

Les ressources démersales de la zone côtière du plateau continental guinéen : éléments de la structure temporelle du peuplement ichthyologique

Didier JOUFFRE et François DOMAIN

1. Introduction

Dans le chapitre précédent on a montré la prépondérance des effets spatiaux dans l'organisation générale des peuplements ichthyologiques. Cela rend difficile la perception de leur évolution temporelle à moins d'éliminer (ou, à défaut, de minimiser) préalablement la composante spatiale dans les données. C'est ce que nous nous proposons de faire ici, en travaillant à partir des moyennes par campagne, pour tenter d'analyser les évolutions temporelles du peuplement.

2. Matériel et méthodes

2.1. Généralités

Le protocole d'échantillonnage et les données ichthyologiques et environnementales, sont les mêmes que ceux décrits au chapitre précédent auquel on se référera. Ainsi l'information de départ est également constituée par les tableaux F (Faune) et E (Environnement) auxquels on ajoute un tableau B, analogue en tout point au tableau F, à la seule différence que les abondances y sont exprimées non pas en effectifs mais en biomasses. De cette information on extrait des résumés, sous forme de tableaux F', B', P' et E', obtenus par le calcul des moyennes par campagne.

2.2. Méthode de traitement numérique

Les traitements numériques ont été réalisés sur micro-ordinateur Macintosh à l'aide du logiciel ADE (CHESSEL et DOLEDEC, 1992). Les méthodes numériques utilisées ici sont l'Analyse Factorielle des Correspondances (BENZECRI, 1973) et la méthode Lowess (locally

weighted regression plot smoothing) de CLEVELAND (1979), décrite en détail dans CHAMBERS *et al.* (1983).

3. Résultats et discussion

3.1. Typologie des campagnes en fonction des variables environnementales

Le plan d'échantillonnage n'étant pas reconduit de manière identique d'une campagne à une autre, le regroupement des données (moyenne) par campagne n'élimine pas obligatoirement la totalité de l'effet spatial. Préalablement aux analyses sur la faune, il convient donc de réaliser une typologie des campagnes en fonction des variables environnementales afin de mieux évaluer la représentativité de ce niveau d'information. A travers cette analyse fondée sur les sept variables environnementales déjà citées et incluant donc certaines variables de situation, on cherchera d'abord à s'assurer que les moyennes établies par campagne à des fins d'analyse temporelle, ne sont pas trop biaisées par la persistance d'effets spatiaux "parasites". On notera enfin qu'une typologie des campagnes sur des critères "environnementaux" - et en particulier hydrologiques - outre son intérêt propre peut permettre ultérieurement d'éventuelles interprétations en relation avec la faune ichtyologique.

Une AFC est réalisée sur le tableau environnemental E' (18 lignes=campagnes X 25 colonnes=modalités-variables) obtenu en faisant la moyenne par campagne sur les variables du tableau E. Les figures 1 et 2 en présentent les résultats principaux.

Sur la figure 1 d'abord, il apparaît clairement que parmi les sept variables prises en compte, toutes les variables purement spatiales, variables de situation (latitude, longitude, profondeur) ou variable de milieu à composante temporelle nulle (lutites), voient leurs modalités regroupées à proximité de l'origine des axes. Ceci signifie que les variables en question sont neutres vis à vis d'une typologie environnementale des campagnes. Autrement dit que toutes les campagnes ont sensiblement le même profil vis à vis de ces variables. Parmi celles-ci, seule la variable "profondeur" montre une petite structure mais celle-ci est négligeable par rapport aux variables de température et de salinité¹.

La figure 2, révèle la typologie très nette des campagnes en fonction des saisons. En effet, si, en pivotant autour de l'origine, on balaie le plan 1-2 dans le sens des aiguilles d'une montre, on retrouve les campagnes ordonnées remarquablement selon l'ordre naturel du cycle annuel des saisons. Sur l'axe 1, le critère principal d'ordination est une opposition entre les campagnes situées de janvier à juin inclus (côté positif de l'axe), et l'ensemble des autres (côté négatif). Quant à l'axe 2, il est fondé principalement sur l'opposition du groupe des campagnes de septembre à celui des campagnes d'octobre-novembre.

¹ la contribution à la trace de la variable profondeur (cumul de ses modalités) est égale à 5,79%, contre 26,17% et 60,25% respectivement pour les variables température et salinité.

