

COMPARAISON DE STRATÉGIES DE PÊCHE PAR ANALYSES FACTORIELLES SUR TABLEAUX D'ÉCHANGES

Jocelyne FERRARIS¹ et Catherine PARDOUX²

1 IRD
BP A5
98848 - NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
ferraris@noumea.ird.nc

2 LISE-CEREMADE
Université Paris IX - Dauphine
Place du M^l de Lattre de Tassigny
75775 - PARIS Cedex 16
Catherine.Pardoux@dauphine.fr

1. CONTEXTE

La compréhension de la dynamique des pêcheries composites, telles que les petites pêcheries côtières caractérisées par un grand nombre d'engins et d'espèces capturées, nécessite de développer de nouvelles approches pour mieux rendre compte de la variabilité spatio-temporelle des populations exploitées et de leur exploitation. Les systèmes d'enquête mis en place pour l'étude des pêcheries artisanales sont souvent basés sur l'échantillonnage des captures et des efforts afin d'estimer la production et la mortalité par pêche, mais tendent à évoluer en fonction des nouvelles questions qui se posent en halieutique (Morand & Ferraris, 1997). La prise en compte du comportement du pêcheur devient une nécessité pour comprendre ses réactions aux changements, analyser les capacités d'adaptabilité des pêcheries et mieux répondre aux enjeux de la gestion halieutique. La dynamique de la pêcherie maritime artisanale au Sénégal est ainsi décrite en modélisant les tactiques et stratégies des pêcheurs en fonction de deux typologies distinctes relatives d'une part aux unités de pêche et d'autre part aux actions de pêche (Laloë & Samba, 1991, Pech, 1998). Une enquête spécifique est menée en 1992, auprès de 200 unités de pêche suivies pendant un an, afin de préciser les notions de tactiques et stratégies de cette pêcherie et d'étudier les comportements de mobilité et de polyvalence des pêcheurs. La **tactique** décrit l'activité quotidienne du pêcheur par la combinaison des choix effectués au cours de ses opérations de pêche (Gettler-Summa et al., 1994). La **stratégie** est appréhendée par la succession des tactiques au cours d'une période donnée. La dynamique temporelle de chaque stratégie peut être décrite par un processus stochastique (chaîne de Markov d'ordre 1 homogène dans le temps) appliqué à la matrice de transition associée à des séries chronologiques qualitatives. Le graphe valué associé représente les passages d'un état à un autre et permet d'illustrer les transferts d'efforts de pêche et les comportements-types sur une période homogène (Ferraris et al., 1996). De par la variabilité saisonnière et la structure hétérogène de la flottille, la pêcherie doit être partitionnée en segments homogènes du point de vue temporel (saisons) et structurel (groupes d'unités de pêche). La description de la dynamique de la pêcherie consiste alors à analyser les **comportements temporels observés sur chacun** des segments et à comparer les différentes stratégies pour **mettre en évidence leur dynamique propre**.

2. OBJECTIFS

Ce travail vise plusieurs objectifs :

- la mise en évidence des **différentes stratégies d'exploitation observées** au cours du temps et au sein de la pêcherie artisanale sénégalaise,
- la description des stratégies sous une forme synthétique traduisant la dynamique temporelle du phénomène,
- la comparaison des différentes stratégies mises en évidence.

A partir du suivi des activités individuelles de pêche, une approche typologique par **classification automatique** vise à décomposer la dynamique de la pêcherie en périodes et groupes de pêcheurs homogènes de comportements similaires. La comparaison des tableaux de fréquences décrivant les changements observés d'une tactique à une autre pour chacun des groupes mis en évidence, est effectuée par des **analyses factorielles** afin de définir un référentiel commun aux différentes matrices et de mettre en évidence les effets "période" et "groupe de pêcheurs", et la dynamique propre à chacune des stratégies.

