



Centre de Cayenne



AMÉNAGEMENT HYDROÉLECTRIQUE DE PETIT-SAUT

**ÉTUDES RELATIVES AU SUIVI ICHTYOLOGIQUE
DANS LA RETENUE ET A L'AVAL**

ANNÉE 1999

RAPPORT FINAL

Commande N° 990301-IRD Cayenne

Bernard de Mérona

Janvier 2000

Ce travail a été réalisé avec la collaboration de : (*par ordre alphabétique*)

Jean-Claude BRON Technicien IRD

Emmanuelle GAUTHERET Stagiaire IRD

Sébastien LEBOSSÉ Stagiaire IRD

Rigobert PALMOT Technicien IRD

Rolland RUFFINE Technicien IRD

Michel TARCY Technicien IRD

Francisco Leonardo TEJERINA GARRO Allocataire de Recherche IRD

Régis VIGOUROUX VAT IRD

Et toute l'équipe du laboratoire HYDRECO.

1. Résumé

Les observations du suivi des peuplements ichtyologiques en 1999 illustrent le caractère encore largement dynamique et aléatoire des milieux sous l'influence du barrage de Petit-Saut.

Dans la retenue on assiste à la lente extinction d'une espèce très abondante dans les années précédentes, mais qui semble incapable de se reproduire dans ce milieu. Les espèces de petite taille et donc à cycle court prennent le pas sur les espèces de moyenne portée. La condition des principales espèces diminue ce qui pourrait représenter le signe avant-coureur d'un collapse de certaines populations. On observe par ailleurs une diminution du volume des captures qui pourrait être due à une distribution différente des poissons dans la masse d'eau.

A l'aval les captures varient beaucoup d'un prélèvement à l'autre. En juillet elles sont maximum avec une ou deux espèces dominantes. La régularité est alors faible et les poissons sont de plus petite taille. La reproduction des principales espèces semble très perturbée et la condition moyenne des individus de ces espèces est faible. En revanche une tendance à long terme à l'augmentation de la richesse spécifique et de la régularité est observée depuis 1995

2. Introduction

1999 est la troisième année du suivi long terme des peuplements de poissons dans la retenue de Petit-Saut et à l'aval du barrage. Avec la première phase du programme, ce sont donc déjà 6 ans de données accumulées.

Au cours de l'année 1998 un certain nombre de faits marquants avaient été observés:

- une diminution du poids moyen des poissons capturés attribuée à la substitution d'une espèce (*Tripurtheus rotundatus*) par des espèces de plus petite taille. Une remontée du poids moyen en novembre 1998 nous avait conduit à formuler l'hypothèse de la mise en place d'un cycle saisonnier. Cette hypothèse sera vérifiée cette année.
- Une stabilisation de la capture totale et de la richesse spécifique.
- Une homogénéisation des différentes zones du lac
- Des modifications sensibles dans la composition spécifique des peuplements
- Une diminution de la capture au front de la retenue attribuée aux phénomènes climatiques.
- Cette diminution générale est accompagnée d'une grande variabilité de tous les paramètres des peuplements ce qui suggère un milieu instable d'interface.
- A l'aval aucune tendance nette d'évolution à long terme n'était perceptible, mais de larges variations des paramètres des peuplements.

Après une année hydrologique très déficitaire en 1998, l'année 1999 a vu une crue d'intensité "normale" (Figure 1). En dépit de cette hydrologie normale, le débit restitué à l'aval est resté faible pendant toute l'année 1999. Le volume d'eau entrant a été utilisé pour le remplissage de la retenue qui, entre décembre 1998 et juillet 1999 est passé du niveau 31 m au niveau maximum de 35 m.

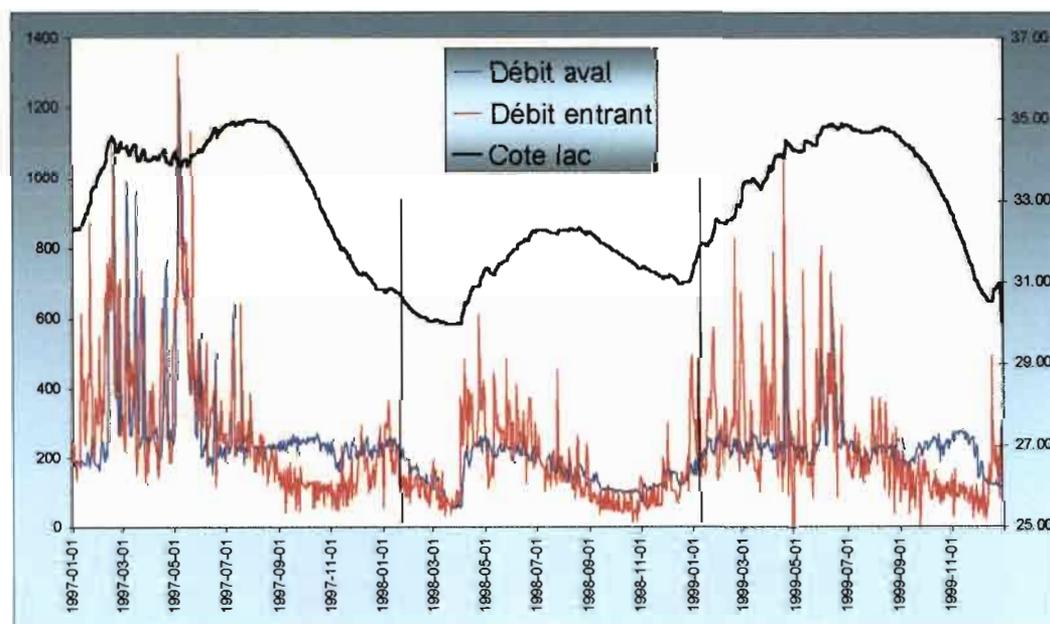


Figure 1. Evolution des débits entrant et sortant de la retenue et cote de la retenue entre 1997 et 1999.

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Echantillonnage

3.1.1. Les stations

- Le plan d'échantillonnage comprend 6 stations réparties le long du cours du Sinnamary (Figure 2). Les trois stations amont n'ont malheureusement pas été retenues par EDF dans le plan de surveillance de la faune.

Trois stations sont situées dans le réservoir lui-même. Ce sont de l'amont vers l'aval :

- Takari Tanté : l'échantillonnage se fait dans la partie du réservoir située immédiatement en aval du saut. Suivant le niveau d'eau dans le lac, cette station se présente soit comme un milieu lacustre, soit comme un milieu lentique.
- Vata située sur l'ancien cours du Sinnamary à égale distance de la tête du réservoir et du barrage. L'échantillonnage s'effectue dans deux milieux contrastés : d'une part dans les eaux libres de toute végétation rémanente, et d'autre part dans les milieux marginaux encombrés des restes de la forêt inondée.
- Crique Plomb située dans la partie inférieure du réservoir à une dizaine de km de la digue. Comme dans la station précédente, l'échantillonnage se fait dans les eaux libres et dans les milieux marginaux.

Trois stations sont situées dans le cours aval du Sinnamary. Ce sont de l'amont vers l'aval :

- Kerenroch. Il s'agit d'une barrière rocheuse située à moins de 10 km de la digue du barrage. L'échantillonnage a lieu en aval de la barrière.
- Vénus située à environ 30 km en aval du barrage. A ce niveau le fleuve est profond et large et est soumis à d'importantes variations de niveau du fait de l'influence de la marée dynamique.
- Saulnier située à une soixantaine de km du barrage juste à l'amont de la dernière barre rocheuse rencontrée sur le Sinnamary. L'influence de la marée dynamique est là aussi importante.

On notera par rapport à l'année précédente l'abandon de la station "pied du barrage". Cette station, qui avait été mise en place pour vérifier l'accumulation de poissons au pied du barrage dans les premières années après la fermeture, ne présentait plus le même intérêt en 1998. Les captures étaient revenues à un niveau faible et le fait que le milieu prospecté était très différent des autres milieux ne permettait pas de véritable comparaison. Par ailleurs, en dépit de la limitation à une seule station préconisée par EDF, l'échantillonnage a continué dans les deux autres stations aval car nous avons considéré comme indispensable ces données pour une interprétation correcte des évolutions.

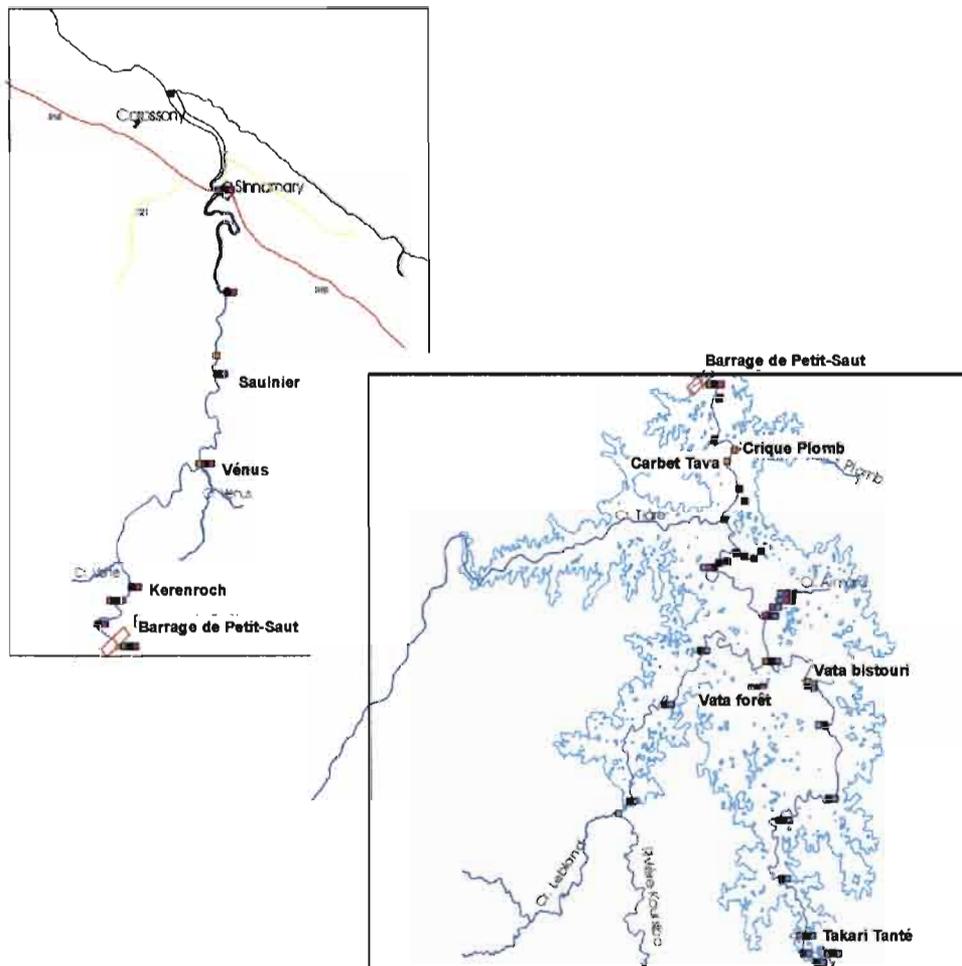


Figure 2 . Position des stations d'échantillonnage de poissons sur le Sinnamary.

3.1.2. La fréquence

A la suite d'une première étude visant à suivre les effets à court terme de la fermeture du barrage de Petit-Saut et de la mise en eau de la retenue (Lauzanne et al., 1995 ; Mérona et al., 1996 ; Mérona, 1997), une méthodologie allégée permettant un suivi à long terme de l'évolution des peuplements de poissons avait été mise au point (Mérona, 1998). Deux campagnes d'échantillonnage sont réalisées annuellement à deux époques clés du cycle naturel supposé des principales populations induit par le cycle hydrologique. La première campagne a lieu aux mois de juin et juillet, période qui correspond en général à la fin de la crue et au cours de laquelle la pêche expérimentale peut capturer les poissons nés au début de la crue d'âge 0⁺. L'amont et le réservoir sont échantillonnés au mois de juin et l'aval au mois de juillet. La deuxième campagne se déroule aux mois de novembre (pour l'amont et le réservoir) et décembre (pour l'aval). La période correspond à la fin de l'étiage et au tout début de la saison des pluies, époque où les poissons retrouvent de bonnes conditions d'alimentation et, pour beaucoup d'espèces, se préparent à la reproduction.

3.1.3. La méthode d'échantillonnage

L'échantillonnage est pratiqué à l'aide de batteries de filets maillants de surface. Une batterie comprend 10 filets de superficie identique (25 m de long sur 2 m de chute) et de

maille croissante de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60 et 70 mm. Selon les possibilités matérielles, une ou deux batteries sont utilisées.

Les filets sont posés le soir, avant la tombée de la nuit, entre 17 et 18h et sont relevés le matin suivant entre 7h et 8h.

Pour la pose on choisit des sites où le courant est faible à nul. Les filets sont disposés parallèlement à la berge et attaché à ses deux extrémités

Les captures sont séparées dans des sacs avant d'être rapportées au camp. Elles sont alors enregistrées par filet en déterminant les spécimens à l'espèce.

3.1.4. Traitement du matériel biologique

Les variables récoltées sont :

Le nombre de spécimens par filet et par espèce,

Le poids de ces spécimens par filet et par espèce,

La taille des spécimens. Lorsque le nombre de spécimens d'une même espèce dans un même filet est élevé, un sous-échantillon est prélevé au hasard pour les mesures de taille,

Le poids individuel des spécimens par espèce. Un sous-échantillon est alors prélevé dont la taille dépend de la gamme de taille capturée en vue d'obtenir une relation taille-poids qui couvre un large éventail de taille,

Le sexe. Là aussi, un sous-échantillon est alors prélevé au hasard.

Le contenu stomacal. Lorsqu'il est déterminable macroscopiquement, sinon, l'estomac est prélevé et conservé dans l'alcool.

3.1.5. Traitement des données

Les informations sont stockées sous tableur Excel avec une ligne correspondant à un exemplaire et contenant la date, le nom de la station de collecte, le moyen de capture (maille et numéro du filet), le nom du genre, le nom de l'espèce, le code de l'espèce, la taille du spécimen (lorsqu'il a été mesuré), son poids (lorsqu'il a été pesé, sinon le poids moyen calculé à partir du poids total d'un certain nombre de spécimens), le poids global d'un groupe de spécimens si ils ont été pesés ensemble, une indication sur la nature de l'information poids, le sexe et éventuellement le stade sexuel, le contenu stomacal éventuellement, une observation le cas échéant, et le numéro de prélèvement si le spécimen ou un de ses organes a été prélevé.

3.1.5.1. Indice d'abondance

Pour le calcul d'un indice d'abondance, la capture de chacun des filets est sommée et le résultat est ramené à une batterie lorsque plusieurs batteries ont été utilisées conjointement. L'indice est donc exprimé en nombre capturé par batterie et par nuit de pêche.

3.1.5.2. Poids moyen

Une relation linéaire est calculée entre le nombre d'individu pêchés et le poids total. Il s'agit de visualiser l'évolution du poids en éliminant l'effet de l'abondance générale du peuplement. La mesure est donc un indice du poids moyen des individus dans l'assemblage. La variable étudiée est alors le résidu du poids observé par rapport à la relation moyenne calculée.