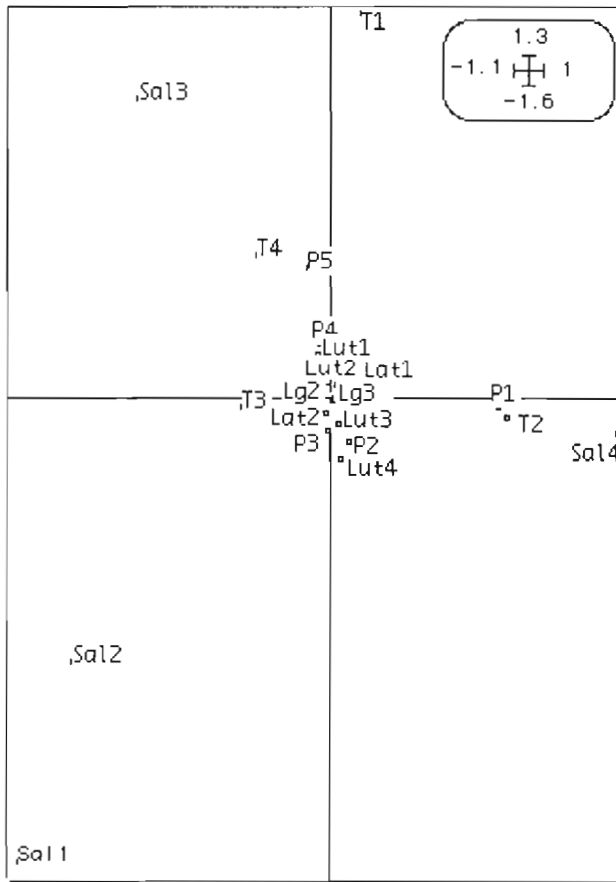


Figure 1
Typologie environnementale des campagnes : projection des colonnes
(modalités-variables) dans le plan 1-2 de l'AFC du tableau E'.

Dans le premier cas, il s'agit d'une opposition principale entre, d'une part, les campagnes de la longue sèche et "froide", associées aux salinités élevées (Sal4) et aux températures basses (T2 et T1²) et, d'autre part, l'ensemble des autres campagnes, associées aux salinités basses (Sal1, sal2, sal3) et aux températures élevées (T3 et T4) (figure 1 et 11).

Dans le second cas (*i.e.* le long de l'axe 2), on distingue principalement les campagnes de la pleine saison humide (septembre), associées aux salinités les plus basses (Sal1), de celles situées en saison de transition et associées à des salinités intermédiaires (Sal2 et Sal3) : soient la transition "sèche-humide" (un seul représentant : juillet 90, associé à T2) et, surtout, la transition "humide-sèche" bien représentée par l'ensemble des campagnes d'octobre et novembre, associées à des salinités en hausse (Sal3) et aussi à des températures relative-

2 encore que T1 soit très mal représenté dans ce plan : sur l'axe 1 en particulier sa contribution relative est de 1,4% seulement.

ment plus élevées (position plus proche de T4) que pour le groupe précédent. Seule la campagne de mars 86 est un peu atypique par rapport à ce schéma : il faut remarquer cependant que la qualité de sa représentation dans ce plan 1-2 est également très mauvaise comme en atteste en particulier sa très basse contribution relative à l'axe 1 (0,11% seulement).

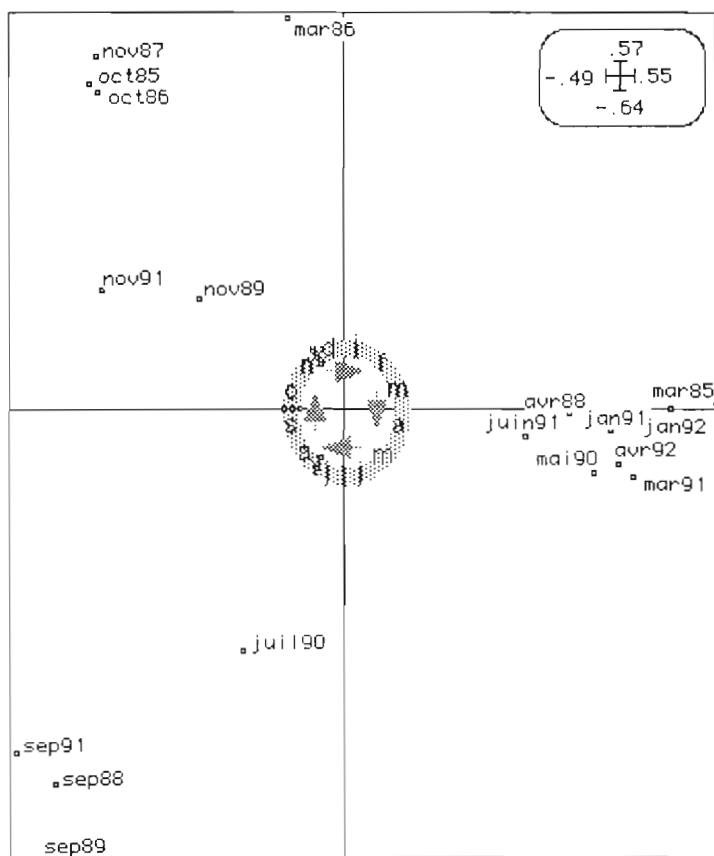


Figure 2

Typologie environnementale des campagnes : projection des lignes (campagnes) dans le plan 1-2 de l'AFC du tableau E'.

