

Analyse de la Variabilité des Tailles de Listao au sein des Concentrations exploitées en 1981¹

ALAIN FONTENEAU

Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM) 213, rue Lafayette, 75010 Paris, France, et Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), B.P. 2241, Dakar, Sénégal

ET FRANCIS LALOË

Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (CRODT), B.P. 2241, Dakar, Sénégal

Les fréquences de taille des listaos capturés en 1981 par les différents engins, canneurs et senneurs, ont été analysées selon des strates spatiotemporelles fines. Dans un premier temps, les fréquences de taille des captures par périodes de dix jours au sein des concentrations font l'objet d'une comparaison visuelle. Dans un deuxième temps l'hétérogénéité des fréquences est étudiée par la méthode de l'analyse des correspondances. Cette méthode permet de mettre en évidence l'homogénéité des structures de tailles au sein des concentrations, et d'analyser le degré d'hétérogénéité entre les strates exploitées par les pêcheries en 1981.

Size frequency distributions of skipjack caught in 1981 by different gear, baitboats and purse seiners, were analysed using fine spatio-temporal strata. As a first step, size frequencies of catches over ten-day periods in the heart of aggregations were compared by eye. As a second step, the heterogeneity of frequencies was studied by the method of analysis of correspondence. This method demonstrates the homogeneity of size structures at the heart of aggregations, and analyses the degree of heterogeneity between strata exploited by fisheries in 1981.

Las frecuencias de talla del listado capturado en 1981 por los diferentes artes, barcos de cebo y cerqueros, han sido analizados por estratos espacio-temporales finos. En un primer paso, las frecuencias de talla de las capturas por periodos de diez días en el seno de las concentraciones, se comparan a ojo. Como segundo paso, se estudia la heterogeneidad de las frecuencias de talla por el método de análisis de correspondencias. Este método permite evidenciar la homogeneidad de las estructuras de tallas en el seno de las concentraciones y analizar el grado de heterogeneidad entre los estratos explotados por las pesquerías en 1981.

1. Introduction

Diverses analyses, dont Fonteneau, le présent volume², ont mis en évidence le fait que l'essentiel des prises de listao provient de l'exploitation de quelques concentrations.

Il est donc important avant de tenter d'analyser la dynamique de l'exploitation des concentrations de listaos de déterminer si celles-ci constituent des ensembles homogènes, ou pas, et quelles sont les analogies (et les dissemblances) entre les tailles des listaos provenant de diverses concentrations étudiées.

Le problème de la comparaison des fréquences de tailles est vaste et nous désirons ici observer les similitudes entre les diverses fréquences. En rester au calcul d'homogénéité ne saurait donc nous satisfaire. Le présent article aura pour objectif de tenter d'examiner l'hétérogénéité de ces fréquences de tailles par deux méthodes: la classique comparaison visuelle des fréquences de tailles, et l'analyse des correspondances (Benzecri 1973a, 1973b).

Pour les deux méthodes, nous apprécions la distance séparant des types de répartitions; privilégier l'une ou l'autre des méthodes peut être inutile à ce stade. Avec l'analyse des correspondances nous utilisons une distance dont la formulation mathématique peut être fournie (paragraphe 4) et qui permettra de plus, par une méthode d'analyse factorielle, de fournir une image graphique qui pourra être utile. Si l'oeil peut apprécier une distance entre deux histogrammes de trente-six classes, il ne peut se représenter un nuage de quarante-neuf points dans un espace de trente-six dimensions et en déterminer un sous-espace de dimension réduite retenant le maximum d'information.

La présente étude consistera tout d'abord en un examen visuel des fréquences des tailles cumulées des captures provenant des diverses concentrations.

Cette simple comparaison visuelle est indispensable, bien que subjective, afin de bien décrire la structure moyenne des tailles capturées au sein de chaque concentration.

Ensuite on procédera à un examen visuel et descriptif des tailles capturées dans chaque concentration par périodes fines de dix jours de pêche afin d'examiner la variabilité des tailles capturées dans chaque secteur.