3.1.5.3. Richesse et diversité

La richesse ou nombre d'espèces dans l'échantillon est une fonction de l'intensité de l'échantillonnage, mais est aussi fonction de l'abondance (Magurran, 1988). En effet, si l'ensemble du peuplement est abondant, les espèces peu nombreuses seront elles aussi plus abondantes et leur probabilité de capture augmente. Ainsi nous ajustons un modèle linéaire généralisé avec la richesse observée comme variable dépendante et le nombre de batteries utilisées et le nombre de spécimens pêchés comme variables explicatives. La variable étudiée est donc le résidu de la richesse observée par rapport à cette relation moyenne. (voir annexe 2).

Une autre composante de la diversité est la régularité des peuplements que nous calculons à partir de la formule de l'équitabilité.

$$E = - \sum p_i \log_2 p_i / \log_2 R$$

Où les p_i sont les fréquences relatives des espèces et R la richesse spécifique.

3.1.5.4. Composition spécifique

Une analyse des correspondances est réalisée sur les matrices espèces x échantillons pratiqués aux mois de juin et de novembre de 1994 à 1998 dans le système lac-amont. Ce sont 72 échantillons. Les espèces prises en compte sont au nombre de 32 : ce sont celles qui ensemble représentent plus de 99 % de la capture totale, tous échantillons groupés.

L'évolution temporelle de l'abondance de certaines espèces ou groupe d'espèces est mise en évidence par les graphiques des captures temporelles en fonction du temps. Pour l'aval l'indice de dominance des principales familles est calculé par la formule :

$$D = \text{ARCSIN}(N_i/N)$$

Où N_i est le nombre d'individus de la famille i et N le nombre total d'individus du prélèvement.

3.1.5.5. Structure en taille

L'établissement des structures en taille implique un certain nombre de corrections. En effet, d'une part lorsque une espèce est représentée par de très nombreux individus dans un filet de maille donné, tous les individus ne sont pas mesurés et les tailles capturées par cette maille seraient sous-représentées par une simple addition des individus mesurés. Il est donc nécessaire de répartir les poissons non mesurés dans la structure des mesurés. D'autre part lorsque plusieurs échantillons sont utilisés pour établir une structure en taille (par exemple dans le fleuve à l'amont) nous exprimons les captures par classe de taille par unité d'effort afin de ne pas donner à un site particulier une importance différente des autres. Enfin, pour certains échantillons, des batteries réduites ont été ajoutées aux batteries standard. Il est donc nécessaire dans ce cas d'exprimer pour chaque maille et pour chaque classe de taille la capture en nombre par unité d'effort. Ce travail de standardisation étant effectué, les structures en taille sont établies par sexe et mises en graphique.

3.1.5.6. Relation taille poids et coefficient de condition

La condition moyenne des individus d'une espèce déterminée à une période donnée est évaluée par les résidus par rapport à la relation générale liant le poids et la longueur standard. Les données de longueur et de poids sont tout d'abord normalisées par une transformation logarithme décimal. Une régression linéaire est alors calculée entre $\log P$ et $\log L$ pour établir la relation :

$$\text{Log}P = b.\text{log}L + a$$

On calcule ensuite un modèle linéaire généralisé liant ces résidus (variable dépendante) à la période de prélèvement et au sexe (variables indépendantes). Les effets des variables indépendantes sont testées et le graphique de l'évolution des résidus en fonction de la période est présenté.

4. Résultats

4.1. La retenue

On trouvera en annexe 1 les tableaux récapitulatifs des captures spécifiques dans chacune des stations et aux deux dates de prélèvement.

4.1.1. L'indice d'abondance

Après un record de plus de 600 poissons par batterie en juin 1997, la capture semble s'être stabilisée au front (Figure 3). Cette constance dans la capture au front est surprenante si l'on considère les variations importantes de l'hydrologie pendant la période 97-99. L'année 1998 a été très déficitaire et a conduit à une baisse importante du niveau du lac. Ces variations du niveau du lac entraînent de profondes modifications dans les caractéristiques de la station du front. En période de hautes eaux du lac, le milieu est pratiquement stagnant avec de nombreuses zones marginales inondées, alors que pendant les périodes d'eaux basses du lac le milieu redevient franchement lotique avec peu de zones inondées et un fort courant. La capture dans le lac semble elle-aussi s'être stabilisée encore que l'échantillon de novembre 1999 soit peu abondant avec une capture de près de la moitié de celui de juin.

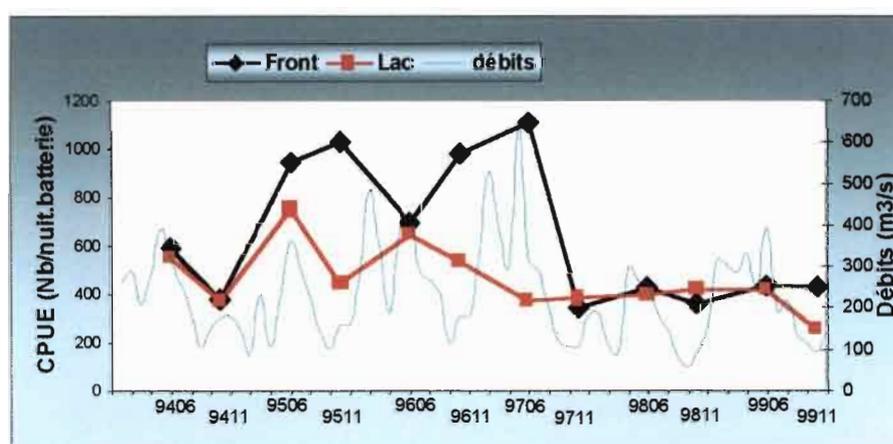


Figure 3. Evolution de la capture dans la retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage. (Le prélèvement de la station Vata bistouri a été corrigé du fait de l'absence de la maille 15 mm au moment du prélèvement: la capture de la maille 15 mm de la station Vata forêt a été ajoutée à la capture totale de Vata bistouri)

Cette diminution de l'abondance moyenne dans la retenue se doit à une capture beaucoup plus faible dans la zone moyenne (Figure 4). Celle-ci revient à un niveau comparable à celui de la zone basse.

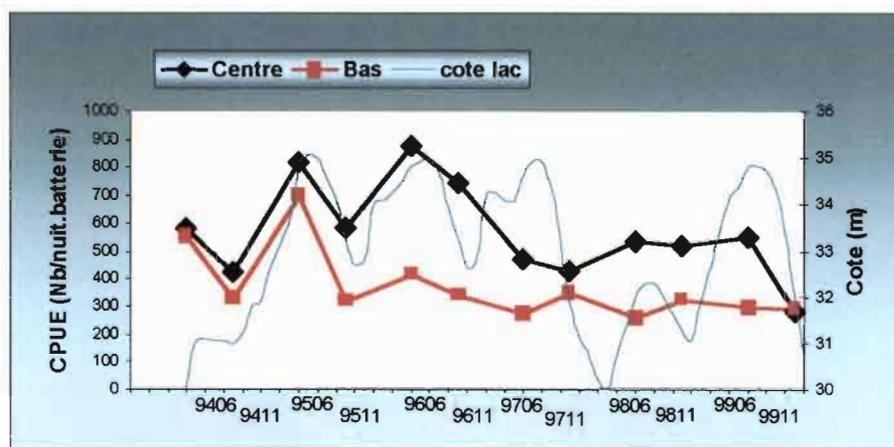


Figure 4. Evolution de la capture dans les deux zones du lac de retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

L'abondance dans les différents milieux qui semblaient s'équilibrer dans les années précédentes est très variable en 1999 (Figure 5). Plus élevée en milieu marginal en juin, elle diminue dans ces milieux en novembre et devient largement inférieure à l'abondance en milieu ouvert. Les conditions de pêche étant maintenant satisfaisantes dans ces deux milieux, on ne peut expliquer ces variations que par une variabilité aléatoire naturelle des populations de poissons.

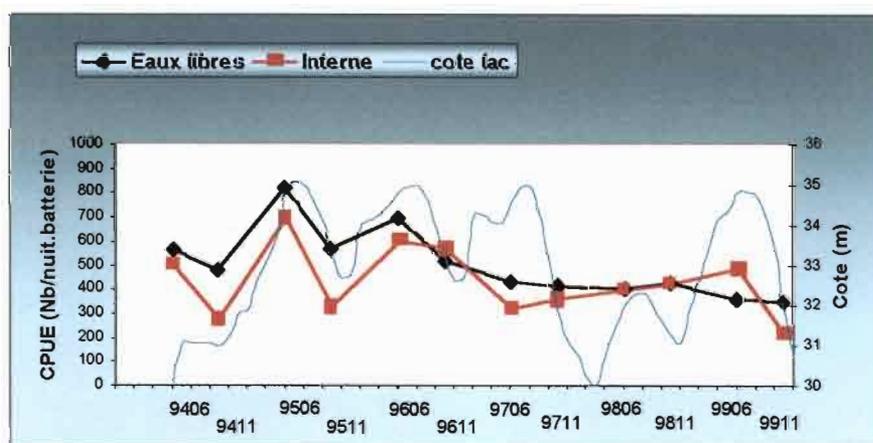


Figure 5. Evolution de la capture dans les différents milieux échantillonnés du lac de retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

4.1.2. Le poids moyen

Le poids moyen subit toujours de variations importantes au niveau du front (Figure 6). Cette évolution n'est pas liée à un cycle saisonnier puisque on observe une baisse continue depuis novembre 1998. Dans ce milieu ce paramètre est très influencé par la capture de gros individus. On sait que l'aimara est, depuis quelques années, très abondant dans cette zone mais en même temps qu'il subit une pression de pêche importante. La diminution observée dans le poids moyen des poissons au front pourrait ainsi être la conséquence de la diminution progressive des tailles des aimaras capturés. Dans le lac de retenue le poids moyen reste relativement stable après sa baisse à partir de novembre 1997 (Figure 6).

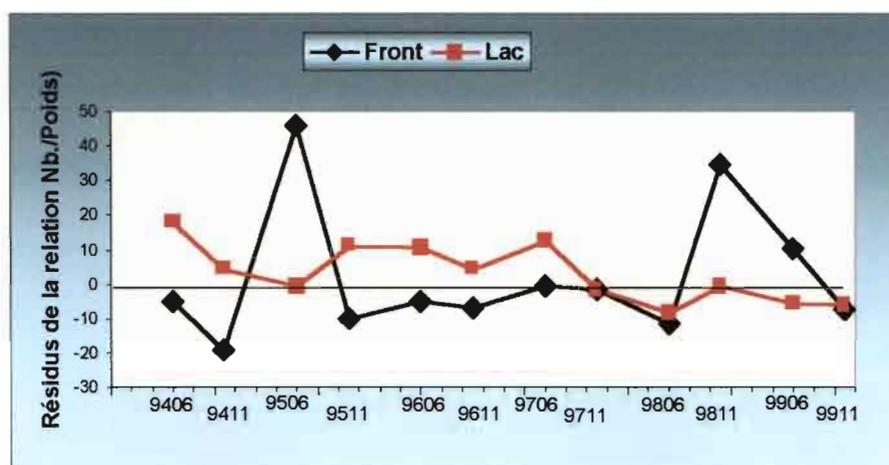


Figure 6. Evolution du poids moyen individuel (résidus de la regression P/N) dans la retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

Dans le détail, il reste très inférieur dans la zone basse du lac comparé à la zone moyenne (Figure 7) et suit des évolutions aléatoires dans les deux milieux échantillonnés (Figure 8).

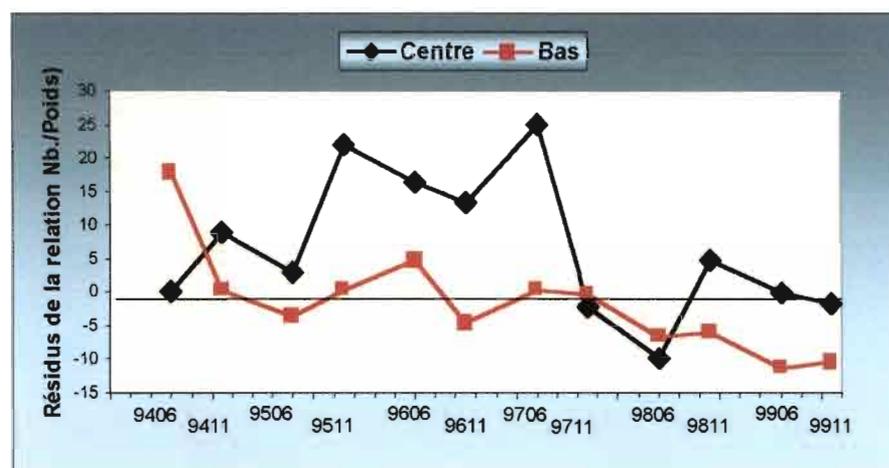


Figure 7. Evolution du poids moyen individuel (résidus de la regression P/N) dans les deux zones du lac de retenue prospectées depuis la fermeture du barrage de Petit-Saut.

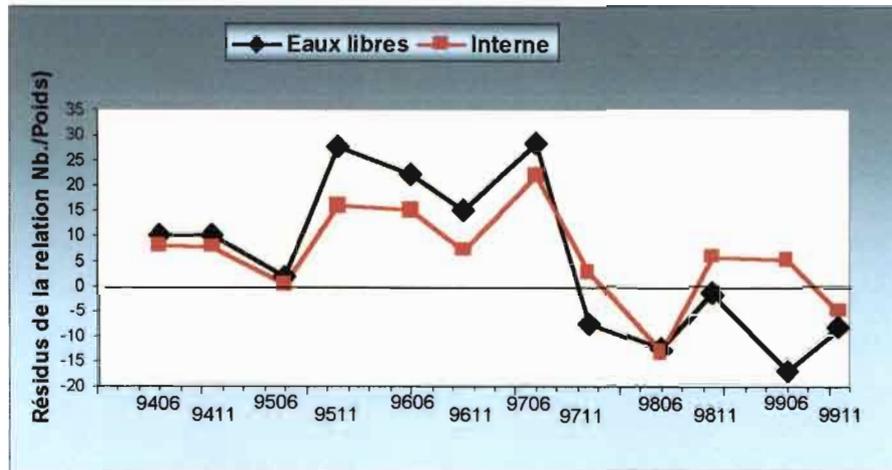


Figure 8. Evolution du poids moyen individuel (résidus de la régression P/N) dans les différents milieux échantillonnés du lac de retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

4.1.3. La richesse et la diversité;

La richesse spécifique est toujours relativement élevée au front de la retenue avec une moyenne d'environ 24 espèces par batterie (Figure 9).

En revanche, après une baisse régulière et sensible de la richesse spécifique dans le lac entre 1994 et 1996, ce paramètre tend à se stabiliser à une valeur moyenne avec 17 et 15 espèces par batterie respectivement en juin et en novembre 1999 (Figure 9). En nombre d'espèces cumulées sur l'année le total observé est de 32.