3. DONNEES

On s'intéresse ici au cas du port de Kayar (Côte nord du Sénégal) où 55 pêcheurs ont participé sur une base de volontariat au suivi d'units de pêche comportant une enquête sur leur activité quotidienne (tactique) au cours d'un an. La tactique est codée en 9 états (elle est réduite ici à sa plus simple expression, soit le type d'opération décrit par l'engin de pêche utilisé ou la cause de non pêche) :

L	==>	<i>pêche à la ligne</i>
FD	==>	<i>pêche au filet</i>
Lpo	==>	<i>pêche à la turlutte (ligne à poulpe)</i>
LL	==>	<i>pêche utilisant simultanément plusieurs types de lignes (L + LPo)</i>
LF	==>	<i>pêche utilisant simultanément ligne et filet (L + FD)</i>
Rep	==>	<i>repos ou arrêt court (météo, non satisfaction du marché, ...)</i>
Arr	==>	<i>arrêt long (panne, entretien, maladie, voyage, ...)</i>
Cam	==>	<i>campagne de pêche à l'extérieur du port</i>
FF	==>	<i>pêche utilisant simultanément plusieurs types de filets (FD+FD)</i>

Les unités sont suivies pendant 366 jours (du 15/12/91 au 15/12/92) : chaque unité de pêche est caractérisée chaque jour par l'une des neuf tactiques.

Les données peuvent être présentées sous trois formes :

1 - Première matrice : chaque colonne associée à un pêcheur est une série chronologique (de longueur 366) d'une variable qualitative E_j à 9 modalités (correspondant aux 9 tactiques).

<i>unité de pêche</i>	ω_1	...	ω_j	...	ω_N
<i>Jour 1</i>					
<i>Jour t</i>		...	E_j		
<i>Jour T</i>					

2 - Deuxième matrice : tableau de fréquences où chaque individu-pêcheur (ligne) est décrit par 81 variables quantitatives construites à partir des 81 transitions possibles entre les 9 états (à chaque état à la date t , correspond un état à $t + 1$).

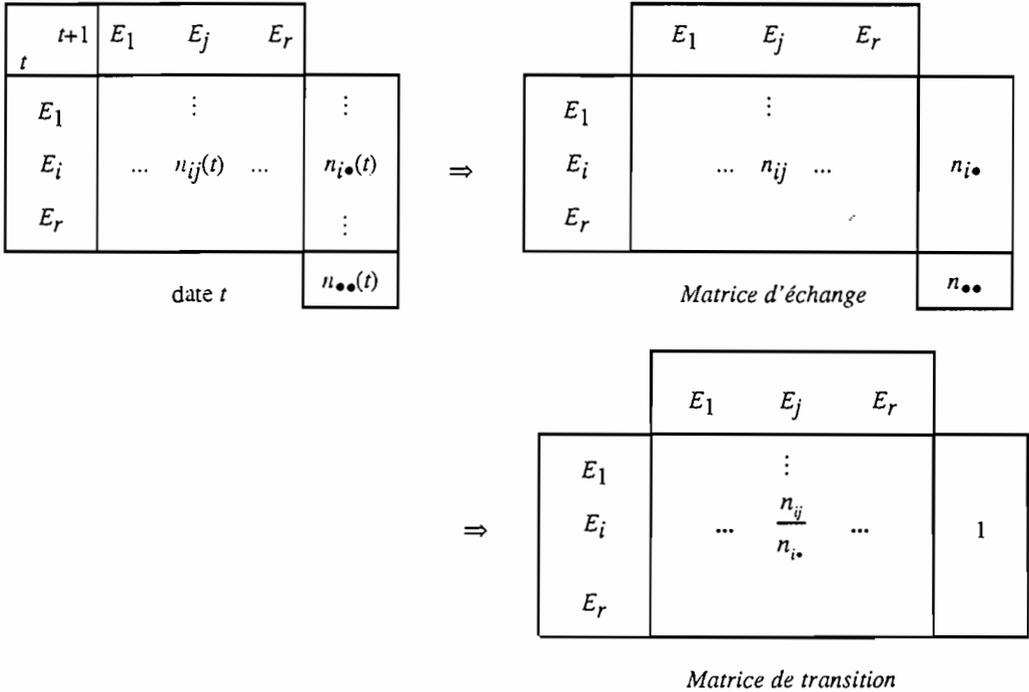
3 - Troisième matrice : tableau construit pour un groupe de pêcheurs et une période, décrivant les échanges ou les transitions entre les 9 états :