Bien que subjective elle aussi, cette simple comparaison visuelle des fréquences de taille est en effet

¹Document inclus bien que certaines révisions suggérées par les référés n'aient pas été relevées par les auteurs.

This document is included although some of the revisions suggested by referees were not acknowledged by authors.

Documento incluido a pesar de que algunas revisiones sugeridas por los jueces no hayan sido reconocidas por los autores.

²Effort de pêche sur le listao.

indispensable. Une méthode objective de classification des fréquences de taille par la méthode des correspondances sera utilisée pour classer les fréquences de tailles par périodes de dix jours provenant des diverses concentrations.

Cette méthode aura pour objectif de fournir une classification automatique et objective des fréquences de taille des captures selon un système de facteurs déterminés par le modèle. Cette méthode présentera l'avantage de fournir une classification objective de celles-ci, selon une méthode mathématique standard susceptible d'être employée dans le futur pour déterminer le caractère répétitif des présentes observations.

2. Examen de la Fréquence Totale des Captures de chaque Concentration

Les coordonnées et dates d'exploitation des concentrations étudiées sont données au Tableau 1. On dispose par concentration de la fréquence cumulée des prises des canneurs de Téma, des canneurs FISM, des senneurs FISM et des senneurs espagnols, les mensurations du listao de ces engins étant disponibles par périodes de dix jours. Le total des fréquences de tailles de la capture sur chaque concentration est représenté sur la Figure 1. L'examen de cette figure révèle des différences notables entre les tailles capturées sur chaque concentration. Ces différences sont d'autant plus intéressantes à noter que dans la plupart des secteurs (sauf les senneurs espagnols en Angola), le taux d'échantillonnage est élevé (de 1390 à 4178 listaos mesurés durant des périodes de trois mois en général). A ce stade général on peut faire un certain nombre de commentaires qui, sans être de

nature "statistique", n'en sont pas moins parfaitement objectifs et indiscutables:

—Les prises des senneurs espagnols en Angola sont de petite taille (mode de 42 à 48 cm): les prises des canneurs angolais, non prises en compte dans la présente analyse mais publiées par l'ICCAT (Data rec. vol. 20, p. 309), montrent des structures de tailles identiques.

—Les prises provenant de la concentration Ghana et celles provenant de la concentration Libéria ont la même structure de tailles (cela est en accord avec le fait que de nombreux listaos marqués en été au "Ghana" ont été recapturés en automne au "Libéria").

—Les prises dans la concentration Cap Lopez ont en moyenne une taille intermédiaire entre celles de l'Angola et celles des concentrations Ghana-Libéria, avec un nombre important (35%) de petits listaos de moins de 43 cm (contre 16% au Ghana) et moins de listao de plus de 49 cm que dans les secteurs plus au nord (17%, contre 29% au Ghana). L'allure de l'histogramme est toutefois voisine de celle des concentrations Ghana-Libéria.

—Les prises des concentrations Sénégal au deuxième et au troisième trimestres ont des structures de tailles très différentes; les listaos capturés dans la première concentration sont en moyenne de grande taille (mode situé entre 45 et 55 cm), alors que ceux capturés sur la concentration d'automne sont de beaucoup plus petite taille, avec un mode situé entre 42 et 48 cm. Seul un examen des fréquences par périodes de temps fines peut permettre de comprendre la signification réelle de ces différences.