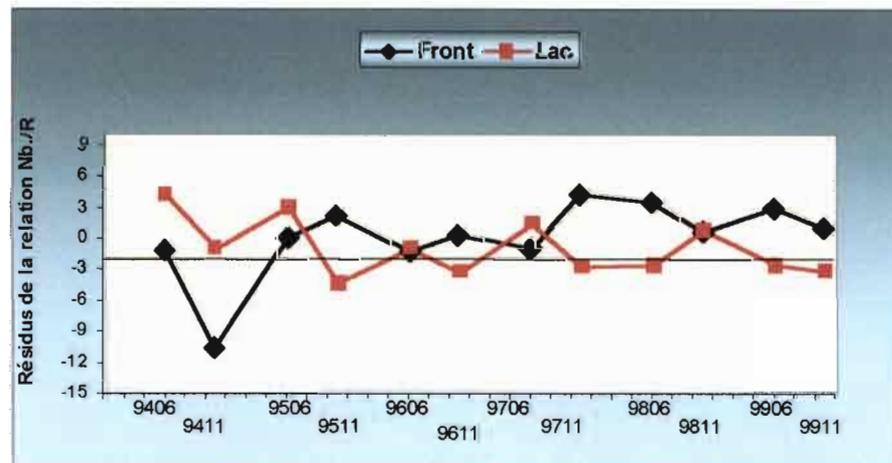


Figure 9. Evolution de la richesse spécifique résiduelle (résidus de la régression R/batt.,Nb) dans la retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

La richesse reste inférieure dans la zone basse du lac et dans les eaux libres (Figure 10)

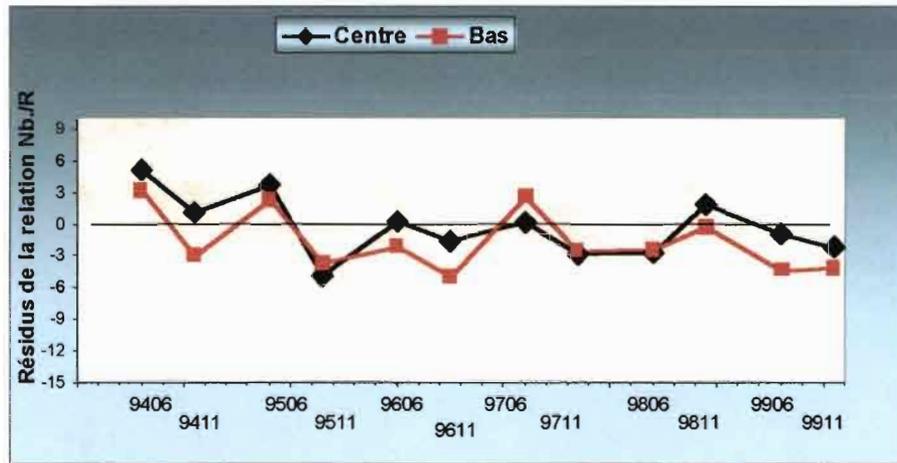


Figure 10. Evolution de la richesse spécifique résiduelle (résidus de la régression R/batt.,Nb) dans les deux zones de la retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

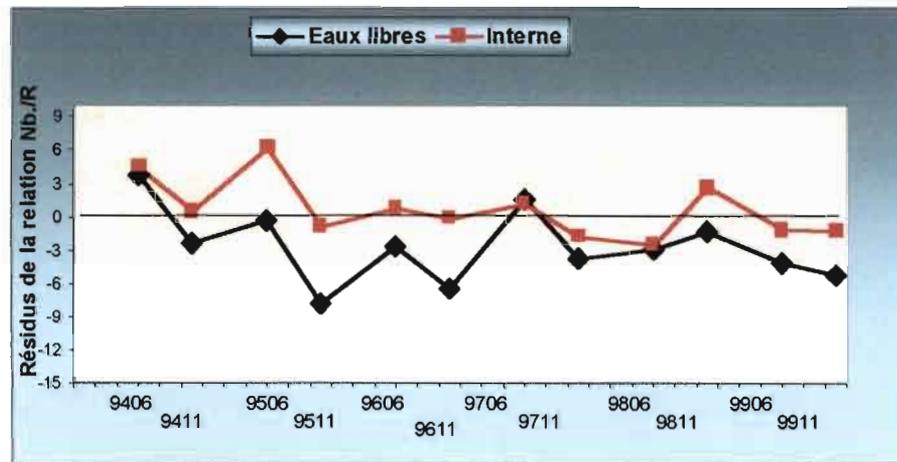


Figure 11. Evolution de la richesse spécifique résiduelle (résidus de la régression R/batt.,Nb) dans les deux milieux échantillonnés de la retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

La régularité des distributions est restée stable au niveau du front mais a sensiblement diminué dans le lac (Figure 12). Cette diminution est surtout due à la situation de la zone basse du lac et particulièrement dans les eaux libres (Figure 13, Figure 14)

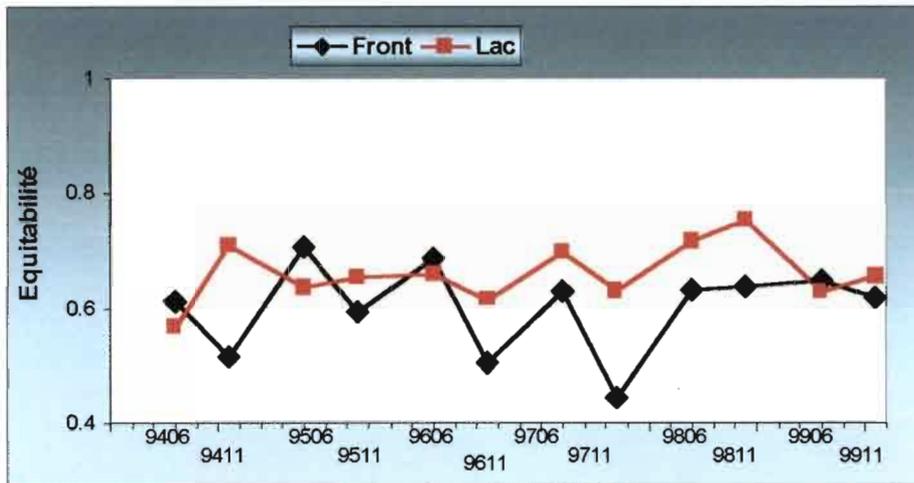


Figure 12. Evolution de l'équitabilité dans la retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

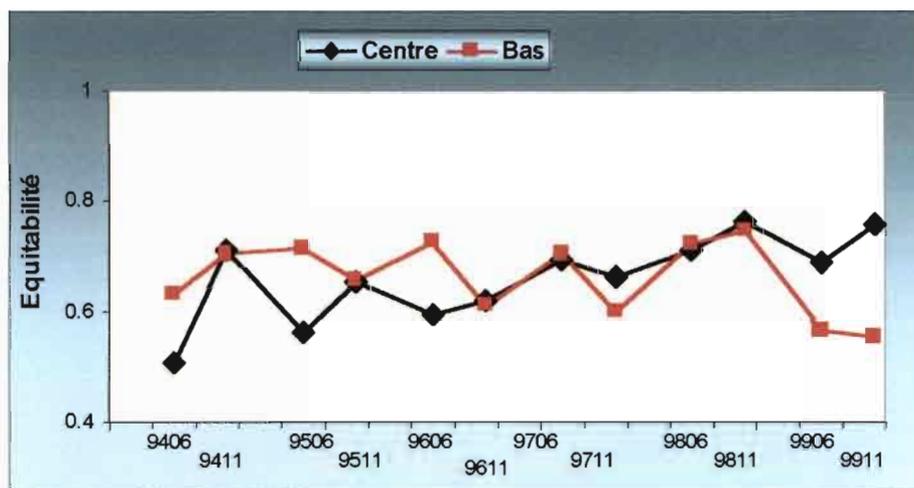


Figure 13. Evolution de l'équitabilité dans les deux zones du lac de retenue de Petit-Saut prospectées depuis la fermeture du barrage;

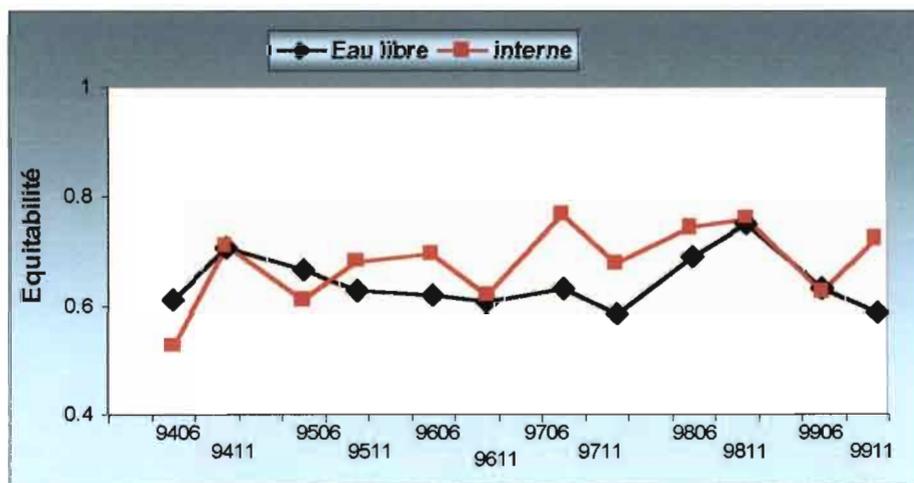


Figure 14. Evolution de l'équitabilité dans les deux milieux échantillonnés du lac de retenue de Petit-Saut depuis la fermeture du barrage.

4.1.4. Composition spécifique des peuplements

Les résultats de l'analyse des correspondances incluant tous les échantillons collectés dans le système lac-amont confirme la structure cohérente observée précédemment (Mérona, 1999) (Figure 15 et Figure 16). L'axe 1, qui extrait 18 % de la variabilité totale, sépare nettement les échantillons de la retenue dès le mois de juin 1994 de ceux du front et du fleuve. L'axe 2 quant à lui (13% de la variabilité totale) exprime la variabilité temporelle du système. Les échantillons de la retenue passent progressivement de positif à négatif. Les échantillons du fleuve oscille saisonnièrement avec ceux de novembre positifs et ceux de juin négatifs. Une tendance inverse mais moins nette s'observe pour les échantillons du front.

Dans le reservoir le déclin de *Triportheus rotundatus* se poursuit alors que deux espèces deviennent dominantes: *Bryconops caudomaculatus* et *Poptella orbicularis* (Figure 17). Ce sont toutes deux des espèces de petite taille à cycle court.

Au front les espèces dominantes sont également de petites espèces: *Bryconops caudomaculatus*, et *Auchenipterus nuchalis* mais aussi *Curimata cyprinoides*, une espèce de taille moyenne, en juin.

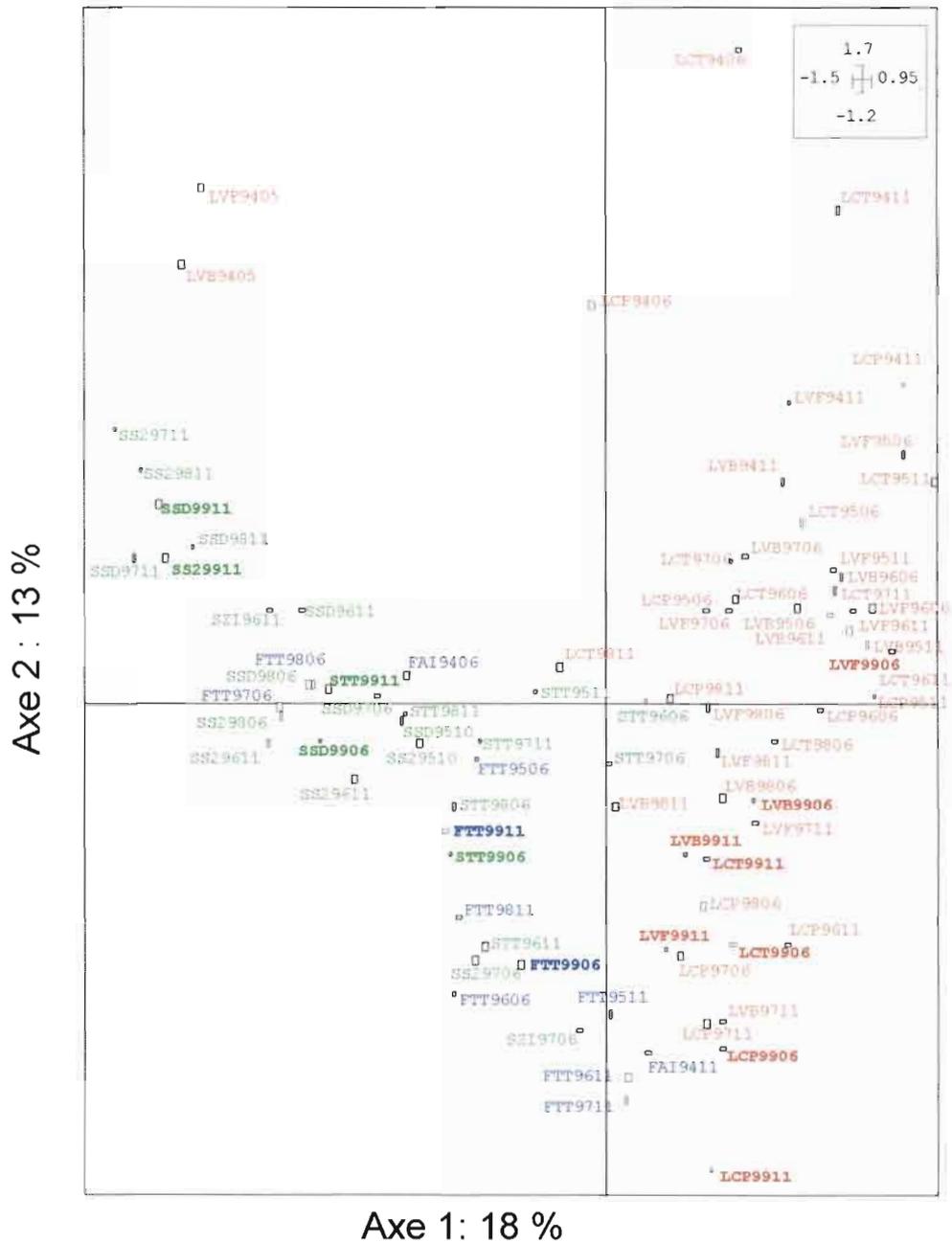


Figure 15. Projection dans le plan 1-2 de l'analyse des correspondances, des points échantillons. En rouge les échantillons du lac, en bleu ceux du front et en vert ceux du fleuve.