Soit T = durée totale de la période considérée

r = nombre d'états

$n_{ij}(t)$ = nombre d'individus en E_i à la date t et E_j à la date $(t + 1)$

$$n_{i\bullet}(t) = \sum_{j=1}^r n_{ij}(t) \quad n_{ij} = \frac{1}{T-1} \sum_{t=1}^{T-1} n_{ij}(t) \quad n_{i\bullet} = \sum_{j=1}^r n_{ij}$$



4. METHODES

Les méthodes choisies pour atteindre les objectifs fixés dans ce travail font partie de la "Boîte à Outils" offerte par le logiciel SPAD¹, complété du logiciel ADDAD². L'algorithme de classification automatique est basé sur le critère de Ward avec coupure de l'arbre hiérarchique et consolidation de la partition par une technique de type "nuées dynamiques". Ces logiciels offrent également plusieurs méthodes d'analyse factorielle et notamment, des méthodes adaptées au traitement de tableaux ternaires.

L'approche adoptée pour définir les périodes homogènes et les groupes de pêcheurs à comportement similaire est présentée dans un travail précédent sur les stratégies des unités de pêche de Kayar (Ferraris et al., 1996). Elle comporte deux étapes :

- 1- une classification automatique sous contrainte temporelle de la première matrice préalablement projetée sur les axes factoriels d'une analyse des correspondances multiples (analyse adaptée au traitement des variables qualitatives),
- 2- une analyse factorielle des correspondances suivie d'une classification automatique de la deuxième matrice pour partitionner l'échantillon de pêcheurs à partir des fréquences de transition observées au cours de l'année.

Nous retenons les groupes jugés les plus représentatifs. Ayant divisé l'année en périodes, nous avons ainsi à analyser et à comparer plusieurs tableaux de fréquence particuliers que sont les matrices

¹ SPADTM Version 3 pour Windows, CISIA 1, avenue Herbillon 94160 Saint-Mandé (France).

² ADDAD, 22 rue Charcot 75013 Paris (France)

d'échanges et les matrices de transition. Plusieurs approches sont envisagées pour comparer ces différents tableaux, basées sur le principe de l'Analyse Factorielle des Correspondances. On cherche à utiliser d'une part, les propriétés barycentriques de l'AFC pour analyser simultanément les relations entre les états de départ (temps t) et les états d'arrivée (temps $t + 1$) en termes de distance du χ^2 , et d'autre part, ses extensions à l'Analyse des Correspondances Multiples et à l'Analyse Factorielle Multiple pour l'analyse des interactions entre les différentes dimensions des tableaux, notamment les périodes et les stratégies :

- 1- Analyses des Correspondances de suites de tableaux d'échanges : analyse du tableau "Somme", avec projections des lignes et des colonnes des 12 tableaux en éléments supplémentaires [Cazes (1990), Escofier (1983, 1984)] et analyse du tableau global [Escofier & Drouet (1983)] avec projection des modalités supplémentaires des variables qualitatives "Période", "Groupe de pêcheurs" et leurs interactions.
- 2- Analyses des Correspondances des tableaux de Burt associés à chaque stratégie de pêche [Escofier & Pagès (1993)].
- 3- Analyses des tableaux ternaires [Dazy & Le Barzic (1996), Escofier & Pagès (1993)] : Analyse Factorielle Multiple de suites de matrices de transition basée sur l'Analyse des Correspondances Multiples avec des variables codées floues.

5. RESULTATS

1- Recherche de périodes homogènes

Une classification hiérarchique avec contraintes de contiguïté est réalisée sur le tableau dont les colonnes sont les facteurs résultant d'une analyse des correspondances multiples de la première matrice (définie au § 3) de dimension 366×48 (7 unités de pêche sont mises en supplémentaire en raison d'un grand nombre de valeurs manquantes). On retient une partition en quatre périodes contiguës de durée inégale :

- période 1 : 137 jours (15/12/91 - 30/04/92)
- période 2 : 92 jours (01/05/92 - 31/07/92)
- période 3 : 104 jours (01/08/92 - 12/11/92)
- période 4 : 33 jours (13/11/92 - 15/12/92)