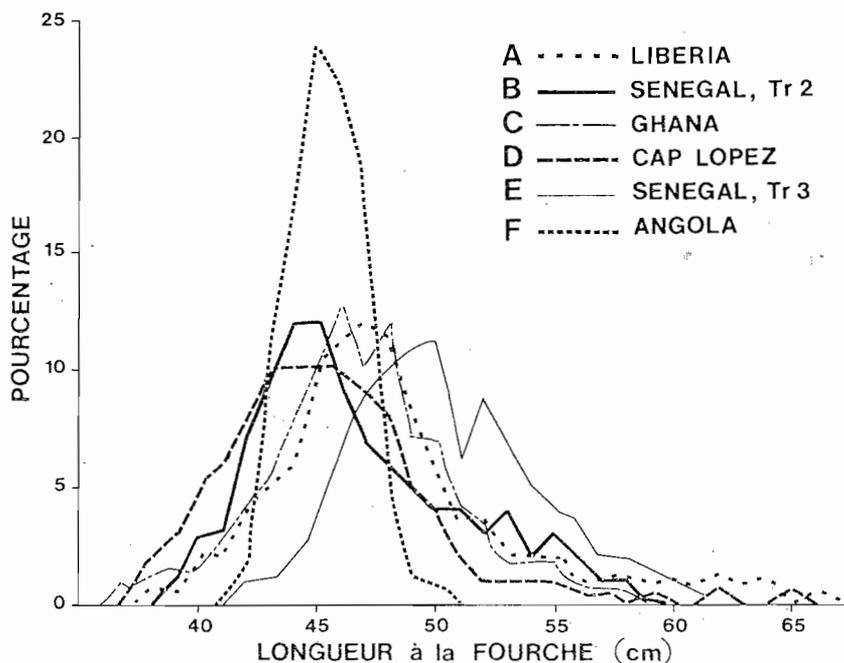


Figure 1. Fréquence de tailles totales des listaos capturés dans les six concentrations étudiées.

Tableau 1. Dates et zone des concentrations étudiées

Référence de la concentration	Début	Fin	Zone	
			Lat.	Long.
A	1/1	30/4	5N-5S	15W 0
B	1/4	30/6	20N-5N	20W 10W
C	1/5	31/8	5N-5S	5E 10E
D	1/7	30/9	6N-0	5W 5E
E	1/9	30/11	20N-10N	20W 10W
F	1/10	31/12	5N-5S	25W 10W
G	1/10	31/12	5N-5S	10W 10E
H	1/9	31/12	5S-20S	5E 15E

3. Examen des Fréquences de Tailles par Périodes de Dix Jours

Les fréquences de tailles par période de dix jours de tous les échantillonnages sont représentées Figures

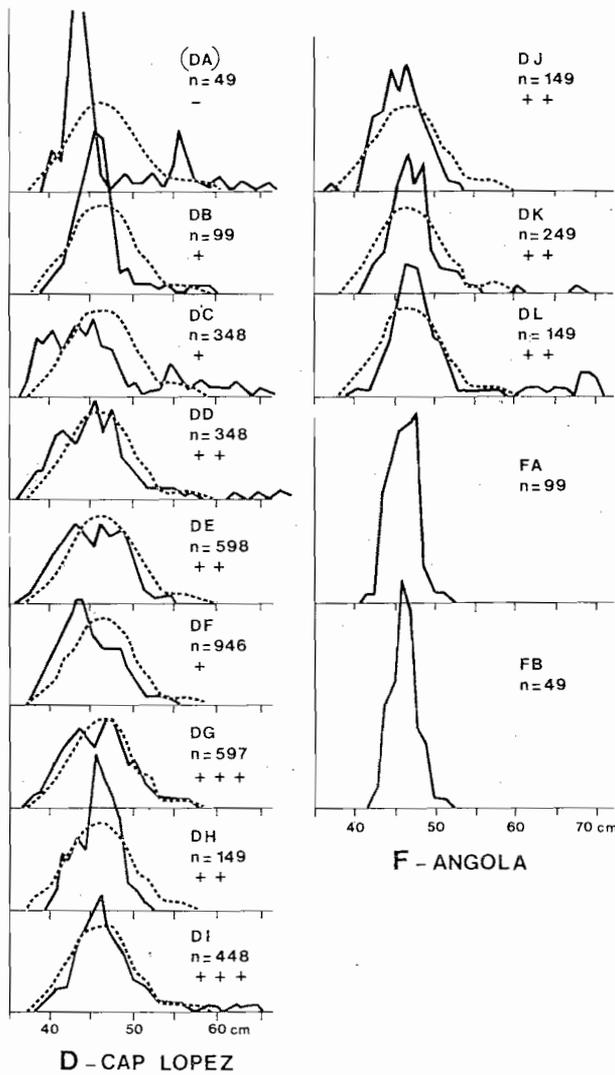


Figure 2. Fréquence de tailles, par périodes de dix jours, des listaos capturés sur les concentrations Cap Lopez et Angola (la fréquence de taille moyenne des prises de la concentration est en pointillé).