Il ressort donc de cette analyse que la typologie environnementale des campagnes est très clairement une typologie saisonnière. On y distingue d'abord une longue saison "sèche", c'est à dire où les salinités marines côtières ne sont pas diluées par trop d'apport d'eau douce (précipitations et crues). Cette saison sèche et froide, allant de décembre-janvier à juin inclus, s'oppose à une saison "humide" (apports d'eau douce faisant chuter les salinités côtières) et chaude, plus courte, centrée sur le mois de septembre et encadrée par deux périodes (ou intersaisons) de transition, respectivement "sèche-humide" centrée sur le mois de juillet et "humide-sèche", centrée sur octobre-novembre.

En corollaire à ce résultat, la neutralité des variables "spatiales" dans la typologie environnementale des campagnes permet de conclure à l'élimination quasi complète de cette dimension lorsque l'on "réduit" l'information de départ à des moyennes par campagne. Ceci autorise ainsi une lecture strictement temporelle des résultats d'analyses bâtis sur ce type d'information.

3.2. AFC du tableau faunistique par campagne

Une AFC est réalisée sur la base du tableau faunistique F' (18 lignes-campagnes X 21 colonnes-espèces³), obtenu par le calcul des moyennes par campagne à partir du tableau F décrit par ailleurs. Nous pouvons dégager deux résultats principaux de cette analyse.

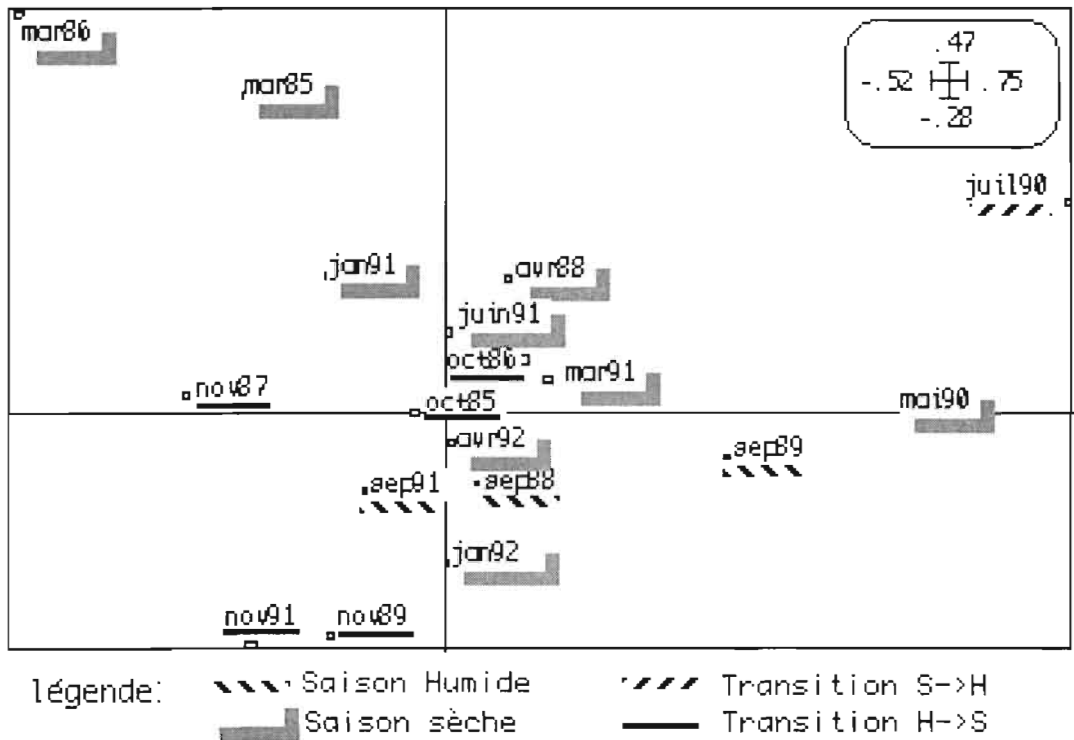


Figure 3

AFC du tableau F. Projection des campagnes dans le plan 1-2.