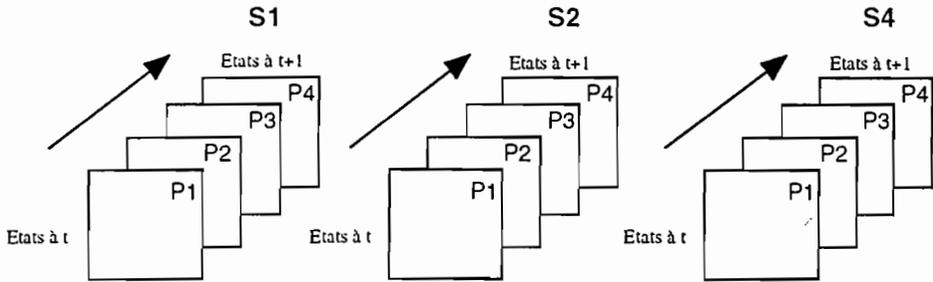
2- Recherche de groupes homogènes

Le tableau de fréquences indiquant le nombre de fois où les unités de pêche, ayant pratiqué une activité de pêche effective au cours des quatre périodes, transitent par les 81 combinaisons possibles entre les 9 états (deuxième matrice définie au § 3 de dimension 33×81), est soumis à une Analyse des Correspondances suivie d'une Classification ; l'arbre hiérarchique met clairement en évidence 6 classes d'unités de pêche, dont trois correspondent à des comportements atypiques :

DECOMPOSITION DE L'INERTIE : QUOTIENT (INERTIE INTER/INERTIE TOTALE) = 0.7941

		INERTIES	EFFECTIF	POIDS	DISTANCE
INERTIE INTER-CLASSES	INERTIES INTRA-CLASSE	1.5059			
	CLASSE 1 / 6	0.1830	15	5322.00	0.7289
	CLASSE 2 / 6	0.0641	3	1086.00	1.5857
	CLASSE 3 / 6	0.0000	1	365.00	6.8590
	CLASSE 4 / 6	0.1197	10	3646.00	0.8994
	CLASSE 5 / 6	0.0237	3	1095.00	2.5035
	CLASSE 6 / 6	0.0000	1	365.00	10.3096
INERTIE TOTALE		1.8964			

La stratégie 5, caractérisée par un arrêt prolongé, et les stratégies 3 et 6, décrites par un seul pêcheur, ne sont pas considérées dans la suite de ce travail, car elles sont peu représentatives de l'ensemble de la pêcherie ; ces stratégies peuvent cependant être pertinentes pour l'étude de la dynamique de la pêche (phénomène d'innovation, diversification des activités, etc.). La caractérisation des stratégies 1, 2 et 4 sur chaque période nous amène à construire 12 matrices d'échanges et 12 matrices de transition. La comparaison des stratégies consiste alors à analyser trois suites de quatre tableaux :



Les 4 périodes étant de durée inégale et les 3 classes de pêcheurs ne comportant pas le même nombre d'individus, une étape préliminaire à l'analyse comparative a consisté à "normaliser" les 12 tableaux en les rapportant à un même nombre jours-individus (effectifs totaux des tableaux égalisés).

3- Analyses des Correspondances de suites de tableaux d'échanges

L'Analyse des Correspondances est effectuée sur les tableaux d'échanges (définis au § 3) selon deux approches :

1- Tableau « Somme » formé de 8 lignes et 8 colonnes actives (un des états étant absent pour les trois stratégies conservées) auxquelles ont été juxtaposées en éléments supplémentaires les fréquences de chaque stratégie-période.

2- Tableaux juxtaposés verticalement : 96 lignes \times 8 colonnes actives où chaque ligne est caractérisée par trois variables qualitatives supplémentaires indiquant la stratégie, la période et la stratégie-période.

Les résultats similaires obtenus par ces 2 approches indiquent des tendances communes très fortes :

1. $\lambda_1 \approx 1 \Rightarrow$ un état quasi-absorbant définit le 1^{er} axe (tactique "Campagne").
2. Une décroissance régulière des valeurs propres : 98% de l'inertie pour les 6 premiers axes : un axe est généralement défini par un état.
3. La représentation simultanée montre des positions quasi-confondues des états à t et à $t + 1$,
4. Mise en évidence des liens entre stratégies, périodes et tactiques par les variables supplémentaires.