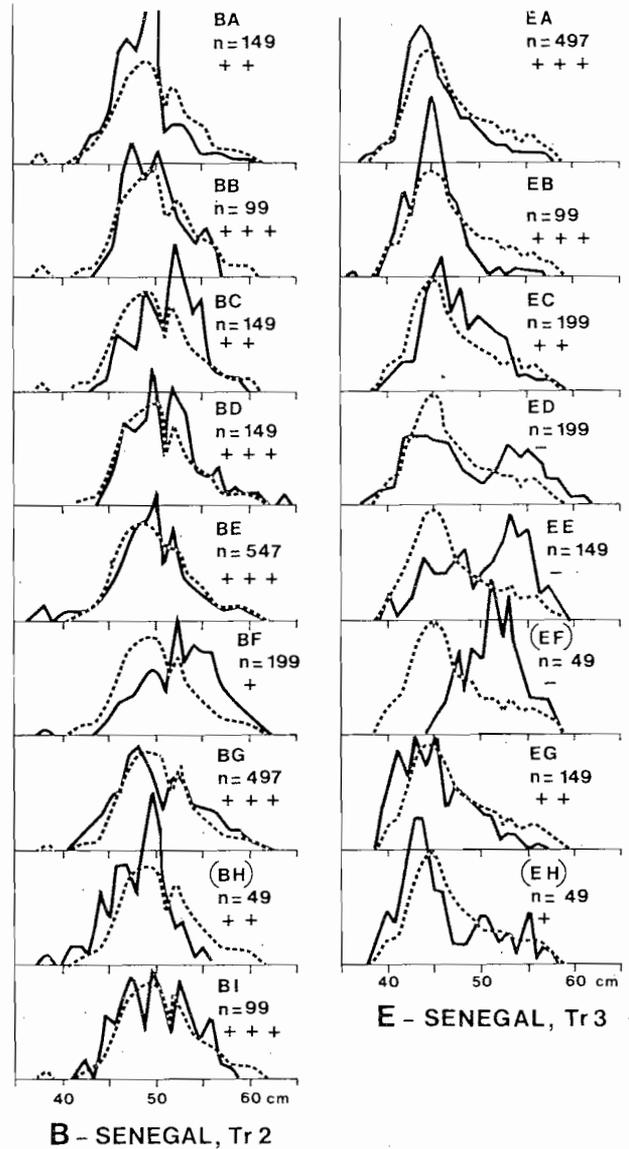


Figure 3. Fréquence de tailles, par périodes de dix jours, des listaos capturés sur les concentrations Sénégal deuxième trimestre, et Sénégal troisième trimestre (la fréquence de taille moyenne des prises de la concentration est en pointillé).

2 à 4. Au simple examen de ces figures on peut faire un certain nombre d'observations qui, sans avoir de valeur statistique, revêtent un certain intérêt:

(a) Les structures de tailles au sein de chaque concentration sont en général homogènes dans le temps durant chaque période, exception faite des périodes où l'échantillonnage est réduit (par exemple moins de 100 individus mesurés durant dix jours).

La comparaison entre profils des tailles de chaque quinzaine et moyenne de la concentration a été faite "à l'oeil" selon une notation à quatre niveaux:

- i) accord médiocre ou très médiocre (-)
- ii) accord moyen (+)
- iii) bon accord (++)
- iv) excellent accord (+++)