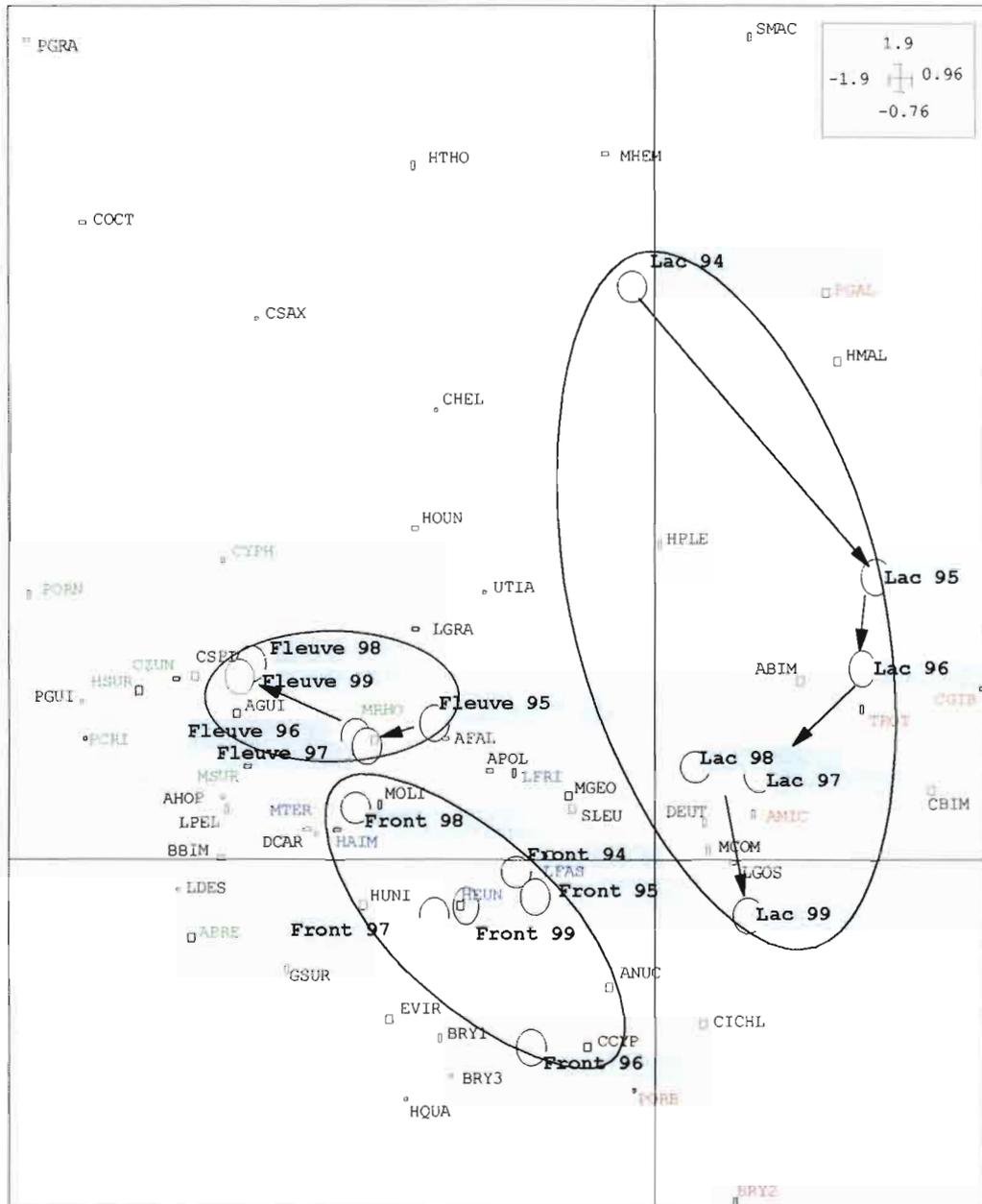


Figure 16. Projection dans le plan 1-2 de l'analyse des correspondances des centroides des groupes d'échantillons annuels et des principales espèces. Les espèces les plus représentatives sont soulignées de couleur (rouge = lac; bleu = front; vert = fleuve).

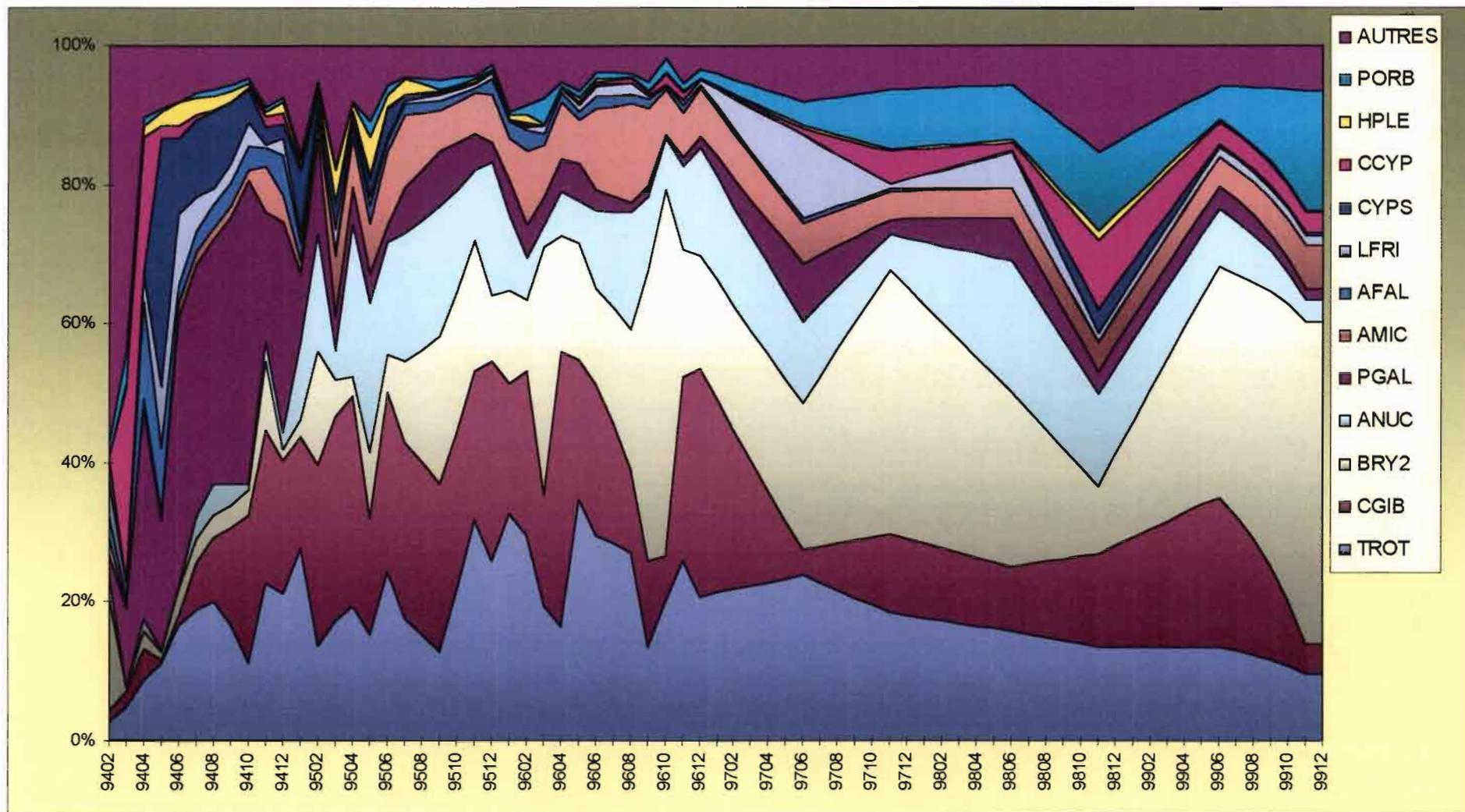


Figure 17. Evolution de la composition spécifique dans les échantillons de la retenue entre 1994 et 1999.

4.1.5. Analyse des populations

4.1.5.1. *Triportheus rotundatus*

L'espèce est pratiquement absente du front et peu abondante dans le lac. En juin on retrouve une structure en taille similaire à celles observées depuis plusieurs années (Figure 18) avec les mâles à 170-180 mm et les femelles à 200-210mm. En novembre le nombre capturé est encore plus faible qu'en juin et la structure en taille n'est plus perceptible. On ne voit toujours pas de recrutement de jeunes poissons ce qui tendrait à confirmer que l'espèce ne parvient pas à se reproduire dans le lac et que d'autre part il n'y a pas ou très peu de recolonisation venant du fleuve en amont puisque très peu d'individus sont capturés au niveau du front.

Parallèlement à cet écroulement de la population, la condition des poissons diminue régulièrement depuis 1996 (Annexe 2).

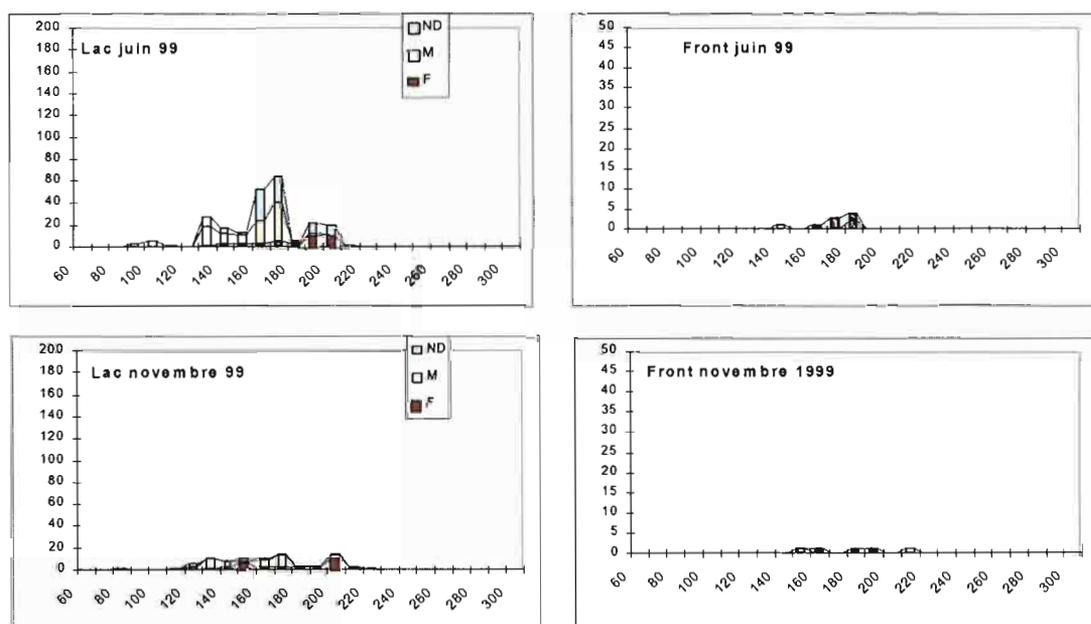


Figure 18. Structure en taille de *Triportheus rotundatus* dans la retenue de Petit-Saut en 1999.

4.1.5.2. *Charax gibbosus*

Le développement de la population de *Charax gibbosus* initié à partir de la saison pluvieuse 1997 s'est poursuivi jusqu'en juin 1999 où une capture importante de cette espèce a été réalisée (Figure 19). La structure est unimodale avec un mode entre 95 et 105 mm. Il est vraisemblable que ce mode corresponde à des individus adultes, ayant atteint leur taille maximale, puisque, en décembre 1998, le même mode avait été observé. En novembre le nombre d'individus capturé devient faible. Il est donc probable que le recrutement ait été très déficitaire. A partir des données de 1996, il semble que l'espèce se reproduise en fin de saison

de hautes eaux. Ce serait donc l'hydrologie très déficitaire en 1998 qui aurait provoqué cet insuccès de la reproduction et donc l'absence d'adultes en novembre 1999. Ces hypothèses restent bien entendu à vérifier. Par ailleurs l'espèce est rare dans les peuplements du front, ce qui montre bien, qu'en dépit d'une dépendance vis à vis de l'hydrologie, l'espèce est capable de se développer dans le milieu lacustre.

Chez cette espèce également la condition est significativement plus faible en 1999 que dans les années précédentes (Annexe 2). Depuis 1994 la condition moyenne est en constante diminution.

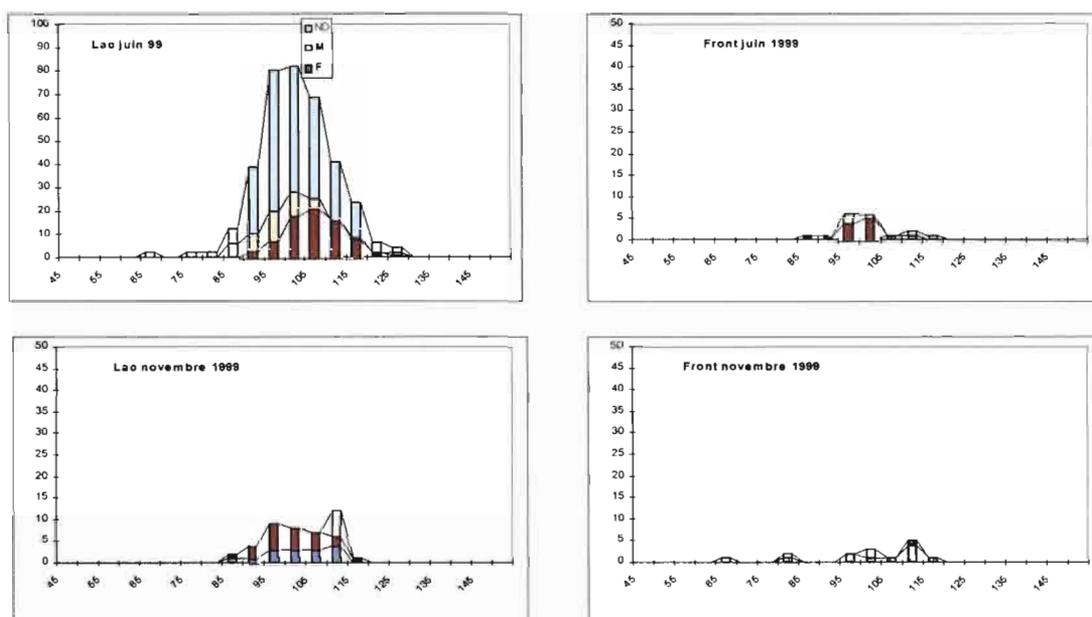


Figure 19. Structure en taille de *Charax gibbosus* dans la retenue de Petit-Saut en 1999.

4.1.5.3. *Bryconops caudomaculatus* (sp.2)

C'est l'espèce la plus abondante dans le lac en 1999 et elle est également abondante au front. Les structures en taille sont typiquement bimodales surtout dans le lac, ce qui dénote une reproduction saisonnière (Figure 20). Dans le lac, on observe un mode de première année à 75 mm en juin et un de deuxième année à 100 mm. En novembre, le premier mode est passé à 80 mm et le second à 105 mm. Il faut cependant remarquer que le second mode a fortement diminué, probablement du à la mortalité naturelle de poissons arrivant à leur taille maximale. Ces variations suggèrent une croissance lente dès une taille assez faible ce qui est surprenant. Il faut alors évoquer une immigration ou un recrutement continu de poissons de petite taille.

