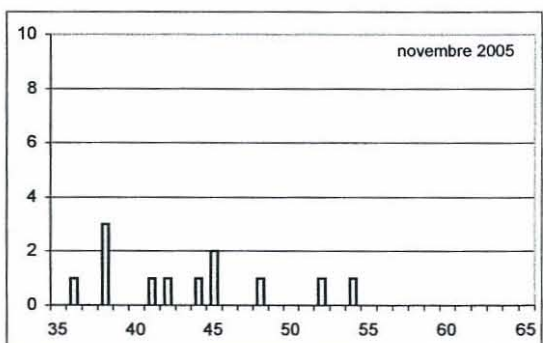
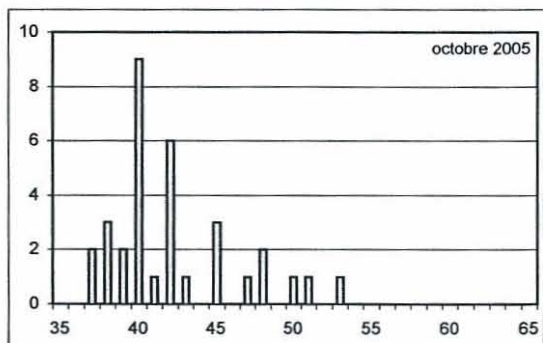
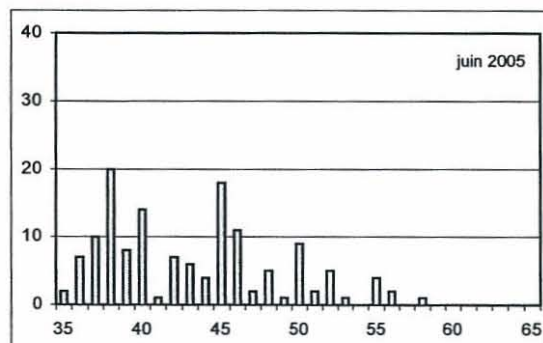
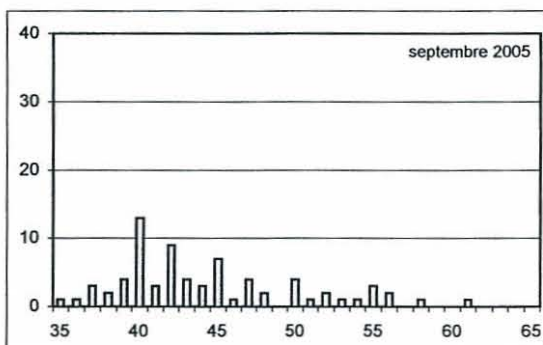
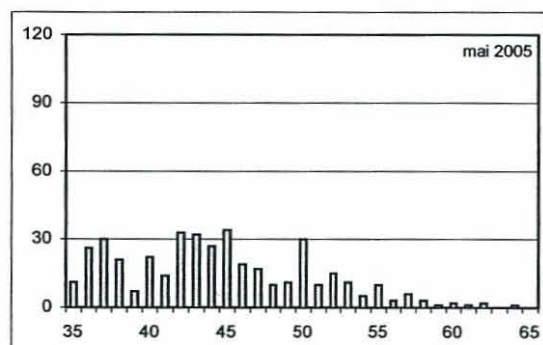
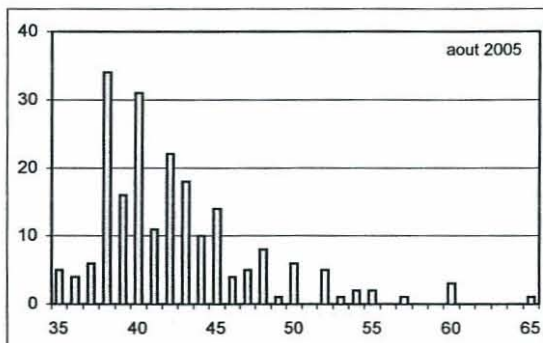
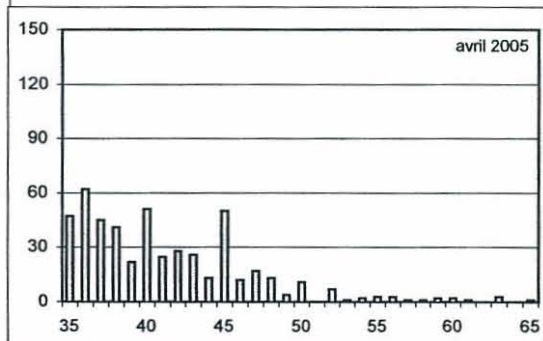
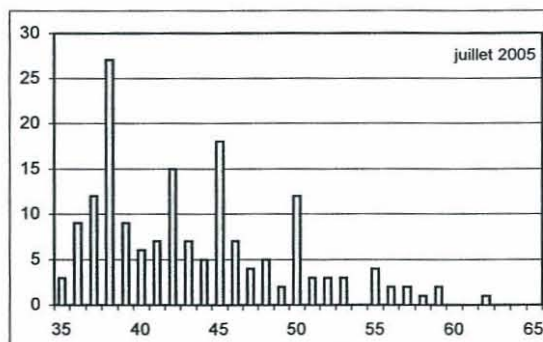
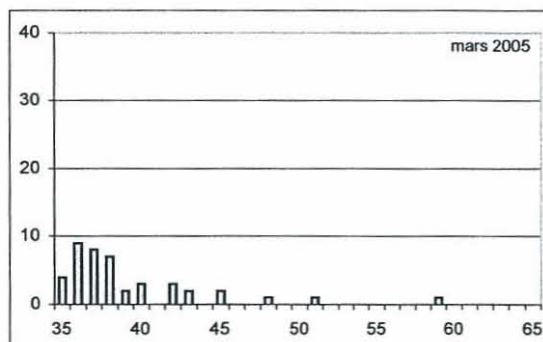
Annexe 4 a : histogrammes de tailles des corégones exportés en 2003