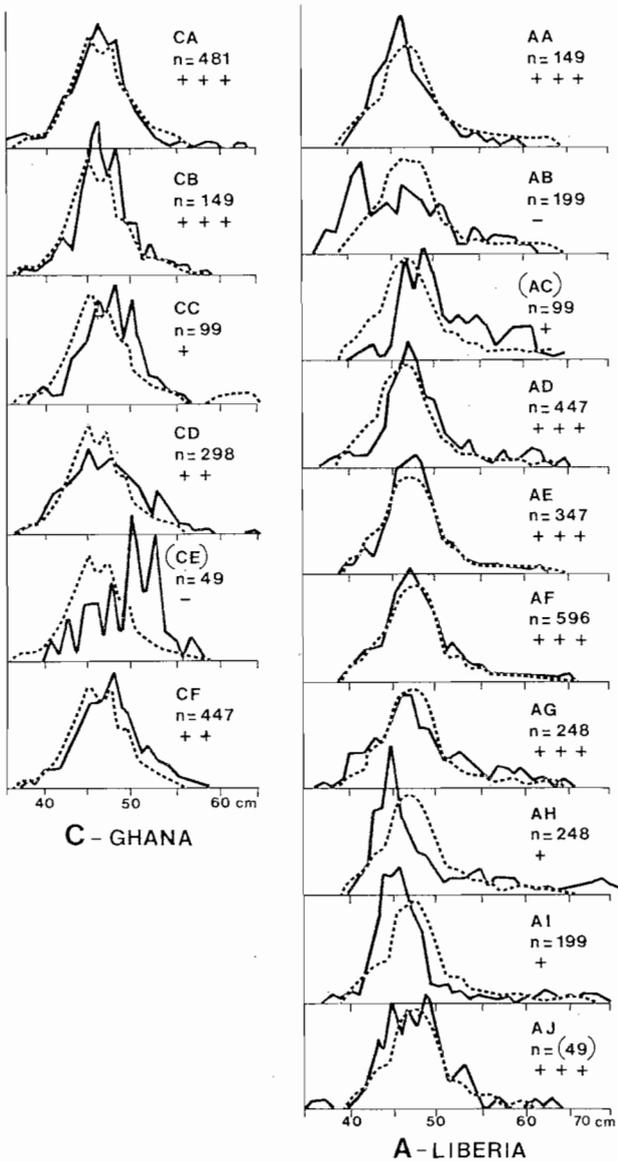


Figure 4. Fréquence de tailles, par périodes de dix jours, des listaos capturés sur les concentrations Ghana et Liberia (la fréquence de taille moyenne des prises de la concentration est en pointillé).

Cette notation subjective et sans valeur statistique a été expérimentée dans le but de déterminer quelles concentrations ont les structures modales les plus consistantes dans le temps. Il est en effet intéressant dans un problème complexe de reconnaissance de formes et de comparaison de celles-ci, comme celui posé, de tenter d'utiliser la grande aptitude de l'oeil humain à intégrer l'hétérogénéité des formes. Les notations subjectives étant portées sur chaque figure, le lecteur pourra aisément se prêter, s'il le souhaite, à comparer ses notations personnelles à celles de la présente analyse.

Il résulte de cette notation visuelle (notée sur chaque fréquence avec le nombre de listaos mesurés) que

les distributions de tailles les plus stables dans le temps sont observées au Sénégal durant le deuxième trimestre; les concentrations du Ghana et du Cap Lopez ont aussi des structures de tailles stables mais à un degré moindre.

Les tailles les plus variables sont observées:

—au troisième trimestre de la concentration "Sénégal" où trois périodes de dix jours sur huit, en milieu de l'exploitation, sont en accord très médiocre avec la moyenne des tailles;

—au quatrième trimestre dans la concentration "Libéria" où deux périodes de dix jours sont très typiques et deux autres en accord moyen avec le profil type des tailles.

4. Analyse des Correspondances des Tailles Capturées par Dix Jours dans Toutes les Concentrations Étudiées

4.1 METHODE

La méthode d'analyse des correspondances est amplement décrite dans la bibliographie (Benzecri 1973a et b). Il s'agit d'un type particulier d'analyse factorielle qui aboutit à une classification des échantillons selon plusieurs facteurs hiérarchisés. L'analyse est fondée sur une distance dite du χ^2 : soit n_{ij} le nombre d'individus de la concentration i , de taille j (ici $j = 1...36, i = 1...49$).