Le premier résultat est qu'on ne retrouve ici (figure 3) que très difficilement, la typologie saisonnière des campagnes, si évidente pourtant au paragraphe précédent. On ne perçoit d'ailleurs aucune autre typologie temporelle cohérente, se dégageant de manière plus forte. Ainsi, par exemple, le tracé reliant les campagnes selon leur ordre chronologique a dans ce

3 par rapport à F, on a supprimé dans F' les espèces *Hemicaranx bicolor* (He.bi) et *Arius parkii* (Ar.pa) qui comportaient des campagnes où leur abondance nulle sur l'ensemble des relevés est douteuse et aurait eu, de plus, trop de poids dans les analyses.

plan factoriel 1-2 une trajectoire très largement chaotique et difficilement interprétable. Il semble clair, en tous cas, que la nouvelle typologie des campagnes que l'on pourrait chercher à établir sur la base de la présente ordination (figure 3), ne peut pas s'interpréter de manière satisfaisante avec les variables environnementales disponibles.

Le deuxième résultat est que dans l'ordination des espèces dans ce même plan principal (figure 4), on retrouve "grossièrement" (c'est à dire avec un certain taux de recouvrement), la typologie des communautés telle que décrite au chapitre précédent. Ceci veut dire que cette typologie, essentiellement spatiale et liée à la bathymétrie comme on l'a vu par ailleurs, aurait donc aussi une composante temporelle. Celle-ci est probablement liée au cycle saisonnier, même si elle n'est pas strictement concordante avec le découpage hydrologique des saisons⁴.

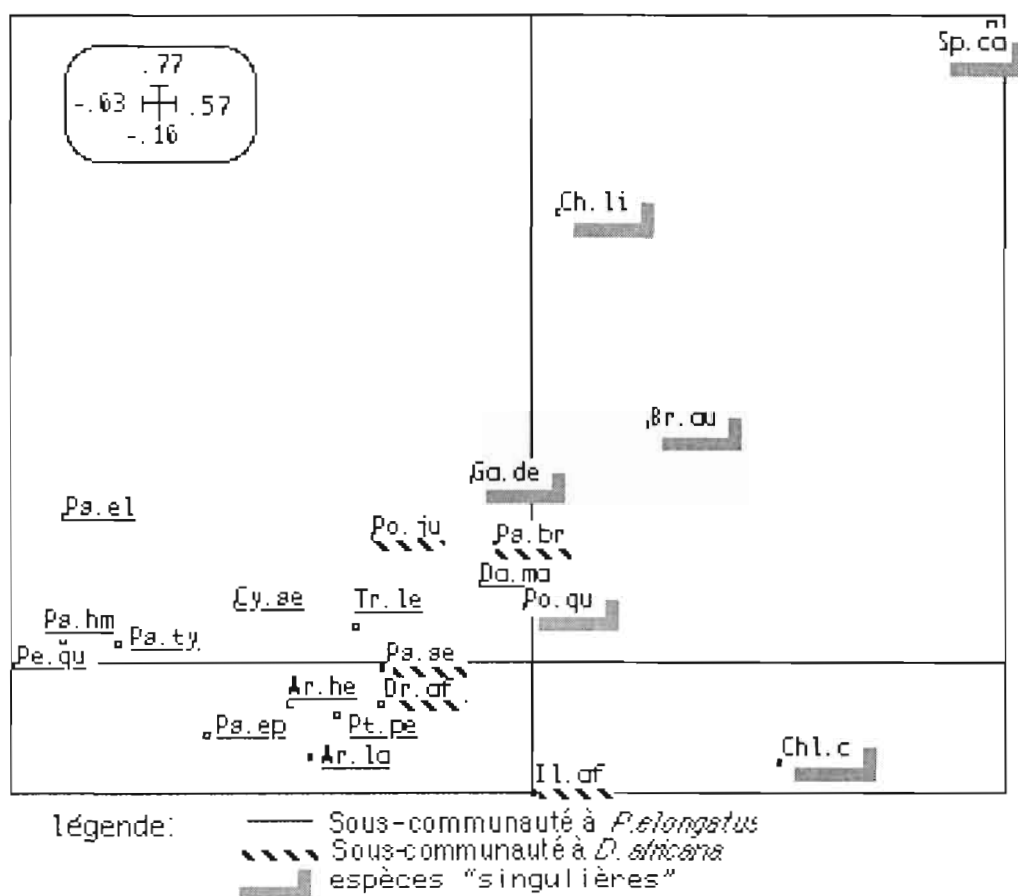


Figure 4

AFC du tableau F. Projection des espèces dans le plan 1-2.

(voir définition des abréviations (codes-espèces) dans le tableau I).

4 sans quoi cela apparaîtrait sur la figure 3.