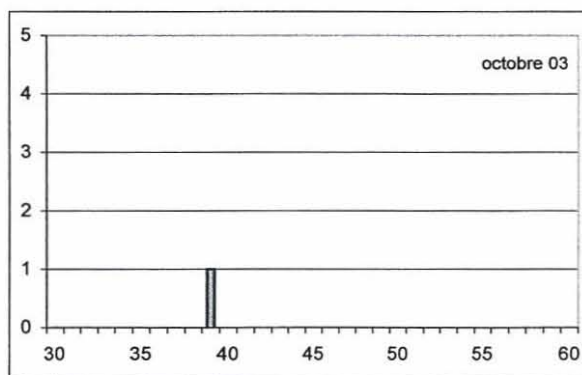
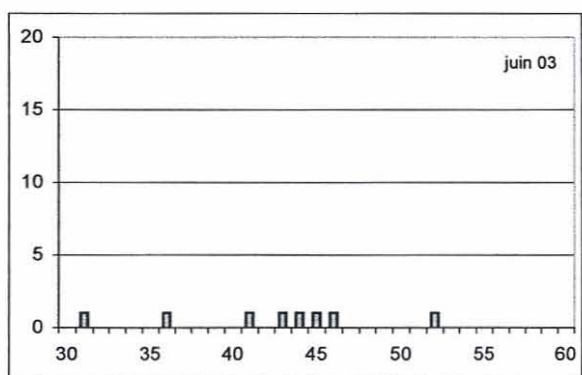
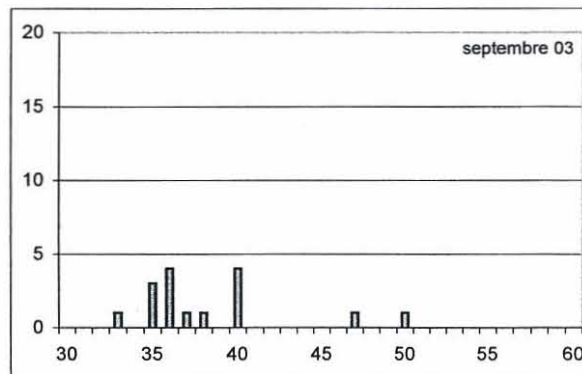
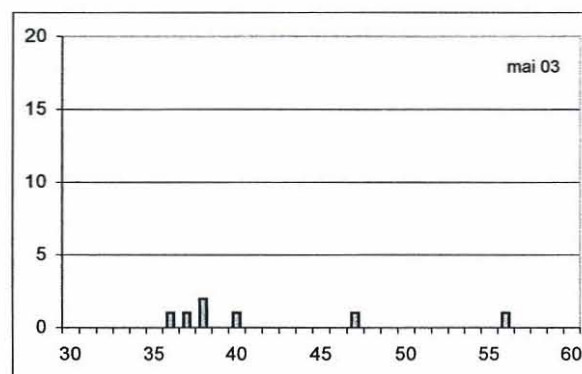
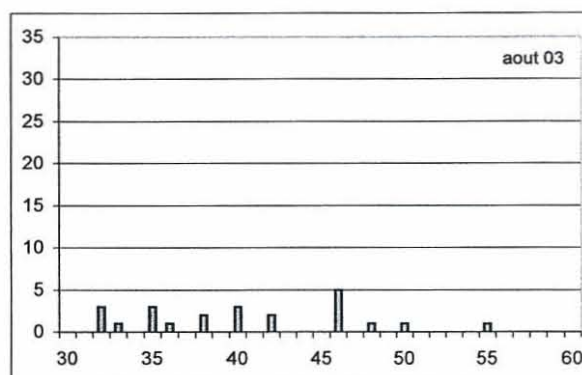
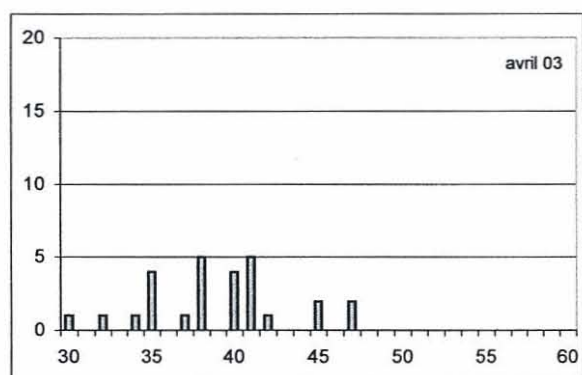
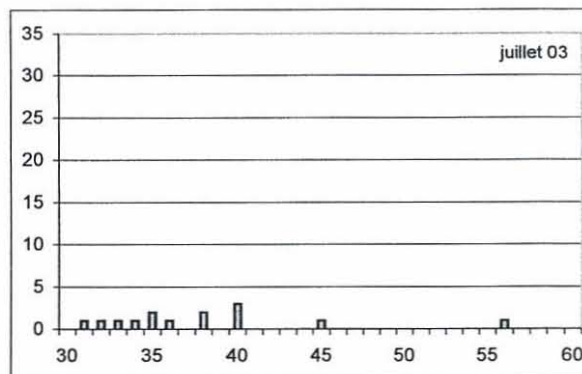
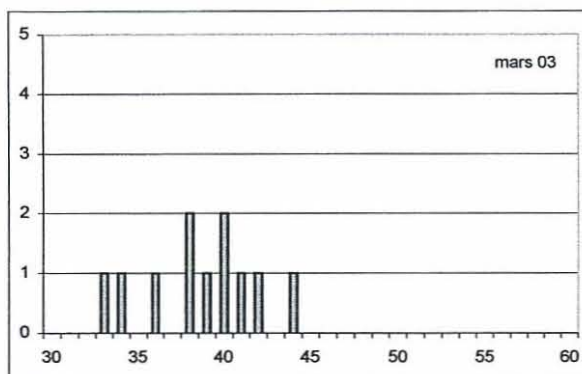
Annexe 4 b : histogrammes de tailles des corégones exportés en 2004