La distance entre deux concentrations i_1 et i_2 est donnée par:

$$d^2_{i_1, i_2} = \sum_{j=1}^J \frac{n_{00}}{n_{0j}} \left(\frac{n_{i_1j}}{n_{i_10}} - \frac{n_{i_2j}}{n_{i_20}} \right)^2$$

où

$$n_{00} = \sum_i \sum_j n_{ij}, n_{i0} = \sum_j n_{ij}, n_{0j} = \sum_i n_{ij}$$

Nous affectons chaque concentration d'une masse $\frac{n_{ij}}{n_{00}}$

l'analyse consiste à rechercher les axes de dispersions maximum.

Nous avons effectué ces calculs en extrapolant les n_{ij} de façon à ce que tous les n_{i0} soient égaux à 100 (en prenant comme nouvelle valeur. $n_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{i0}} \times 100$)

(Les masses affectées à chaque concentration sont alors toutes égales).

Nous n'avons pas pris en compte dans nos calculs les concentrations pour lesquelles moins de 75 individus figurent dans l'échantillon. Toutefois, une fois les axes connus, les composantes de ces concentrations peuvent être calculées, et elles peuvent donc figurer sur les représentations graphiques. Les calculs ont été effectués à l'aide du langage statistique GENSTAT (Astier et al. 1982).

4.2 RESULTATS

Les résultats de l'analyse sont représentés sur la Figure 5 (axes 1 et 2, représentant respectivement 44 et 16% de la variabilité totale). Chaque fréquence de taille est codée à sa position avec deux lettres: la première étant le code de la concentration, la deuxième le rang de la période durant l'exploitation. Ces couplets de lettres sont les mêmes que ceux reportés sur chaque fréquence de taille des Figures 2 à 4; on se reportera d'ailleurs très utilement de l'un à l'autre de ces types de représentations pour une bonne compréhension des résultats de l'analyse factorielle.

Les fréquences de tailles de chaque concentration ont été reliées chronologiquement par un trait caractéristique.

Passé la première impression de perplexité qui se dégage de l'examen de cette figure, on peut en faire divers commentaires:

Le premier axe (44%) sépare les populations ayant des grands individus de celles constituées par des individus plus petits.

Ainsi les échantillons du Cap Lopez ont des valeurs élevées pour le premier facteur, et les modes des répartitions observées sont inférieurs à 50 cm.

A l'opposé, les échantillons du Sénégal deuxième trimestre sont composés d'individus de plus grande taille (modes supérieurs ou égaux à 50 cm).

Les échantillons du Ghana et du Libéria ne sont séparés par aucun des deux facteurs et apparaissent confondus quasiment tous dans le même nuage de points central, exception faite des fréquences Libéria AC possédant plus d'individus de grande taille et Libéria AB plus dispersées et dont la valeur sur l'axe deux est négative.

—Le deuxième axe, de moindre importance (16%), lié à la dispersion des fréquences. Ainsi les