Une telle structure temporelle, globalement difficile à expliquer en terme de communautés ou d'ensembles d'espèces, et de plus mal corrélée aux variables environnementales dont nous disposons, incite à ne pas pousser plus loin l'approche factorielle des données par campagne. Ce résultat invite plutôt à un retour à des analyses "individuelles" (par espèce) telles que la lecture des courbes d'évolution des abondances spécifiques au cours du temps : C'est l'approche adoptée au paragraphe suivant (3.3.)⁵ et qu'autorisent les résultats du paragraphe précédent (3.1.).

3.3. Courbes d'évolution des abondances et des poids individuels

La figure 5 présente les graphes d'évolution des abondances des espèces en fonction du temps. Ces graphes sont construits à partir du tableau des biomasses B', analogue au tableau F' mais calculé à partir de données d'abondances exprimées en poids (issues du tableau B) et non en effectifs (tableau F). Il s'agit donc de biomasses moyennes (sur l'ensemble des relevés d'une campagne) par espèce et par campagne. Compte tenu de la couverture géographique des campagnes et des conclusions précédentes (3.1.), on peut estimer que ces quantités sont proportionnelles aux biomasses réellement présentes lors des campagnes et les interpréter comme telles. Par rapport aux analyses précédentes, le choix du changement de critère (biomasses *vs* effectifs) se justifie pour une analyse et une interprétation à mettre en rapport avec l'exploitation de ces espèces⁶.

En raison des disparités de niveau d'abondance entre les différentes espèces, l'échelle d'abondance est ramenée au même intervalle [0,1] pour chaque espèce, au moyen d'une transformation préalable des données du tableau B'⁷. Les graphes (figure 6) représentent les points d'observations ainsi que les courbes d'évolution lissées, calculées selon la méthode Lowess appliquée ici avec un paramètre de lissage (k)⁸ égal à 10.

L'observation de la figure 5 permet de distinguer trois groupes principaux d'espèces :

- celles présentant une évolution générale de leur biomasse marquée par une tendance à la baisse sur la période échantillonnée ou au moins sur les années récentes (groupe 1) ;
- celles ne présentant aucune tendance (groupe 2) ;
- celles montrant une tendance à la hausse (groupe 3).

5 l'analyse de ces évolutions temporelles par espèce sera par ailleurs approfondie au chapitre .2.4..

6 A titre d'information, les mêmes graphes exprimés en effectifs (i.e. construites à partir du tableau F'), non reproduites ici pour raison de place, ne diffèrent de la figure 5 que sur des points de détails, et non sur les profils d'évolution généraux des espèces : dans tous les cas, tendances ou inversions de pente restent les mêmes.

7 transformation "Minmax" de ADE (CHESSEL et DOLEDEC 1992) par laquelle $x(i,j)$ est transformé en $[x(i,j) - \min(j)] / [\text{Max}(j) - \text{Min}(j)]$, de façon à ramener chaque variable à l'intervalle [0,1].