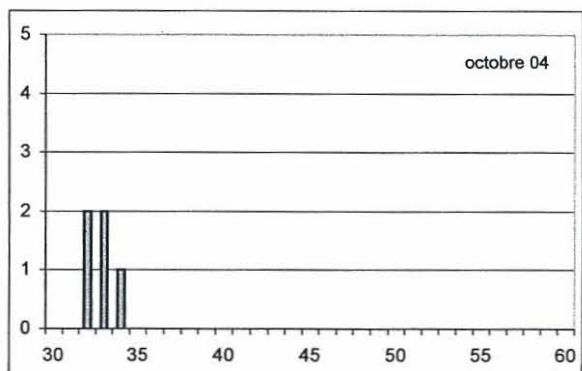
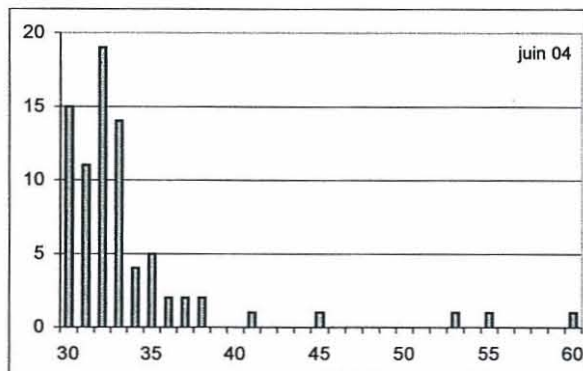
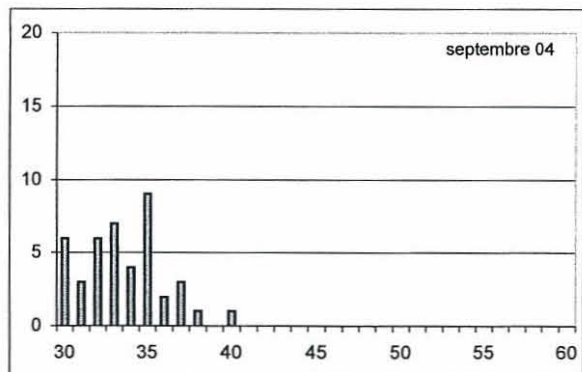
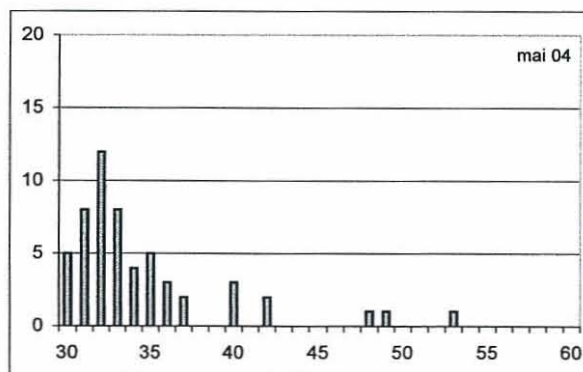
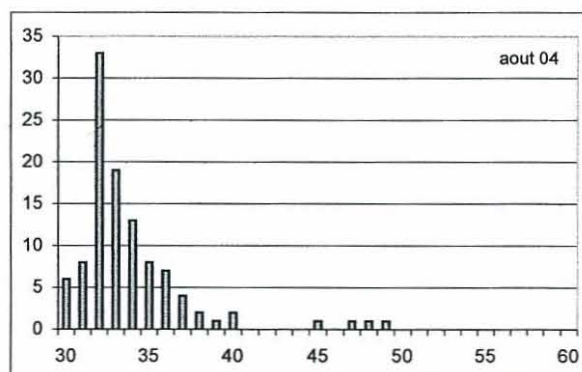
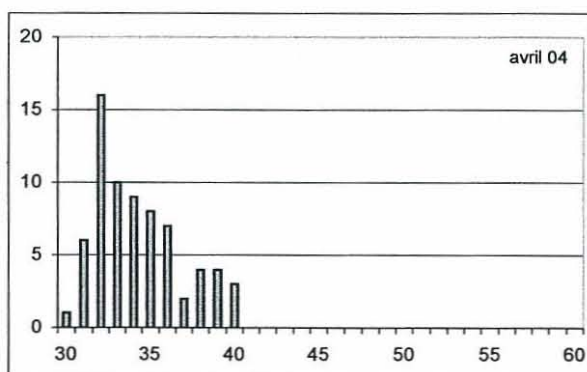
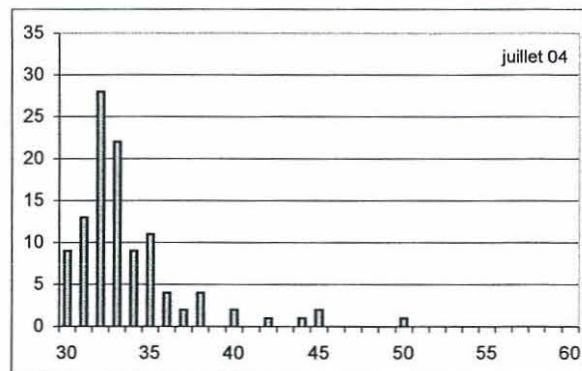
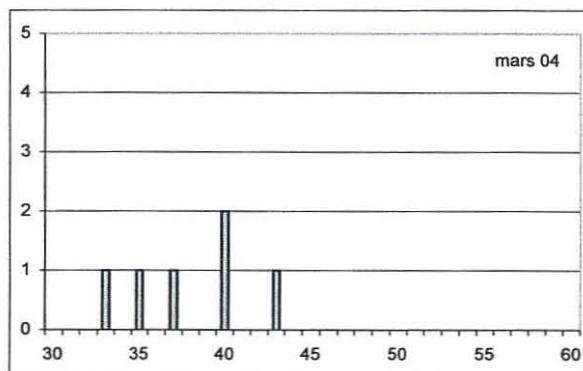
Annexe 4 c : histogrammes de tailles des corégones exportés en 2005