Le 1^{er} plan factoriel (figure 1) obtenu par la 2^{de} approche (40% de l'inertie) avec projection des variables supplémentaires, résume les principales sources de variabilité du jeu de données : l'état "campagne" (Cam), plus caractéristique de la troisième période et des stratégies S1 et S2, définit le premier axe de par le peu de relations avec les autres états ; le deuxième axe est expliqué par l'activité "filet mixte" (FF), peu fréquente et associée à l'activité "filet" (FD) plus caractéristique de la stratégie S2.

Cette approche met davantage en évidence la variabilité entre les états, au détriment de la variabilité entre les différents tableaux (stratégies ou périodes). La tendance commune très forte entre les différents tableaux s'explique par une diagonale chargée, quelque soit la stratégie-période, due à des passages fréquents d'un état sur lui-même de t à $t + 1$ indiquant que les pêcheurs ont tendance à reproduire la même activité d'un jour à l'autre.

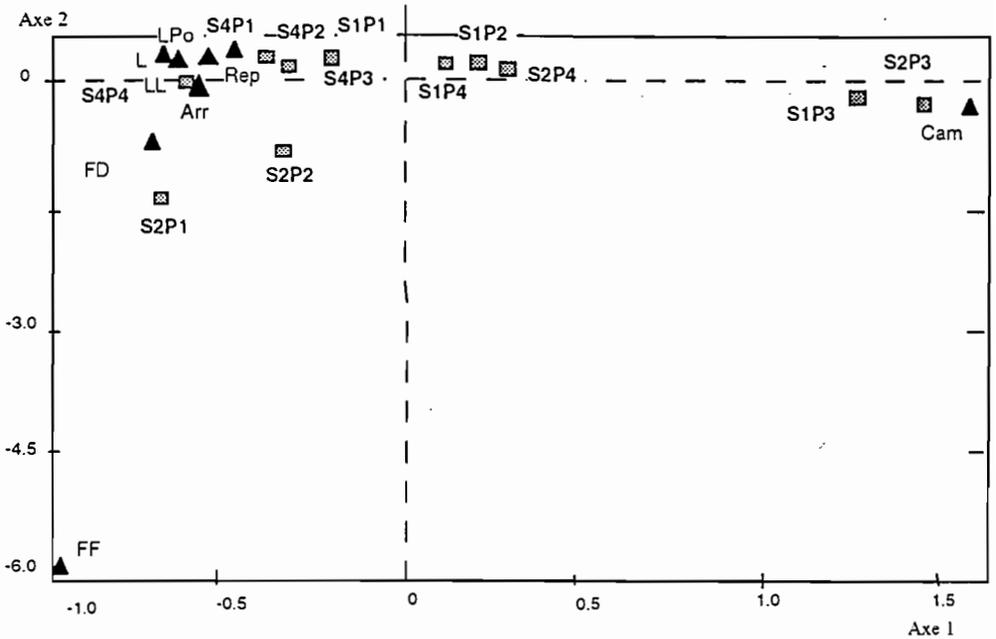


Figure 1

4- Analyses des Correspondances des trois tableaux de Burt

A chaque stratégie est associé un tableau de Burt mettant en relation trois ensembles : états au temps t , états au temps $t + 1$ et périodes. On a un tableau de Burt, de dimension 20×20 , propre à chacune des stratégies, soit : une matrice symétrique, indiquant sur la diagonale le nombre d'occurrences des observations pour chaque état de départ, chaque état d'arrivée ou chaque période, au-dessous et au-dessus de la diagonale, le nombre d'observations correspondant à chaque échange pour toute période confondue, le nombre d'observations pour chaque état de départ par période et pour chaque état d'arrivée par période (ex. : tableau de Burt pour la stratégie S1 en annexe).

Les Analyses des Correspondances appliquées aux trois tableaux de Burt donnent les résultats suivants :

- des paliers dans la décroissance des valeurs propres,
- les trois premiers facteurs résument l'essentiel du comportement de S1 et de S2, alors que les deux premiers facteurs résument l'essentiel du comportement de S4,
- résumé pertinent des stratégies avec une bonne lecture des interactions entre les tactiques et les périodes.