8 K = nombre de plus proches voisins pris en compte dans la régression.

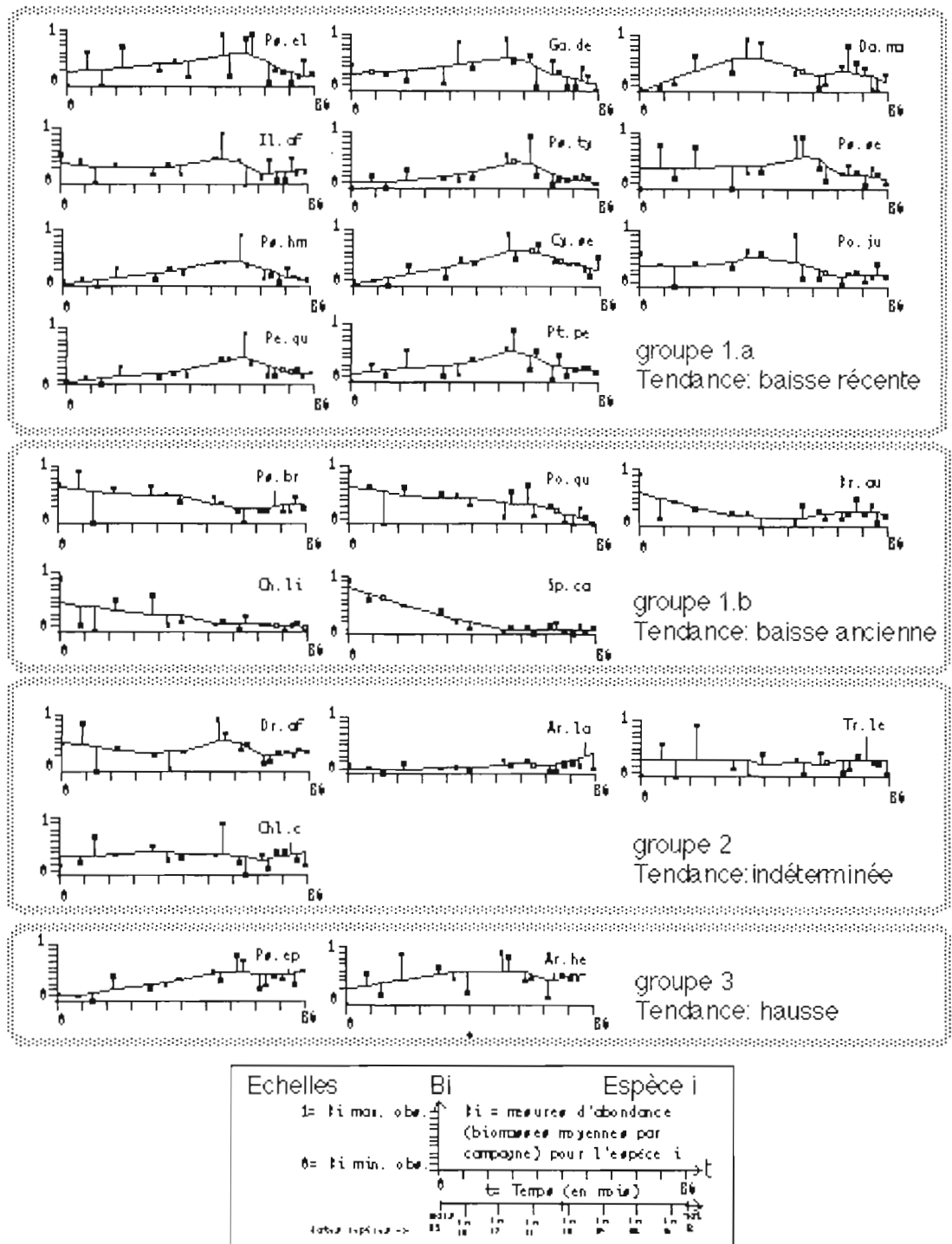


Figure 5

Evolution des biomasses des principales espèces au cours du temps.

Au sein du groupe 1, on peut distinguer deux sous-ensembles. Le premier regroupe les espèces dont la tendance "actuelle" est à la baisse mais de façon récente. Généralement, cette baisse a débuté autour du deuxième semestre 1989 ou postérieurement à cette date qui apparaît donc ici comme un peu remarquable. En effet, même à l'échelle de toute la période considérée, c'est à ce moment que l'on observe le maximum d'abondance pour la plupart des espèces en question et qui sont les suivantes : *Pseudotolithus elongatus*, *Galeoides decadactylus*, *Dasyatis margarita*, *Ilisha africana*, *Pseudotolithus typus*, *Pseudotolithus senegalensis*, *Pomadasys jubelini*, *Pentanemus quinquarius*, *Pteroscion peli*, *Pseudotolithus hostia moorii*, et *Cynoglossus senegalensis*.

Toujours au sein du groupe 1, le deuxième sous-ensemble est celui dont la tendance à la baisse est ancienne et constante, depuis le début de la période échantillonnée jusqu'à la période récente. Il comprend les espèces : *Pseudotolithus brachygnathus*, *Brachydeuterus auritus*, *Polydactylus quadrifilis*, *Chaetodipterus lippei* et *Sparus caeruleostictus*. On peut penser que c'est dans ce sous-groupe et, à un degré moindre dans le précédent, que la pression de pêche se fait sentir avec le plus d'impact.

Le groupe 2 rassemble les espèces dont la tendance générale est indéterminée, que le signal soit plat (espèces stables) ou qu'il soit chaotique (espèces soumises à fortes fluctuations). Il s'agit de *Drepane africana*, *Chloroscombrus chrysurus*, et *Trichiurus lepturus*, auxquelles on ajoute *Arius latiscutatus* dont la tendance récente à la hausse n'est due qu'à un seul point exceptionnel (campagne de janvier 1992).

Enfin le groupe 3 réunit des espèces caractérisées par une évolution à la hausse. Il se réduit aux seules espèces *Pseudotolithus epipercus*, dont la tendance est ancienne, et à *Arius heudeloti*, à tendance positive récente mais dont l'évolution générale est plus chaotique.

Dans les évolutions décrites ci-dessus, et qui s'expliquent mal par les seules variations des conditions environnementales, l'influence de l'exploitation des espèces en question peut être évoquée dans de nombreux cas. Un graphique complémentaire a donc été construit afin de mieux explorer cette question (figure 6). Ainsi, sous l'hypothèse que, pour un stock donné, le poids moyen d'un individu capturé est inversement proportionnel à l'intensité de l'exploitation que subit le stock, les graphes des poids individuels moyens ont été tracés (figure 6), selon la même méthode que pour les biomasses (figure 5) et à partir du tableau P' obtenu par quotient de la matrice F' (des effectifs) sur la matrice B' (des biomasses).