En dépit de cette apparente bonne santé de la population les poissons sont en moyenne plus maigres qu'au cours des années précédentes (annexe 2)

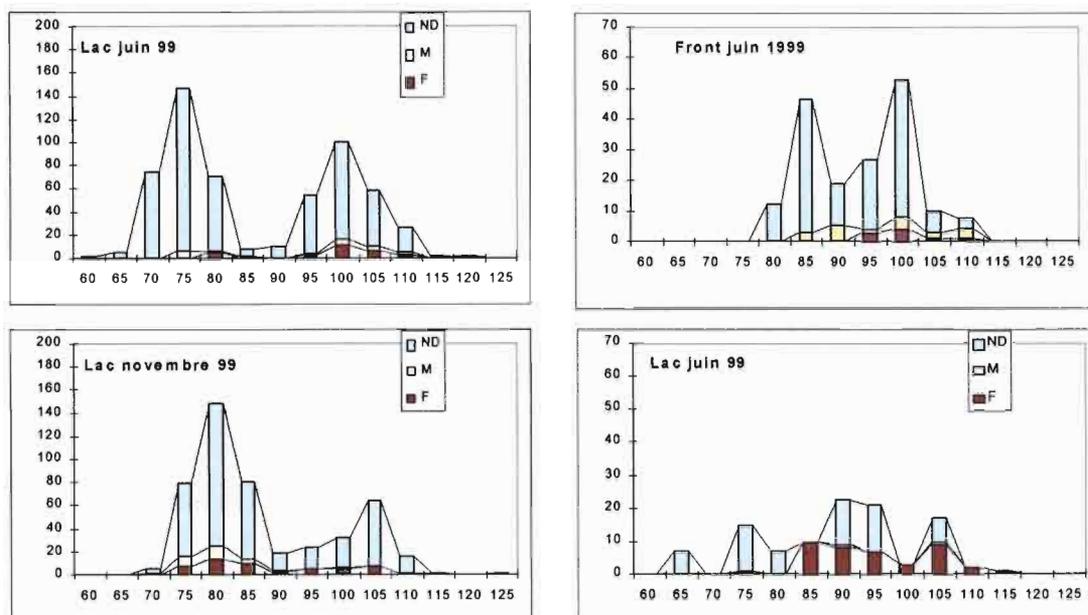


Figure 20. Structure en taille de *Bryconops caudomaculatus* dans la retenue de Petit-Saut en 1999.

4.1.6. Conclusions sur la retenue

Un certain nombre de faits marquants dans l'évolution de la retenue sont à noter pour l'année 1999.

On observe une diminution de la capture en fin d'année, particulièrement marquée dans la zone moyenne dans laquelle les valeurs se rapprochent de celles de la zone basse. Pour interpréter les captures plus importantes dans la zone moyenne, nous avons évoqué les différences dans l'épaisseur de la couche oxygénée. Il semble que au cours de l'année la couche oxygénée s'est homogénéisée et est partout de l'ordre de 4,5 m (Richard, com.pers.). Ainsi, les poissons qui étaient confinés dans la couche superficielle auraient la possibilité de se disperser dans la colonne d'eau et donc leur densité dans la couche superficielle (celle échantillonnée avec des filets de surface) diminuerait. Dans cette hypothèse la diminution observée dans la capture ne traduirait pas une diminution de l'abondance mais une diminution de la capturabilité. Ce point demanderait à être éclairci et nous proposerons pour l'année qui vient une opération d'utilisation de filets déroulants pouvant pêcher jusqu'à une profondeur de 10 m afin d'observer la distribution des poissons dans la colonne d'eau.

Une diminution générale, mais particulièrement accusée dans la zone basse, du poids moyen des poissons est également observée. Cette diminution n'est pas due à l'absence de gros poissons puisque l'on pêche toujours un petit nombre de poissons de grande taille (*Hoplias* ou *Myleus*) (Figure 21). Le phénomène est plutôt une raréfaction des espèces de moyenne portée, et en particulier *Triportheus rotundatus*, au profit d'espèces de petite taille (*Bryconops caudomaculatus*, *Poptella orbicularis*, *Charax gibbosus*...). Ces espèces apparemment se reproduisent dans le lac bien qu'elles ne présentaient pas de caractéristiques particulières dans leur stratégies reproductrices avant barrage (Ponton et Mérona, 1998). Il reste à vérifier si ce stratégies ont évoluées dans la retenue. Pour cela il faudrait réaliser pendant une année des collectes mensuelles.

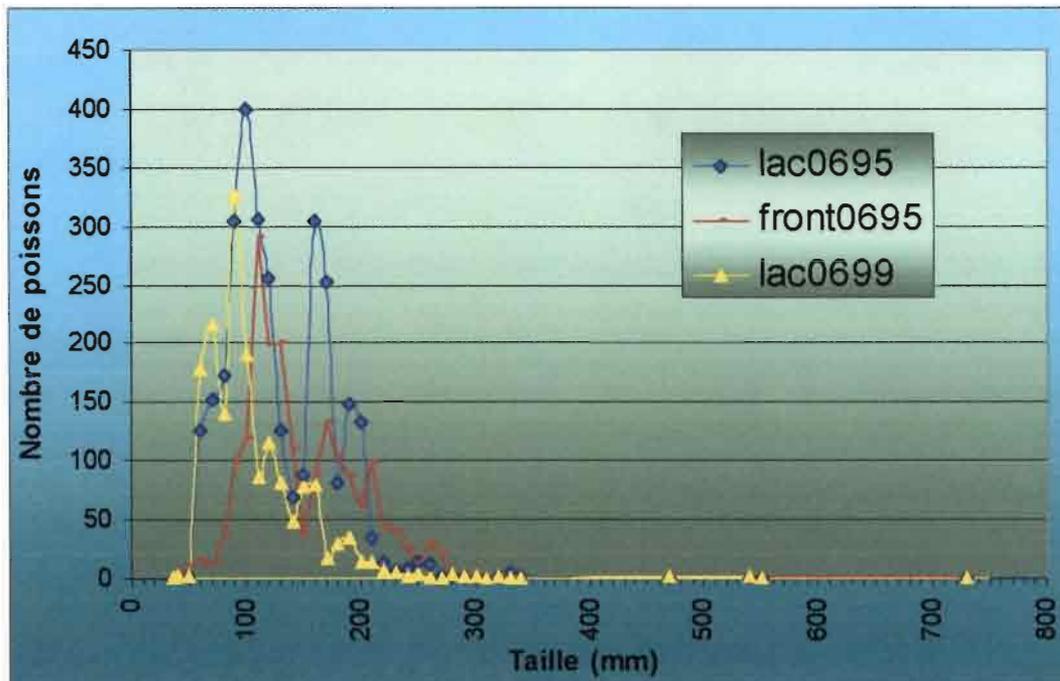


Figure 21. Structure en taille des échantillons totaux en juin 1995 et 1999.

Le succès de la population de *Bryconops caudomaculatus* entraîne des déséquilibres profonds dans la structure des assemblages qui pourraient être source de disparition d'espèces directement compétitrices. Ce point reste à surveiller. Pour l'instant cependant aucune diminution de la richesse spécifique n'est constatée.

Enfin, un déclin général et continu de la condition moyenne des poissons des trois principales populations est observé. Ce déclin traduit vraisemblablement un déséquilibre entre biomasse et ressources alimentaires. Il pourrait être un signe avant coureur d'une diminution de l'abondance en poissons dans la retenue. Mais d'autre part, ce déséquilibre pourrait être un facteur limitant au développement explosif des populations actuellement très abondantes et contribuer à revenir à des assemblages plus équilibrés.

4.2. L'aval

4.2.1. La zone moyenne à la station Vénus.

A la station Vénus les captures sont relativement élevées en juillet et relativement faibles en novembre (Figure 22). Cette évolution ressemble à celle observée en 1998 ce qui suggère la mise en place d'un cycle saisonnier. Il faut cependant être prudent dans les conclusions, d'une part parce que cette évolution ne ressemble pas à la situation avant barrage et que d'autre part les variations annuelles du débit sont plus aléatoires que cyclique. Ainsi on ne perçoit pas bien quel stimulus pourrait induire un cycle saisonnier chez les poissons. Là aussi une série plus longue permettrait de tester des hypothèses. Ce qui est sûr c'est que ces échantillons relativement abondants correspondent à des structures de l'assemblage déséquilibrées. En juin 1998 comme en juillet 1999 deux espèces dominent très largement l'assemblage et une est dominante dans les deux prélèvements (Figure 23 et Mérona, 1999). A l'inverse, l'échantillon peu abondant de décembre 1999 présente une structure équilibrée (Figure 24).

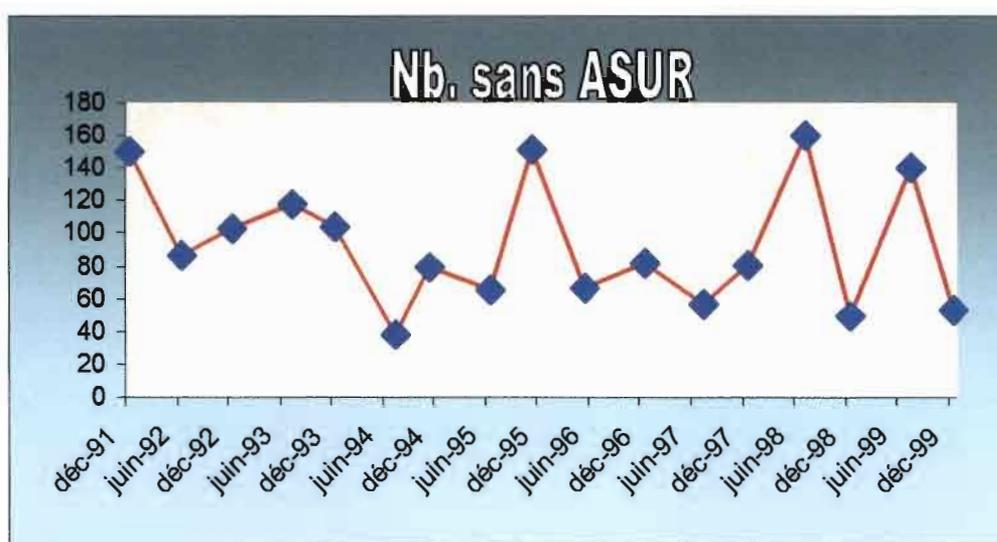


Figure 22. Evolution de la capture en début et fin de crue à la station Vénus entre décembre 1991 et décembre 1999.

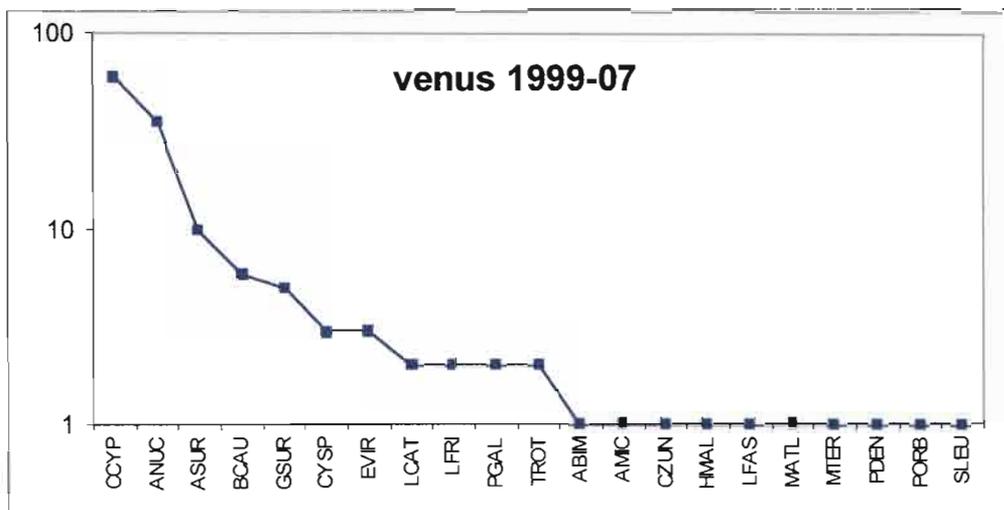


Figure 23. Structure de l'échantillon de juillet 1999 à la station Vénus.

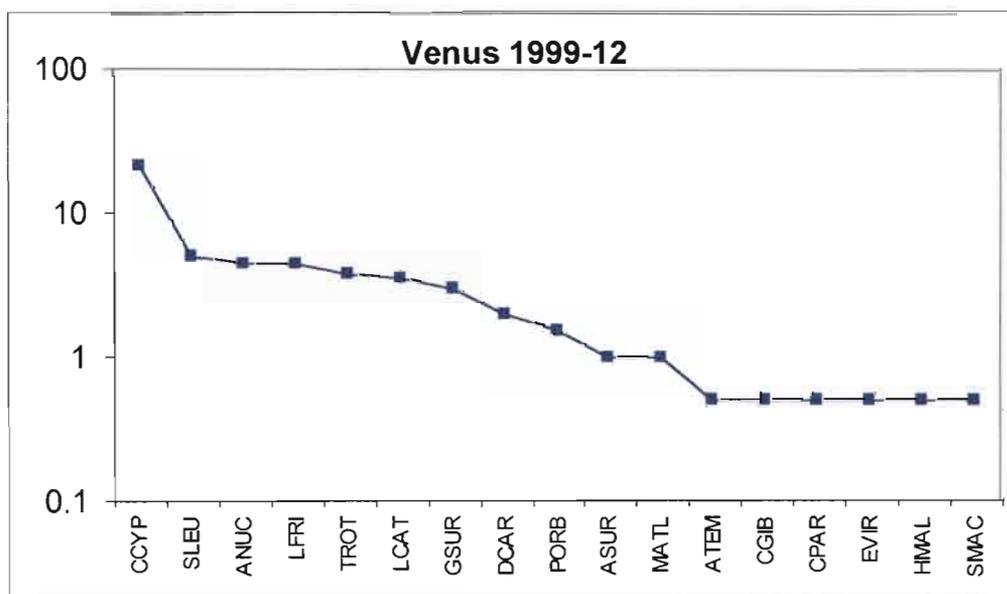


Figure 24. Structure de l'échantillon de décembre 1999 à la station Vénus.

Le poids moyen suit une évolution parallèle à celle de la capture (Figure 25). En juillet il est minimum et en décembre maximum. La valeur de juillet 1999 est cependant beaucoup plus élevée que celle de juin 1998. Il y a donc des poissons plus grands dans ce dernier prélèvement. D'ailleurs la relation poids moyen/ nombre capturé qui était hautement significative sans les prélèvements de 1999 (Mérona, 1999) devient non significative avec un coefficient de corrélation de 0,13 (Figure 26). On ne peut donc affirmer comme l'année dernière qu'une capture importante est corollaire de poissons de petite taille.

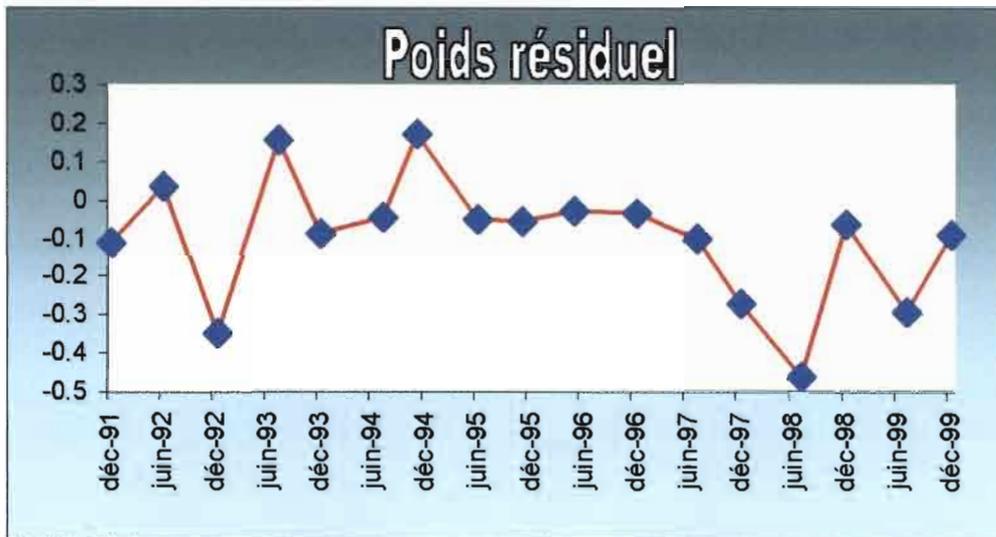


Figure 25. Evolution du poids résiduel (résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$) en début et fin de crue à la station Vénus entre décembre 1991 et décembre 1999.