On donne en exemple le premier plan factoriel (figure 2) de la stratégie S1 (41% de l'inertie). De nouveau, on constate une superposition des états au temps t et au temps $t + 1$, reflétant l'inertie du système et la capacité des pêcheurs à reproduire leur activité. Les deux premiers axes isolent les deux états montrant le moins de relations avec les autres activités : d'une part, l'état "Campagne" plus caractéristique de la période 3 et d'autre part, l'état "Arrêt". La première période est caractérisée par une activité de pêche plus marquée, basée sur la pêche à la ligne, présentant des échanges importants avec le "Repos" et avec "Lignes mixtes" (LL), associant la ligne-poisson (L) à la ligne-poulpe (Lp). L'axe III est défini par les lignes mixtes, plus caractéristiques de la période 2. Au cours du temps, de la période 1 à 4, on note une translation des activités de pêche à la ligne vers les départs en campagne de pêche, avec en période 4 retour au port avec des arrêts marqués.

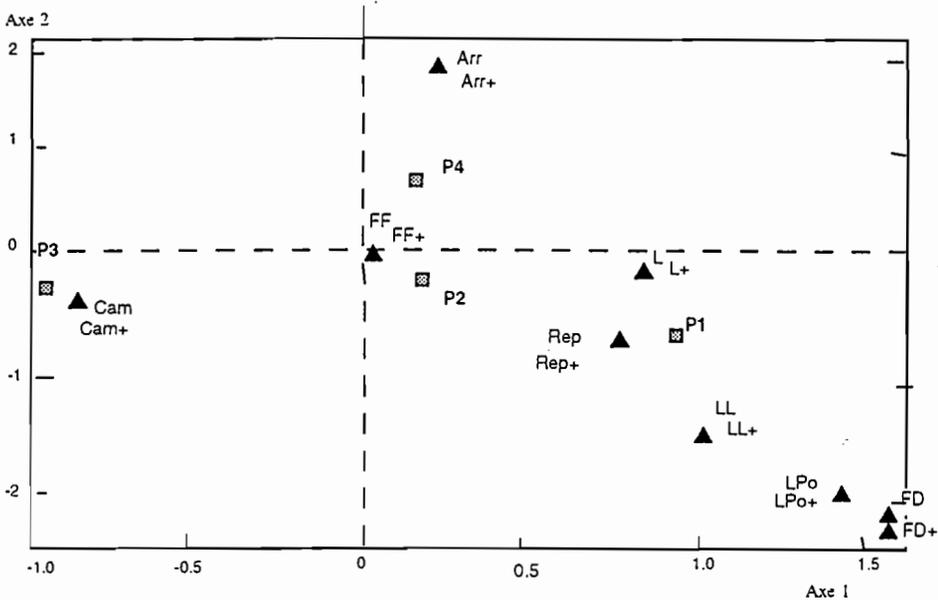


Figure 2

5- Analyses Factorielles Multiples sur les matrices de transition

La comparaison des stratégies est effectuée par Analyses Factorielles Multiples basée sur l'Analyse des Correspondances Multiples appliquée aux matrices de transition. Chaque stratégie-période est décrite par sa matrice de transition (soit les profils en ligne des probabilités de passer d'un état au temps t à un état au temps $t + 1$) : on peut considérer que chaque ligne représente les modalités de la variable "Etat au temps $t + 1$ " avec un codage flou (somme des probabilités = 1). Afin de comparer les groupes (stratégies et / ou périodes), il est proposé d'appliquer l'AFM avec codage flou : les individus du tableau sont les états de départ (temps t), les colonnes du tableau sont soit, 4 variables qualitatives définies par les profils de transitions d'une même stratégie aux 4 périodes, soit, 3 variables qualitatives définies par les profils de transition des 3 stratégies pour une période donnée. La troisième dimension du tableau ternaire est respectivement la stratégie (3 stratégies) ou le temps (4 périodes). L'ACM opérée sur chaque matrice de transition permet de mettre en correspondance les modalités (variables indicatrices) des variables qualitatives décrivant les transitions observées pour chacun des états de départ, puis l'AFM permet de rechercher les dimensions communes aux tableaux comparés. On effectue deux Analyses Factorielles Multiples sur :

1. Trois groupes « Stratégies » comprenant chacun quatre variables « Périodes » codées flou :

	S1				S2				S4			
Etats à t	t + 1											
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4