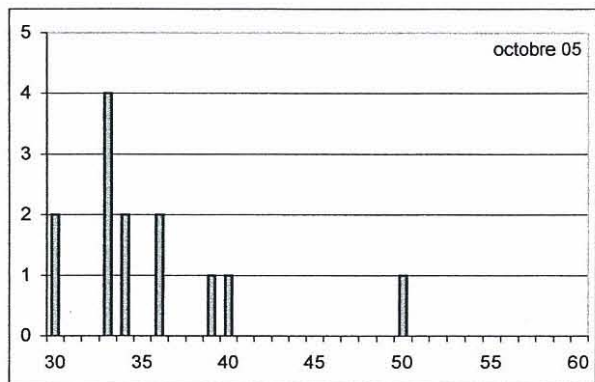
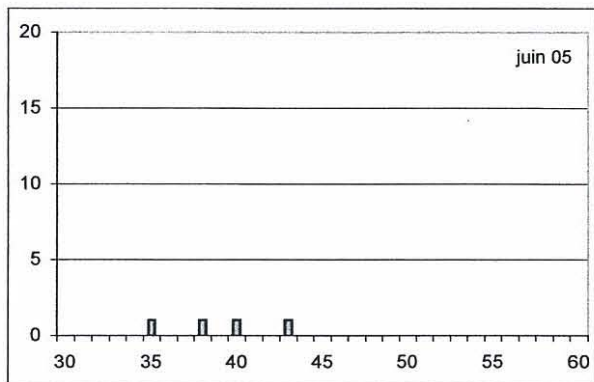
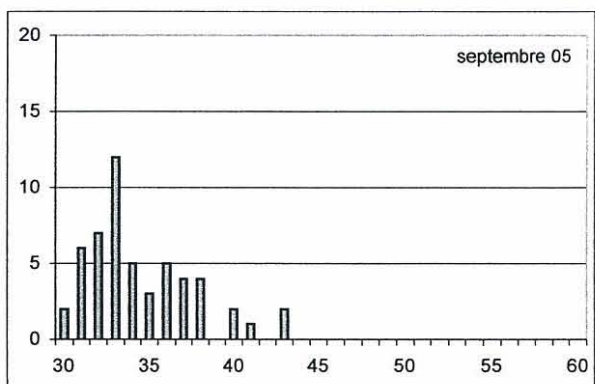
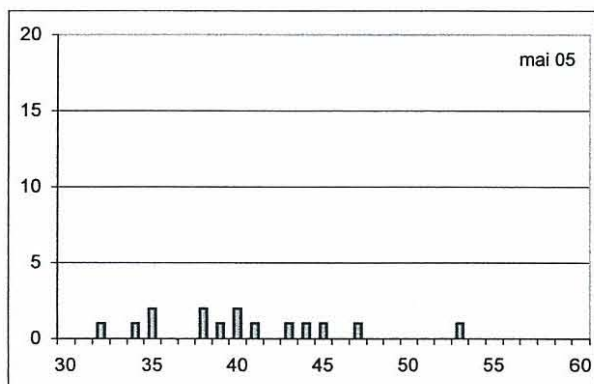
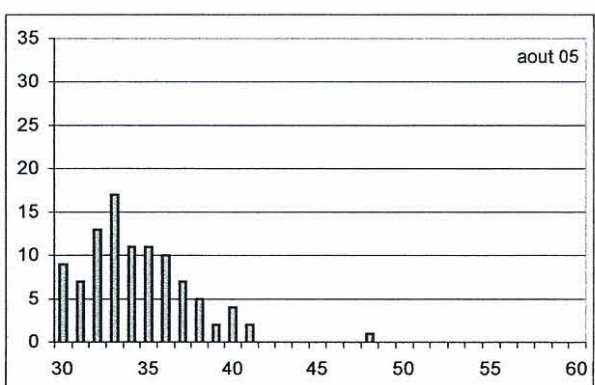