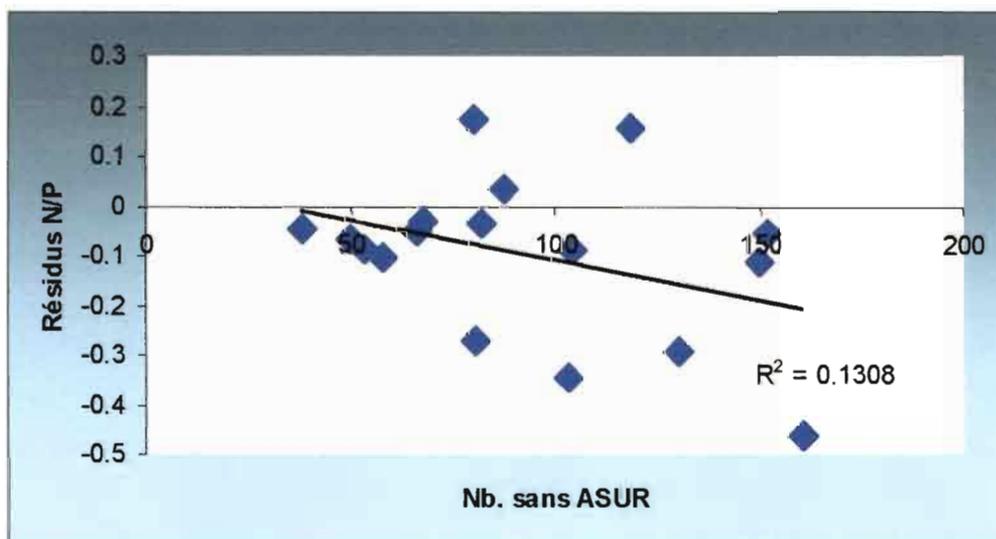


Figure 26. Relation entre le nombre capturé et le poids résiduel.

La tendance à la hausse de la richesse spécifique suggérée l'année dernière, se confirme cette année (Figure 27). Cette augmentation de la richesse des échantillons ne s'accompagne pas d'une augmentation de la richesse spécifique totale de la zone. En effet en 1999 26 espèces ont été recensées dans les échantillons à Vénus alors qu'en 1998 30 espèces avaient été relevées. La valeur actuelle se rapproche de celle de 1997 où 25 espèces avaient été capturées.

L'évolution de l'équitabilité, ou régularité de la distribution des abondances, est conforme à ce qui a été observé sur les Figures 22 et 23. Les échantillons de juillet, avec deux espèces très dominantes, présentent des régularités faibles et, à l'inverse, les échantillons de décembre sont beaucoup plus réguliers (Figure 28). On remarque par ailleurs qu'il existe une

très bonne corrélation entre richesse résiduelle et équitabilité (Figure 29). Autrement dit les échantillons abondants, sont relativement pauvres en espèces et sont déséquilibrés avec éventuellement des poissons de plus petite taille.

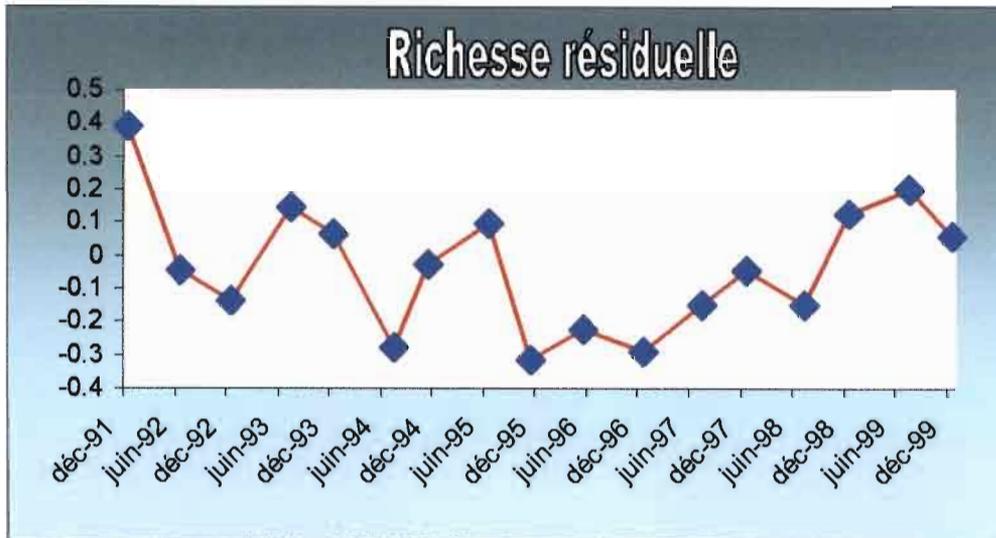


Figure 27. Evolution de la richesse résiduelle (résidus de la relation $\log(N)/\log(R)$) en début et en fin de crue à la station Vénus entre décembre 1991 et décembre 1999.



Figure 28. Evolution de l'équitabilité en début et en fin de crue à la station Vénus entre décembre 1991 et décembre 1999.

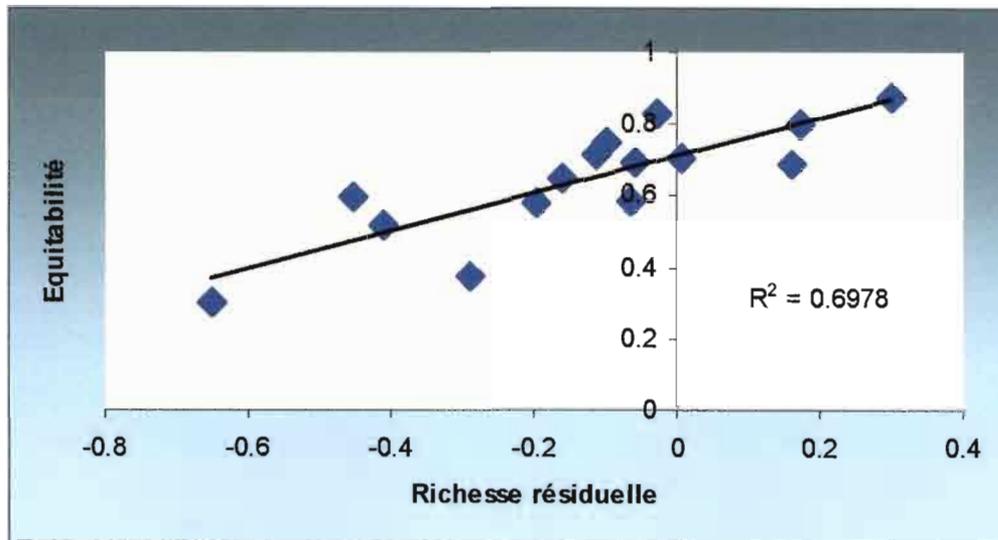


Figure 29. Relation entre la richesse résiduelle et l'équitabilité dans les échantillons de la station Vénus.

En termes de composition spécifique, on assiste en 1999 à un renversement de tendance. Les Curimatidae, essentiellement représentés par l'espèce *Curimata cyprinoides*, qui, en 1998 déclinaient très fortement, redeviennent très dominant en 1999 (Figure 30). A l'inverse, les Characidae, qui avaient amorcé une remontée en 1998 retournent en 1999 à des valeurs faibles d'indice de dominance. Sternopygidae, Auchenipteridae et Engraulidae voient également leur dominance diminuer alors que les Cichlidae, encore peu abondants, amorcent une légère remontée dans les peuplements.

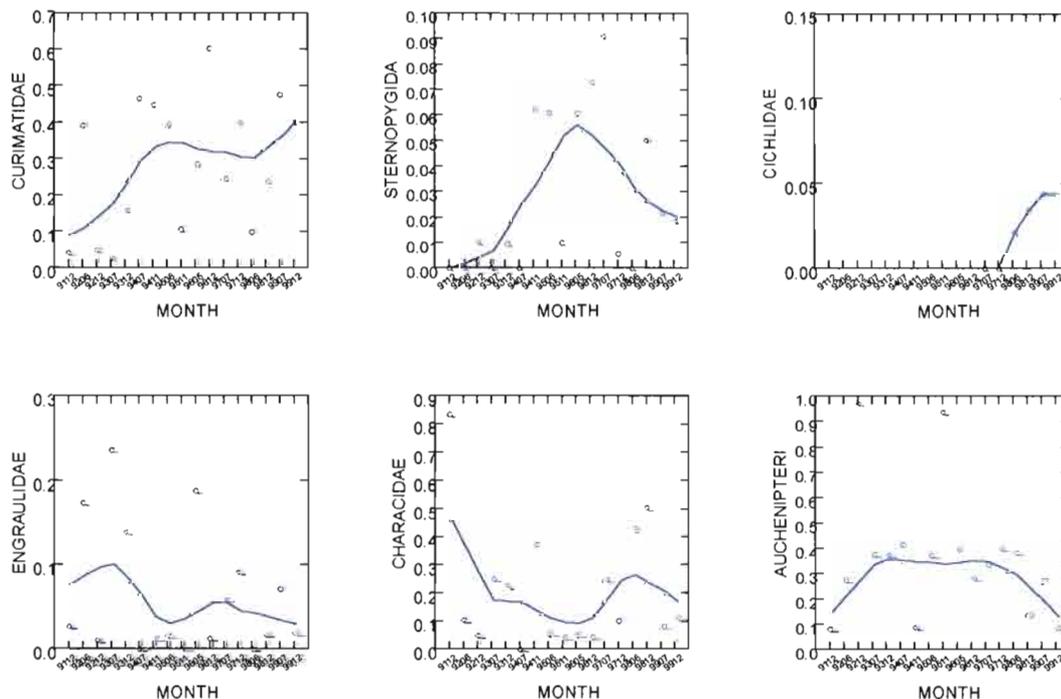


Figure 30. Evolution de la dominance des principales familles de poissons à la station Vénus. Les points représentent les observations et les courbes l'ajustement à une fonction de lissage LOWESS.

4.2.2. Analyse sur l'ensemble de la zone.

En 1999 les captures suivent la même évolution dans les trois stations échantillonnées de l'amont vers l'aval (Figure 31). De plus il semble qu'il y ait une diminution progressive de l'abondance de l'amont vers l'aval, particulièrement visible en décembre.

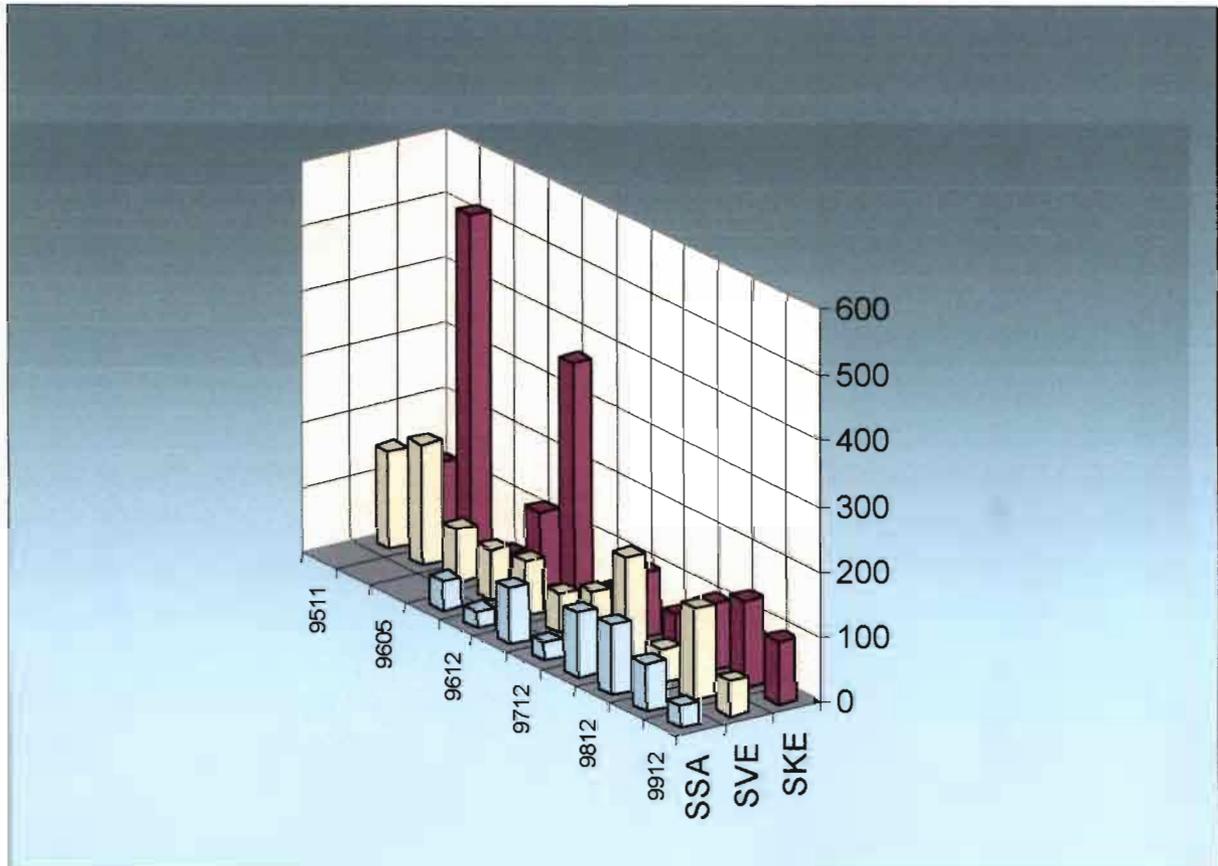


Figure 31. Evolution de la capture dans les différentes zones du tronçon aval.

4.2.3. Eléments de biologie des principales populations.

4.2.3.1. *Curimata cyprinoides*

Les captures sont suffisamment abondantes pour l'établissement de structures en taille. Celles-ci apparaissent presque continues avec des modes totalement imbriqués (Figure 32). Cette organisation de la population suggère une reproduction très étalée avec tout de même une interruption en saison sèche puisque peu de petits individus se trouvent en décembre.