On remarque d'abord que l'évolution générale est à la baisse des poids individuels moyens : treize espèces sur les vingt deux peuvent être classées dans ce cas (soient *Galeoides decadactylus*, *Dasyatis margarita*, *Ilisha africana*, *Pseudotolithus senegalensis*, *Drepane africana*, *Pseudotolithus brachygnathus*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Brachydeuterus auritus*, *Polydactylus quadrifilis*, *Chaetodipterus lippei*, *Pteroscion peli*, *Pseudotolithus epipercus*, et *Sparus caeruleostictus*) contre quatre à tendance indéterminée (*Arius latiscutatus*, *Trichiurus lepturus*, *Pseudotolithus hostia moorii* et *Cynoglossus senegalensis*) et cinq présentant au contraire une tendance à la hausse (*Pseudotolithus elongatus*, *Pseudotolithus typus*, *Pomadasys jubelini*, *Pentanemus quinquarius*, *Arius heudeloti*).

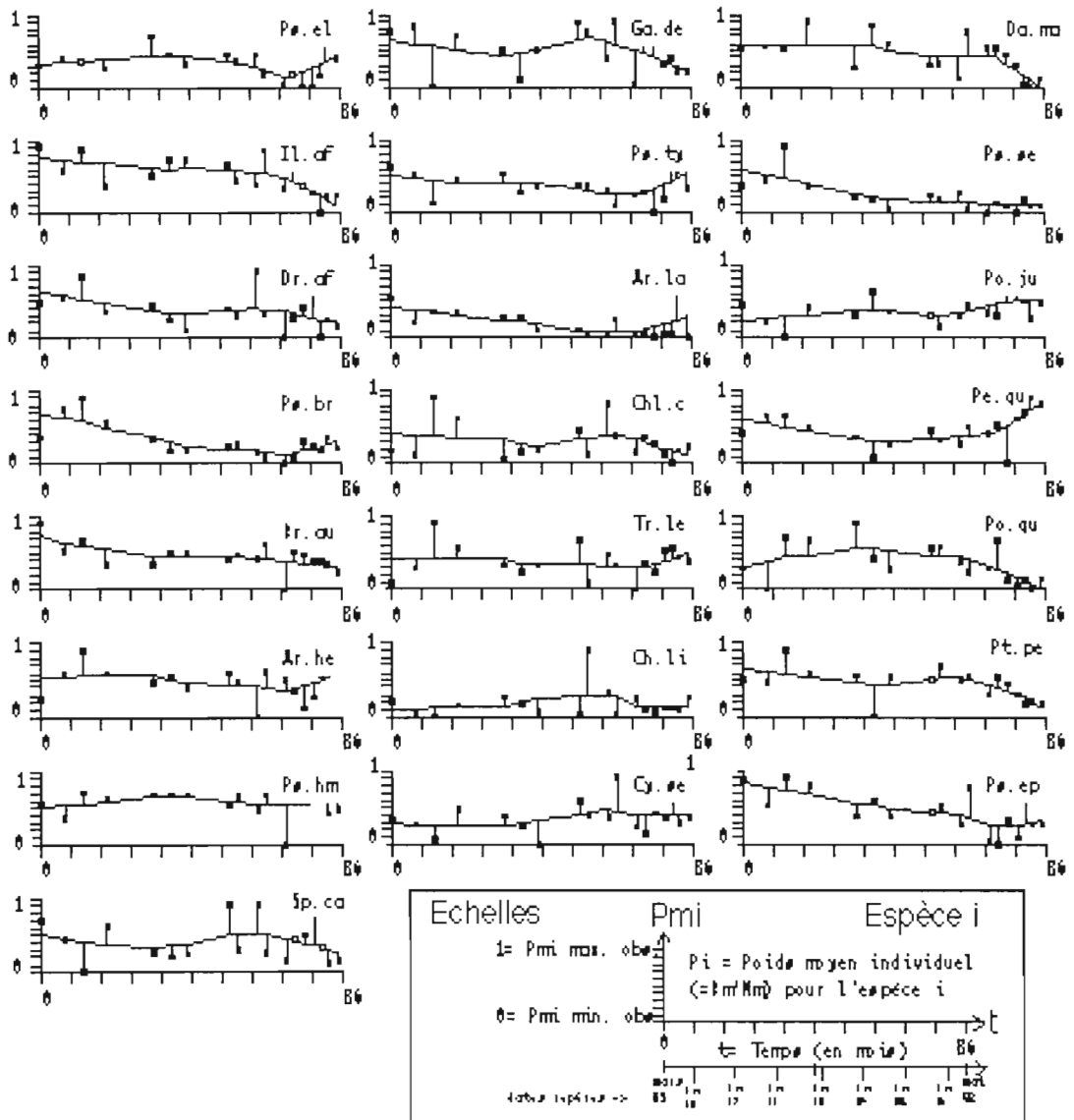


Figure 6

Evolution des poids moyens individuels des principales espèces au cours du temps.