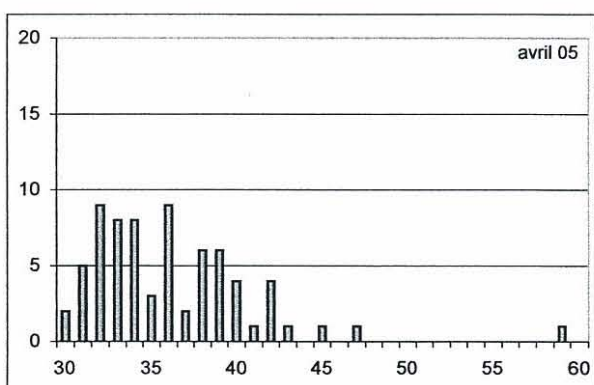
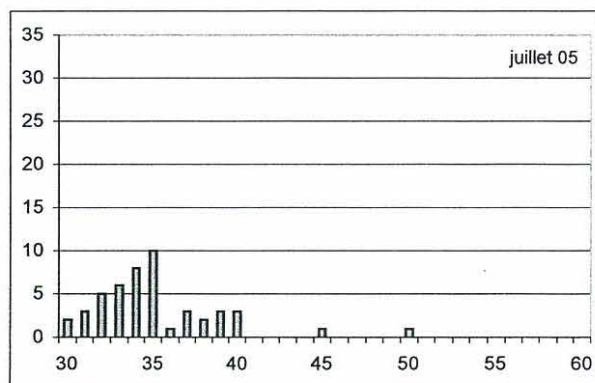
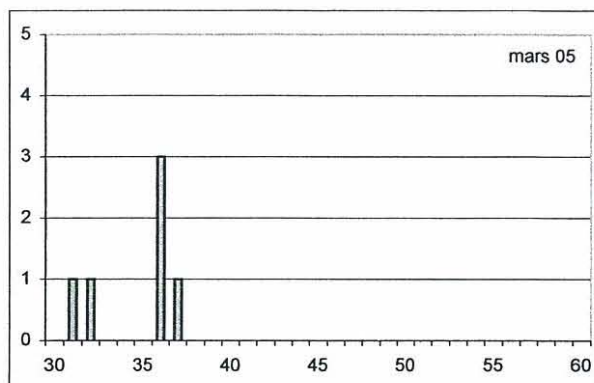
Annexe 5 a : histogrammes de tailles des ombles chevaliers exportés en 2003