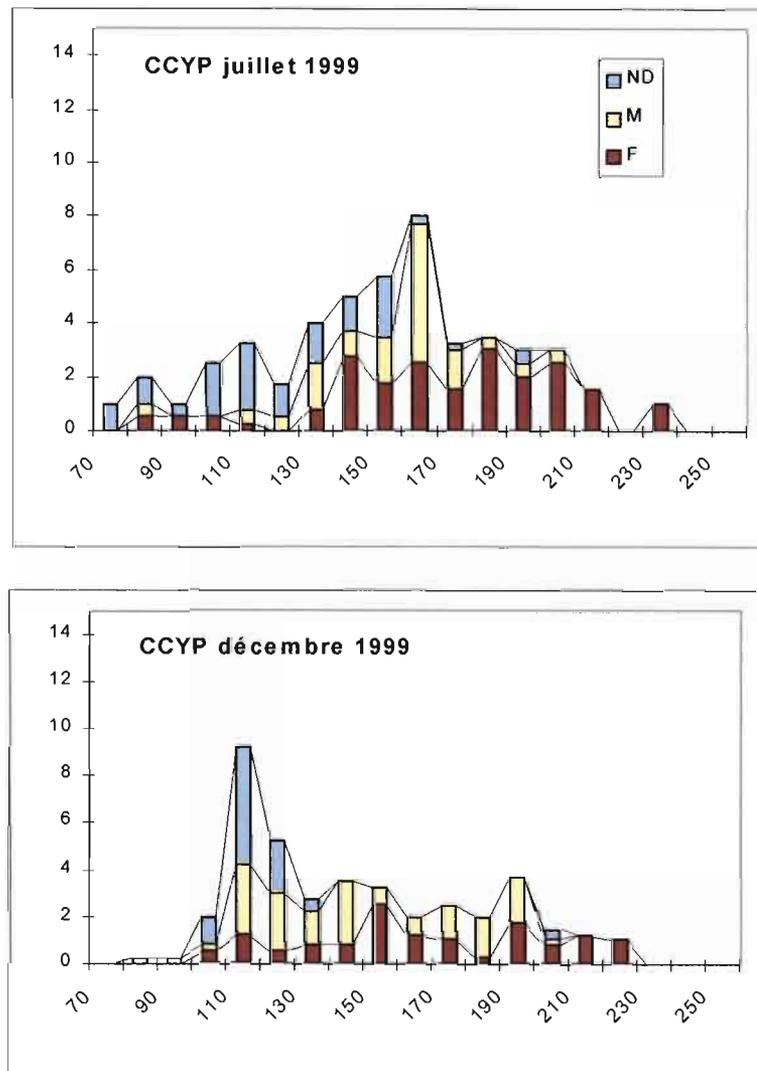


Figure 32. Structure en taille de *Curimata cyprinoides* dans la portion aval du Sinnamary en juillet et décembre 1999.

La condition des poissons est évaluée en utilisant les résidus de la régression $\log L / \log P$ sur l'ensemble des données. L'équation générale correspondant à cette relation est:

$$\text{LogP} = 3,071 \log L - 4,713$$

L'analyse de variance est passé avec les résidus de la relation comme variable dépendante et le sexe et l'échantillon semestriel comme variables indépendantes.

Le modèle obtenu est hautement significatif et tous les effets le sont aussi. Le sexe (Mâle, femelle ou indéterminé) de même que la période (nov.91 jusqu'à déc. 99) et aussi l'interaction sexe x période ont tous un effet significatif sur la condition des poissons.

On observe qu'après une remontée amorcée en 98 et continuée jusqu'en juillet 99, la condition s'effondre ensuite en décembre 1999 (Figure 33).

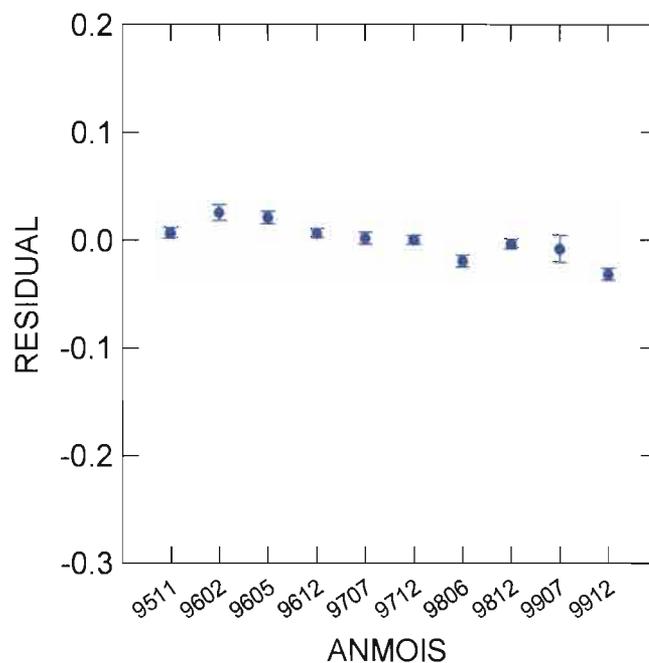


Figure 33. Evolution de la condition de *Curimata cyprinoides* dans la portion aval du Sinnamary entre novembre 1991 et décembre 1999. Les valeurs sont les résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$.

4.2.3.2. *Auchenipterus nuchalis*.

Le petit nombre de spécimens collectés rend aléatoire l'interprétation des structures en taille. Néanmoins un mode entre 90 et 105 mm est observé en juillet ce qui correspond à la structure observée en juin 1998 (Mérona, 1999) (Figure 34).

L'analyse de variance à deux facteurs fait ressortir une différence significative entre échantillon ($p < 0,000$) mais pas entre sexe ($p = 0,068$). La condition est plus faible en 1999 que durant l'année précédente.

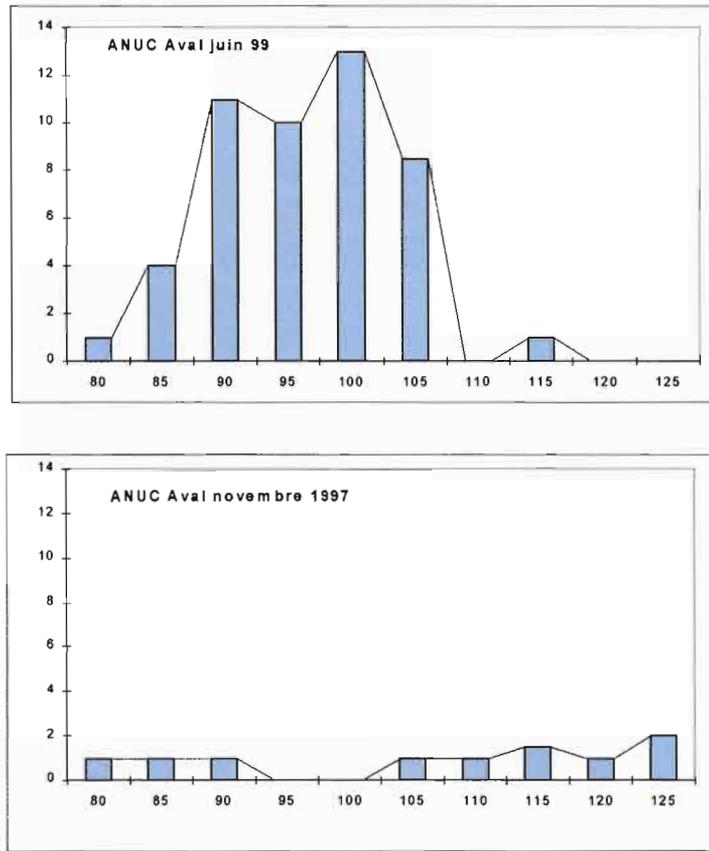


Figure 34. Structure en taille de *Auchenipterus nuchalis* dans la portion aval du Sinnamary en juillet et décembre 1999.

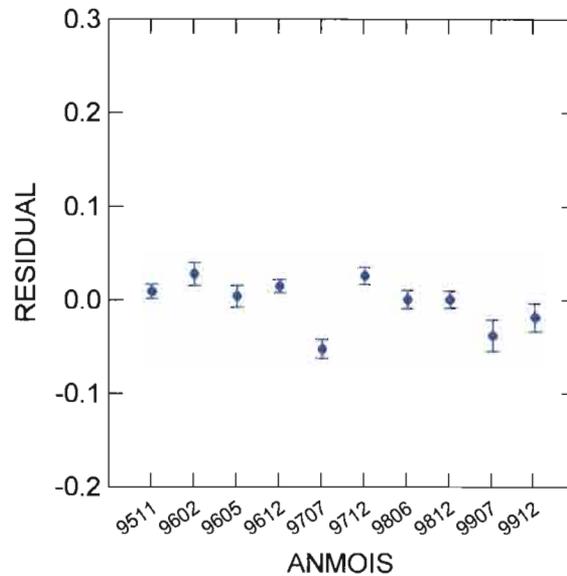


Figure 35. Evolution de la condition de *Auchenipterus nuchalis* dans la portion aval du Sinnamary entre novembre 1991 et décembre 1999. Les valeurs sont les résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$.

4.2.3.3. *Bryconops caudomaculatus*

Le faible nombre de spécimens capturés ne permet pas d'établir de structures en taille.

L'analyse de variance à un facteur montre un effet de la période sur la condition, cependant ce sont les deux prélèvements de 1997 qui s'avèrent statistiquement différents des autres. Les prélèvements de 1999 ne s'écartent pas de ceux de 1998.

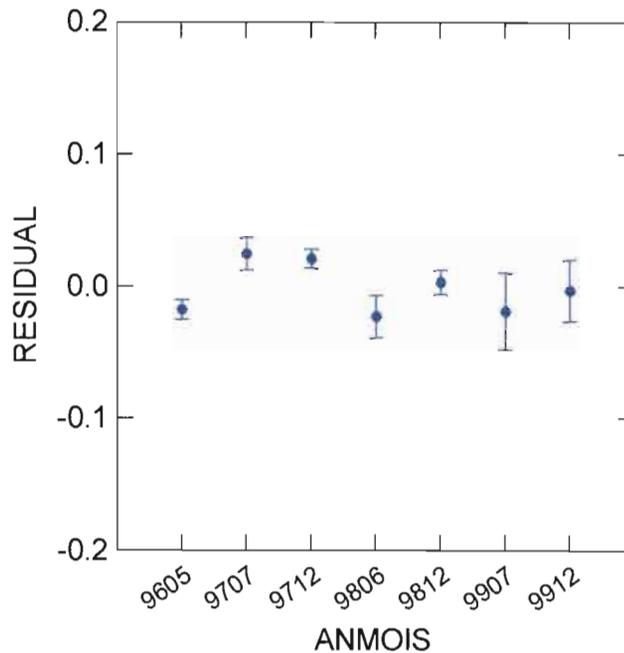


Figure 36. Evolution de la condition de *Bryconops caudomaculatus* dans la portion aval du Sinnamary entre novembre 1991 et décembre 1999. Les valeurs sont les résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$.

4.2.4. Conclusions générales sur l'aval.

L'examen des captures suggère la mise en place d'un cycle saisonnier. Il faut cependant être très prudent car d'une part ce phénomène n'est observé que sur deux années, et d'autre part l'aspect perturbé du cycle hydrologique n'est pas propice à l'établissement d'une évolution régulière. Pendant les deux années 1998 et 1999, on observe un maximum de capture en juillet et un minimum en décembre. Le maximum s'accompagne:

- D'une structure des assemblages déséquilibrée avec deux espèces largement dominantes sur les autres. Ces deux espèces peuvent être différentes d'une année sur l'autre mais appartiennent toujours à un groupe de 4 espèces parmi les plus abondantes.
- De poids moyens plus faibles, c'est à dire que l'assemblage est composé de spécimens de plus petite taille. Cette relation n'est cependant pas absolue si l'on considère l'ensemble de la période
- D'une régularité plus faible du fait de la dominance de deux espèces.

La richesse spécifique à la station Vénus poursuit sa lente remontée depuis décembre 1995 en dépit d'une valeur plus faible en décembre 1999. Les valeurs observées sont maintenant du même ordre de grandeur que celle d'avant le barrage dans la même station. Il

faut noter qu'il s'agit de la richesse moyenne d'un échantillon standardisé et non de l'estimation de la richesse totale de la zone. Celle-ci peut difficilement être comparée entre les périodes avant et après barrage du fait du changement de méthodologie.

Une tendance parallèle à l'augmentation est notée pour la régularité des assemblages en dépit des échantillons plus déséquilibrés de juillet.

Curimata cyprinoides, le principal représentant des Curimatidae, voit sa population augmenter en 1999 après une baisse sensible les deux années précédentes. A l'inverse, les Characidae, dont les populations avaient amorcées une reconstitution en 1998, souffrent en 1999 d'une diminution de leur abondance. Il est clair que cette dernière famille dont la survie juvénile semble fortement liée à l'existence et à la persistance de zones marginales inondées, a du fortement souffrir de l'absence de crue en 1998. A l'inverse, les Cichlidae qui développent des stratégies de protection parentale de leur progénie voient leur abondance augmenter. Ils restent néanmoins peu abondants dans nos échantillons, mais il est vraisemblable que cette faible capture soit plus la conséquence d'une faible capturabilité qu'un indice d'une abondance réelle.

Enfin, chez les deux espèces abondantes la condition diminue en 1999. Comme dans le cas de la retenue, ce phénomène est probablement dû à un déséquilibre entre biomasse et ressources alimentaires. En effet les sédiments dont se nourrit le *Curimata cyprinoides* sont moins riches en matière organique du fait des processus de sédimentation dans la retenue et les insectes terrestres, aliment préférentiel de *Auchenipterus nuchalis*, sont moins accessibles du fait de la limitation du contact entre végétation marginale et milieu aquatique.