A propos de ce dernier groupe, on remarque aussi que les seules évolutions à la hausse sont récentes, postérieures à la mi-1989. Les cinq espèces concernées ont toutes connu un pic d'abondance autour ou immédiatement après cette date, c'est à dire entre les campagnes de septembre 1989 et de mai 1990. Il y aurait donc eu pour ces espèces un recrutement exceptionnel autour de début 1989 dont les effets qui auraient commencé à se faire sentir dès fin 1989, auraient continué jusqu'en 1992, compensant avantagement et donc masquant l'impact de l'exploitation.

En résumé, les figures 5 et 6 laissent percevoir une chute des biomasses et des poids individuels pour la majorité des espèces analysées. Cette évolution traduit probablement l'impact de l'exploitation sur ces espèces. Les plus touchées, de ce point de vue, semblent être *Dasyatis margarita*, *Ilisha africana*, *Pseudotolithus senegalensis* et *Polydactylus quadrifilis*.

4. Conclusion

Même si, comme l'a montré l'étude typologique de ses caractéristiques environnementales, l'échantillonnage pratiqué au cours des campagnes chagui permet, par le calcul de simples moyennes par campagne, d'accéder à une perception non biaisée de l'organisation temporelle de la communauté ichtyologique, cette dernière apparaît pourtant peu claire et difficilement interprétable, du moins au premier abord. En effet, on n'y retrouve rien d'autre, et encore dans une certaine mesure seulement, que la typologie des espèces telle que définie au chapitre précédent. Cette typologie des espèces révélée par ailleurs sur des critères essentiellement spatiaux (de préférendum et tolérance bathymétriques), aurait donc aussi une composante temporelle plus faible, et d'échelle probablement saisonnière (hypothèse la plus probable), mais difficile à préciser car non expliquée par les variables environnementales testées dans notre analyse.

Le fait que la structuration temporelle du peuplement ichtyologique, mise en évidence par l'analyse (figures 3 et 4), ne cadre en effet pas très bien avec la typologie saisonnière majeure, liée aux variables hydrologiques (salinités et températures côtières), (figures 1 et 2) révèle que la saisonnalité hydrologique, et même hydroclimatique, marquée n'a donc pas sur l'organisation du peuplement ichtyologique l'impact direct attendu. Ce résultat est un peu surprenant en soi. Il conduit à se poser certaines questions et à reformuler certaines hypothèses. En effet, comme notre perception des importants remaniements hydrologiques saisonniers que connaît la frange côtière guinéenne nous interdit raisonnablement de rejeter l'hypothèse d'une influence certaine des variables hydrologiques sur le peuplement de poissons, le résultat précédent nous oblige néanmoins à reconsidérer cette influence. Nous sommes ainsi conduits à admettre l'hypothèse d'une prépondérance de leur influence indirecte ou différée dans le temps (par exemple via un impact sur le recrutement antérieur) par rapport à une influence directe - et immédiatement perceptible car contemporaine des événements climatiques en question - sur la répartition et l'abondance de la communauté en place. Ce point sera approfondi et discuté dans le chapitre suivant.

Analysées individuellement, les évolutions au cours du temps des vingt-deux espèces sélectionnées dans cette étude révèlent une tendance globale (chute des biomasses et des poids individuels pour la majorité d'entre elles), qui laisse percevoir l'impact probable de l'exploitation par la pêche de ces espèces. Cet impact serait atténué, voire complètement masqué chez certaines, par les effets bénéfiques d'un recrutement exceptionnellement bon qui se serait produit autour du début 1989.



Bibliographie

- ◆ BENZECRI (J.P.), 1973 - L'analyse des données. Tome 2 : L'analyse des correspondances, Dunod : Paris.
- ◆ CHAMBERS (J.M.), CLEVELAND (W.S.), KLEINER (B) et TUCKEY (P.A.), 1983 - Graphical methods for data analysis. Duxbury Press, Boston. 1-395.
- ◆ CLEVELAND (W.S.), 1979 - Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 829-836.
- ◆ CHESSEL (D.) et DOLEDEC (S.), 1992 - ADE Version 3.3. : Hypercard © Stacks and Quickbasic Microsoft © Programme library for the Analysis of Environmental Data. User's manual 130p.. Modules graphiques 120p.. Fiches pratiques 275p. URA CNRS 1451, Université Lyon I, 69622 Villeurbanne cedex.