Annexe 5 b : histogrammes de tailles des ombles chevaliers exportés en 2004



Annexe 5 c : histogrammes de tailles des ombles chevaliers exportés en 2005



ANNEXE 6 : Analyses ponctuelles de la qualité des eaux du lac de Paladru

Date prélèvement

9/05/05

Pour le compte

S.C.I. du lac de Paladru

Laboratoire :

Laboratoire régional d'analyse des eaux

60, allée Saint-Exupéry

ZIRST

38330 MONTBONNOT SAINT-MARTIN

Agent préleveur

G. Matraire

Numéro échantillon	94866	94867	94868	94869	94870
Site	lac embouchure Courbon	lac exutoire eaux pluviales	lac embouchure Pin	lac surface	lac fond
Heure	8h42	9h00	9h15	10h30	10h45
Physico-chimie					
Température in situ en °C	11,4	13,2	12	13,6	7,7
pH in situ à 11,4°C	8,25	8,25	8,25	8,3	8,8
DBO5 sans dilution en mg/l	0,6	0,97	1,7	<0,5	<0,05
DCO en mg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
O2 dissous en mg/l (O2) à 11,2°	10,5	10,4	10	10,2	10,9
Azote Kjeldahl en mg/l (N)	1,5	1,5	<1	<1	<1
Nitrates en mg/l (NO3)	8,1	7,5	20,8	7,7	5,8
Orthophosphates en mg/l (NO3)	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Phosphore total en mg/l (P2O5)	0,04	<0,02	0,08	0,04	0,22
Bactériologie					
Nb Escherichia Coli dans 100 ml (NPP)	<15	30	30	<15	<15
Nb enterocoques dans 100 ml (NPP)	<15	15	<15	<15	<15