5. Annexes

Annexe 1: Captures par unité d'effort (une batterie x une nuit de pêche)

ESPECE	CARBET TAVA	CRIQUE PLOMB	TAKARI TANTE	VATA BISTOURI	VATA FORET
<i>Acestrorhynchus falcatus</i>			2		
<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	18	8	9	33	11
<i>Anostomus brevior</i>			3		
<i>Astyanax bimaculatus</i>				1	2
<i>Astyanax polylepis</i>			1.5		
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	42	51	107	16	30
<i>Bryconops affinis</i>			19.5	12	
<i>Bryconops caudomaculatus</i>	161	161	87	130	105
<i>Bryconops melanurus</i>			9		
<i>Charax gibbosus</i>	35	22	10.5	51	254
<i>Chilodus zunevei</i>			3		
<i>Cichlasoma bimaculatum</i>					2
<i>Curimata cyprinoides</i>			113	20	35
<i>Cyphocharax helleri</i>			0.5		
<i>Cyphocharax sp. 1</i>	4		4	1	
<i>Cyphocharax spilurus</i>		1	4.5		1
<i>Eigenmannia virescens</i>	1		0.5		1
<i>Geophagus surinamensis</i>	1				
<i>Hemiodopsis quadrimaculatus</i>	5		13	2	17
<i>Hemiodus unimaculatus</i>			7	8	10
<i>Hoplias aimara</i>			3		4
<i>Hypostomus plecostomus</i>	2			1	4
<i>Leporinus fasciatus</i>		1	3.5	2	3
<i>Leporinus friderici</i>	4	1	8.5	7	11
<i>Leporinus gossei</i>			0.5	1	4
<i>Moenkhausia comma</i>	2	1	0.5		4
<i>Moenkhausia georgiae</i>	2	1	0.5	1	
<i>Moenkhausia oligolepis</i>	2		1		
<i>Moenkhausia surinamensis</i>	2		2.5		
<i>Myleus rhomboidalis</i>			0.5		
<i>Myleus ternetzi</i>			1.5	3	2
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	5	7	1.5	25	19
<i>Poptella orbicularis</i>	3	11	14	49	18
<i>Satanoperca sp. aff. leucosticta</i>					1
<i>Sternopygus macrurus</i>			0.5		
<i>Triportheus rotundatus</i>	28	3	5	83	115
Total	317	268	437	446	653

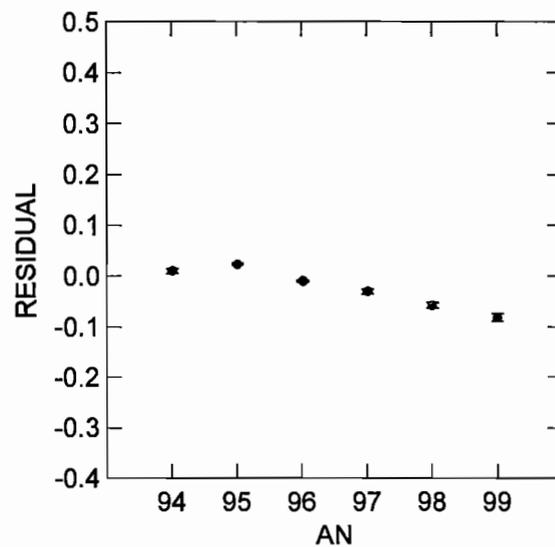
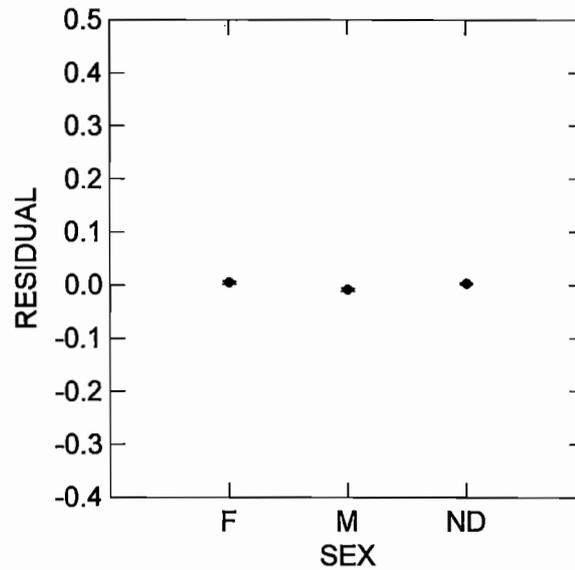
Captures par unité d'effort (une batterie de filets – une nuit de pêche) dans le réservoir de Petit-Saut en juin 1999.

ESPECIES	TAKARI TANTE	CARBET TAVA	CRIQUE PLOMB	VATA BISTOURI	VATA FORET
<i>Acestrorhynchus microlepis</i>	22	9	15	16	24
<i>Anostomus brevior</i>	2.5				
<i>Astyanax bimaculatus</i>	0			1	1
<i>Auchenipterus nuchalis</i>	211.5	13	5		14
<i>Bryconops affinis</i>	5	5	2		10
<i>Bryconops caudomaculatus</i>	52	36	287	55	90
<i>Bryconops melanurus</i>	1.5				
<i>Charax gibbosus</i>	8	21	16	3	4
<i>Chilodus zunevei</i>	12				
<i>Corydoras spilurus</i>	0.5				
<i>Crenicichla saxatilis</i>	0.5				
<i>Curimata cyprinoides</i>	4.5	1	3	19	7
<i>Cyphocharax sp. 1</i>	11.5				1
<i>Cyphocharax spilurus</i>	17	1	1		
<i>Doras carinatus</i>	2.5			2	
<i>Eigenmannia virescens</i>	0.5				
<i>Geophagus surinamensis</i>	9.5				
<i>Hemiodopsis quadrimaculatus</i>	2		2	2	5
<i>Hemiodus unimaculatus</i>	3.5		2	10	12
<i>Hoplias aimara</i>	3				
<i>Hypostomus plecostomus</i>	0	1		1	1
<i>Krobia guianensis</i>	0		1		
<i>Krobia guianensis</i>	0	2			
<i>Leporinus fasciatus</i>	2				1
<i>Leporinus friderici</i>	15.5	5		5	5
<i>Leporinus granti</i>	0	1			
<i>Moenkhausia chrysargyrea</i>	0	1	1		
<i>Moenkhausia georgiae</i>	0				1
<i>Moenkhausia surinamensis</i>	5				
<i>Myleus ternetzi</i>	20.5	1		2	
<i>Parauchenipterus galeatus</i>	0	1	1	9	3
<i>Pimelodella cristata</i>	2.5				
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	1				
<i>Poptella orbicularis</i>	9.5	58	58	24	34
<i>Pseudauchenipterus nodosus</i>	1.5				
<i>Triportheus rotundatus</i>	3.5	32		33	32
<i>Utiaritchthys sp.</i>	1				
Total	431.5	188	394	182	245

Captures par unité d'effort (une batterie de filets - une nuit de pêche) dans le réservoir de Petit-Saut en novembre 1999.

Annexe 2. Analyse de l'évolution de la condition des principales espèces. Résultats du Modèle Linéaire Généralisé.

Test de l'évolution de la condition de *Triportheus rotundatus* : analyse de variance avec les résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$ comme variable dépendante et le sexe et l'année comme variables indépendantes.



Effects coding used for categorical variables in model.

Categorical values encountered during processing are:

AN\$ (6 levels)

94, 95, 96, 97, 98, 99

SEX\$ (3 levels)

F, M, ND

Dep Var: RESIDUAL N: 5878 Multiple R: 0.542 Squared multiple R: 0.294

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
AN\$	3.142	5	0.628	337.012	0.000
SEX\$	0.043	2	0.021	11.449	0.000
AN\$*SEX\$	0.199	10	0.020	10.677	0.000
Error	10.927	5860	0.002		

*** WARNING ***

Case	100 is an outlier	(Studentized Residual =	-6.487)
Case	138 is an outlier	(Studentized Residual =	-5.787)
Case	372 is an outlier	(Studentized Residual =	-7.334)
Case	428 is an outlier	(Studentized Residual =	-6.827)
Case	648 is an outlier	(Studentized Residual =	-8.673)
Case	1059 is an outlier	(Studentized Residual =	-8.227)
Case	1162 is an outlier	(Studentized Residual =	-8.773)
Case	1568 is an outlier	(Studentized Residual =	5.151)
Case	3082 is an outlier	(Studentized Residual =	-5.564)
Case	3098 is an outlier	(Studentized Residual =	-4.840)
Case	3664 is an outlier	(Studentized Residual =	5.824)
Case	4948 is an outlier	(Studentized Residual =	7.611)
Case	5124 is an outlier	(Studentized Residual =	-5.228)
Case	5241 is an outlier	(Studentized Residual =	9.755)
Case	5520 is an outlier	(Studentized Residual =	8.773)
Case	5558 is an outlier	(Studentized Residual =	9.262)
Case	5741 is an outlier	(Studentized Residual =	6.811)
Case	5802 is an outlier	(Studentized Residual =	11.209)
Case	5856 is an outlier	(Studentized Residual =	10.143)
Case	5877 is an outlier	(Studentized Residual =	6.164)

Durbin-Watson D Statistic 1.506

First Order Autocorrelation 0.246

Test for effect called: CONSTANT

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.635	1	0.635	340.374	0.000
Error	10.927	5860	0.002		

Test for effect called: AN\$

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	3.142	5	0.628	337.012	0.000
Error	10.927	5860	0.002		

Test for effect called: SEX\$

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.043	2	0.021	11.449	0.000
Error	10.927	5860	0.002		

Test for effect called: AN\$*SEX\$

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.199	10	0.020	10.677	0.000
Error	10.927	5860	0.002		

Bonferroni Adjustment.

Matrix of pairwise comparison probabilities:

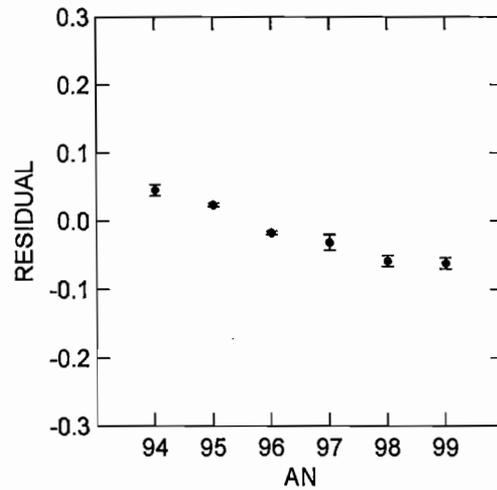
	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.000	1.000				
3	0.000	0.000	1.000			
4	0.000	0.000	0.000	1.000		
5	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	
6	0.000	0.000	0.000	1.000	0.001	1.000

Bonferroni Adjustment.

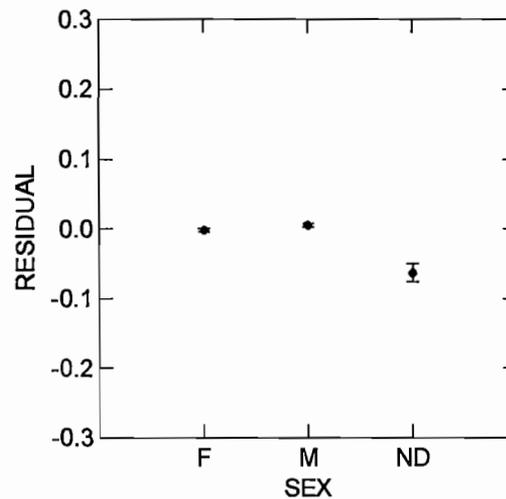
Matrix of pairwise comparison probabilities:

	1	2	3
1	1.000		
2	0.506	1.000	
3	0.000	0.000	1.000

Test de l'évolution de la condition de *Charax gibbosus* : analyse de variance avec les résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$ comme variable dépendante et le sexe et l'année comme variables indépendantes.



Graph de l'évolution des résidus en fonction de l'année. Les barres verticales correspondent à l'erreur standard avec $p=0,95$.



Graph de la variation des résidus en fonction du sexe. Les barres verticales correspondent à l'erreur standard avec $p=0,95$.

Effects coding used for categorical variables in model.

Categorical values encountered during processing are:

AN\$ (6 levels)

94, 95, 96, 97, 98, 99

SEX\$ (3 levels)

F, M, ND

The following effects have lost degrees of freedom.

Initial Lost Final

Effect	df	df	df
SEX\$	2	1	1
SEX\$*AN\$	10	2	8

Dep Var: RESIDUAL N: 3003 Multiple R: 0.585 Squared multiple R: 0.342

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
Model	2.626	14	0.188	110.815	0.000
Error	5.057	2988	0.002		

Test for effect called: CONSTANT

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.011	1	0.011	6.273	0.012
Error	5.057	2988	0.002		

Test for effect called: AN\$

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.909	5	0.182	107.426	0.000
Error	5.057	2988	0.002		

Test for effect called: SEX\$

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.023	1	0.023	13.601	0.000
Error	5.057	2988	0.002		

Test for effect called: SEX\$*AN\$

Test of Hypothesis

Source	SS	df	MS	F	P
Hypothesis	0.089	8	0.011	6.574	0.000
Error	5.057	2988	0.002		

Bonferroni Adjustment.

Matrix of pairwise comparison probabilities:

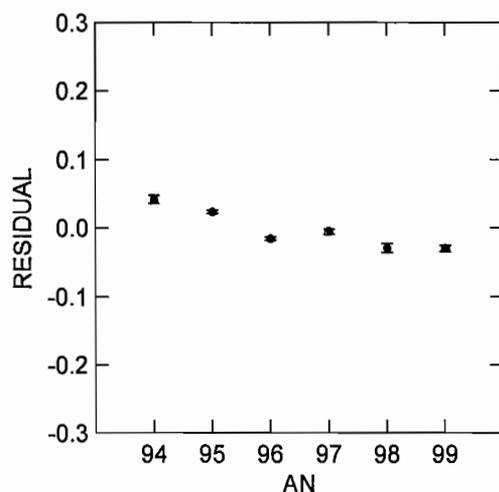
	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	1.000	1.000				
3	0.000	0.007	1.000			
4	0.000	0.208	1.000	1.000		
5	0.000	0.000	0.000	0.004	1.000	
6	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000

Bonferroni Adjustment.

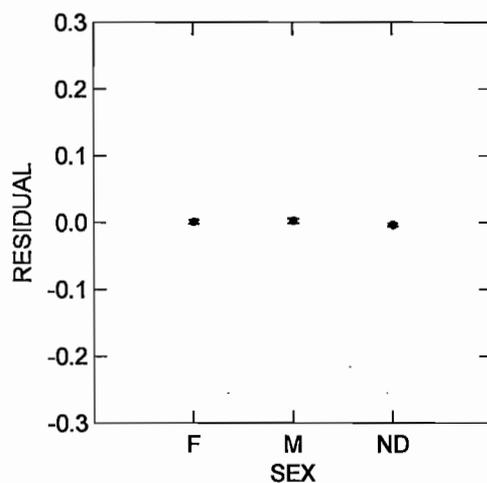
Matrix of pairwise comparison probabilities:

	1	2	3
1	1.000		
2	0.001	1.000	
3	0.001	0.001	1.000

Test de l'évolution de la condition de *Bryconops caudomaculatus* : analyse de variance avec les résidus de la relation $\log(P)/\log(L)$ comme variable dépendante et le sexe et l'année comme variables indépendantes.



Graph de l'évolution des résidus en fonction de l'année. Les barres verticales correspondent à l'erreur standard avec $p=0,95$.



Graph de la variation des résidus en fonction du sexe. Les barres verticales correspondent à l'erreur standard avec $p=0,95$.

Effects coding used for categorical variables in model.

Categorical values encountered during processing are:

AN\$ (6 levels)

94, 95, 96, 97, 98, 99

SEX\$ (3 levels)

F, M, ND

Dep Var: RESIDUAL N: 3234 Multiple R: 0.499 Squared multiple R: 0.249

Analysis of Variance

Source	Sum-of-Squares	df	Mean-Square	F-ratio	P
AN\$	1.707	5	0.341	201.032	0.000
SEX\$	0.028	2	0.014	8.248	0.000
AN\$*SEX\$	0.055	10	0.006	3.262	0.000
Error	5.461	3216	0.002		

*** WARNING ***

Case	1112 is an outlier	(Studentized Residual =	5.003)
Case	1207 is an outlier	(Studentized Residual =	-5.172)
Case	1490 is an outlier	(Studentized Residual =	-5.366)
Case	2744 is an outlier	(Studentized Residual =	-4.717)

Durbin-Watson D Statistic 1.220

First Order Autocorrelation 0.389

COL/

ROW SEX\$

1 F

2 M

3 ND

Bonferroni Adjustment.

Matrix of pairwise comparison probabilities:

	1	2	3
1	1.000		
2	0.053	1.000	
3	0.000	0.919	1.000

COL/

ROW AN\$

1 94

2 95

3 96

4 97

5 98

6 99

Using least squares means.

Post Hoc test of RESIDUAL

Bonferroni Adjustment.

Matrix of pairwise comparison probabilities:

	1	2	3	4	5	6
1	1.000					
2	0.000	1.000				
3	0.000	0.000	1.000			
4	0.000	0.000	0.004	1.000		
5	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	
6	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