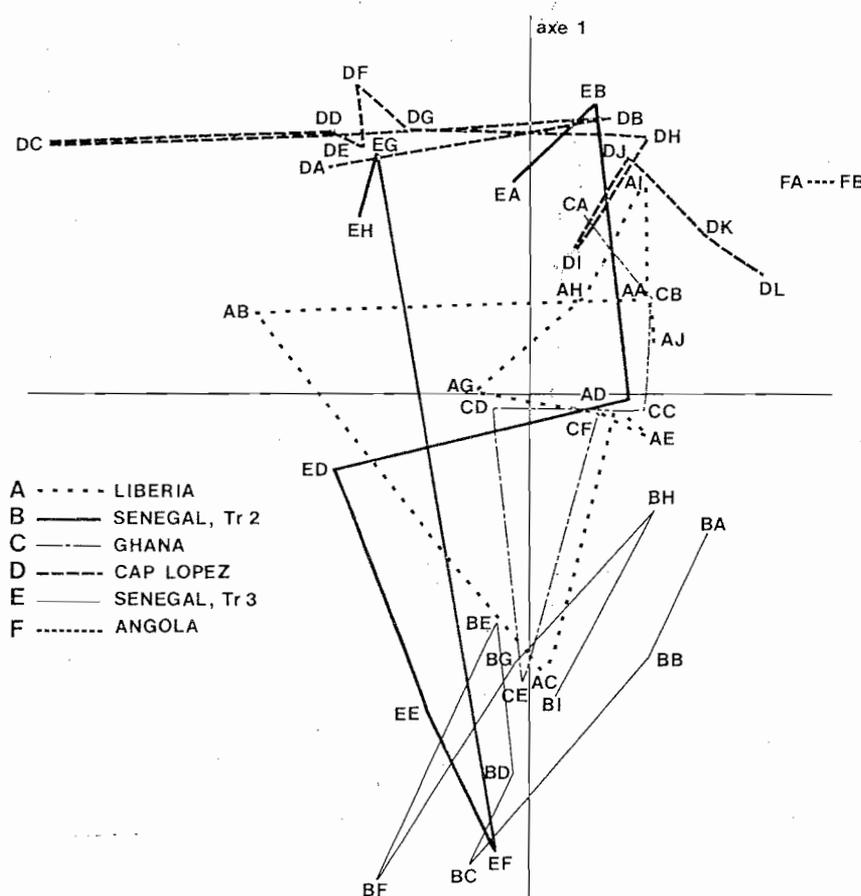


Figure 5. Résultats de l'analyse des correspondances, positions des fréquences de tailles observées dans les concentrations dans le plan des deux premiers axes factoriels.

plus grandes valeurs sont prises par les deux échantillons très pointus de l'Angola (FA et FB).

L'évolution des échantillons du Sénégal troisième trimestre est intéressante. Les premières populations EA, ED sont composées d'individus de petite taille analogues à celles des échantillons du Cap Lopez; on assiste ensuite à l'apparition d'individus de plus grande taille et les populations ED et EE sont bimodales et donc plus dispersés. Ceci se traduit par des valeurs négatives sur les deux axes. Les individus de petite taille ont pratiquement disparus dans l'échantillon (d'effectif très faible) EF, et les deux dernières populations EG et EH ont des compositions analogues à celles du début du trimestre (petits individus).

La présente méthode d'analyse apporte donc un certain nombre de précisions "objectives" sur l'hétérogénéité des fréquences de tailles de listao. Il s'avère ainsi, qu'exception faite de la concentration Sénégal au troisième trimestre qui semble hétérogène et atypique, chaque concentration présente un *profil de tailles caractéristiques* qui se maintient bien pendant toute la durée de l'exploitation. En outre on peut distinguer quatre types de fréquences qui semblent caractéristiques:

- les fréquences de l'Angola (TR4)
- celles du Cap Lopez (TR3)
- celles du Ghana (TR3) et du Libéria (TR4)
- celle du Sénégal au deuxième trimestre

En outre, ceci traduit probablement le fait que les tailles sont bien échantillonnées par le système statistique mis en place en 1981, car on imagine mal qu'un système d'échantillonnage non adéquat puisse aboutir à des analyses aussi "cohérentes".

On peut en outre en conclure que cette stabilité et cette forme caractéristique des prises par taille témoignent d'une certaine "cohérence" d'un schéma biologique de migration et de variation de la capturabilité, schéma qu'il doit être possible de bien cerner à partir d'une analyse fine de la dynamique des captures par âge au sein de chaque concentration.

5. Conclusion

La présente analyse réalisée sur une base plus fine que les travaux antérieurs montre clairement qu'au-delà de la désespérante stabilité du mode unique de listao de l'Atlantique est, on peut trouver des structures de tailles très distinctes et caractéristiques dans chaque strate; il semble donc indispensable de mener à bien une analyse quantitative de ces données de prises par tailles en se basant sur une stratification temporelle fine et en utilisant les données de croissance acquises par les résultats des marquages.