2. Quatre groupes « Périodes » comprenant chacun trois variables « Stratégies » codées flou :

	P1			P2			P3			P4		
Etats à t	t + 1											
	S1	S2	S4	S1	S2	S4	S1	S2	S4	S1	S2	S4

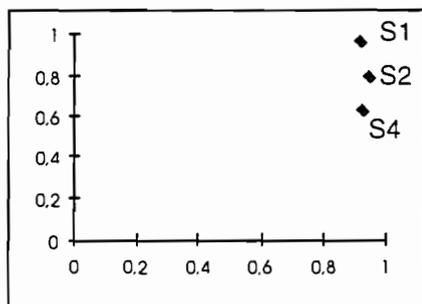
La première valeur propre de chaque groupe étant voisine de 1, les axes globaux des deux analyses sont quasiment les mêmes. Les résultats de la première analyse (comparaison des trois stratégies de pêche) sont donnés en annexe avec le premier plan factoriel de l'analyse globale (position des individus moyens et partiels). Le premier axe correspond à 24% de l'inertie totale du nuage, les 4 premiers axes correspondent à plus de 78% de l'inertie totale avec un saut marqué après le 4^{ème} axe. La signification des axes de l'analyse globale est donnée par l'interprétation des individus moyens ayant les plus fortes contributions et les plus faibles inerties intra-groupes (représentants de la structure commune). Le premier axe, commun à tous les groupes, est défini par l'activité "Arrêt prolongé", activité la moins spécifique à une stratégie d'exploitation, pouvant se produire à n'importe quelle période pour un groupe de pêcheurs. Les deux premiers axes principaux sont définis par les activités de non pêche (Arrêt et Campagne) communes aux différents groupes de par leur faible relation avec les autres activités. L'axe III oppose les activités "Repos" et "Ligne" des activités "Filets mixtes" et "Filet". L'axe IV est caractérisé par les lignes, notamment "Lignes mixtes".

L'indice de liaison et le coefficient RV^3 nous informent sur la dimensionalité des groupes et leurs relations : les stratégies S1 et S2 présentent une dimensionalité plus marquée que S4, S1 présentant une structure commune plus riche avec S4, puis avec S2 et enfin S2 avec S4. Pour les périodes, on note une décroissance de la dimensionalité au cours du temps (donc passage à une structure plus simple). Les structures communes les plus riches sont entre P1 et P2, P3 avec P1-P2 et enfin P4 qui montre le moins de structure commune avec les autres périodes.

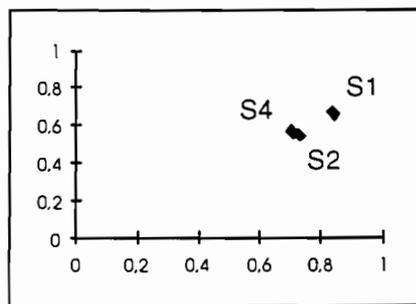
Les corrélations entre les variables canoniques et les facteurs de l'analyse globale indiquent que l'on a bien des structures communes mises en évidence entre les différents groupes pour tous les axes de l'analyse globale. Ces structures communes, qui correspondent à des directions d'inertie plus ou moins importantes pour les groupes permettent une bonne qualité de représentation des groupes.

Représentation des groupes

1. Trois groupes « Stratégies » comprenant chacun quatre variables « Périodes » codées flous



Axes 1 et 2



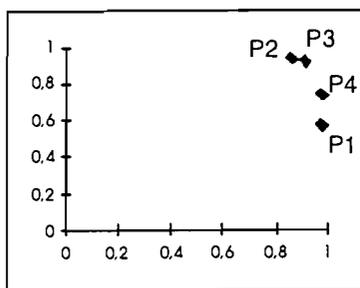
Axes 3 et 4

Qualité de représentation des groupes sur les axes

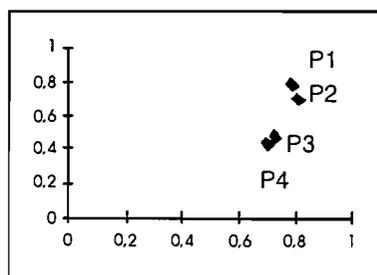
Groupe	Axes 1 et 2	Axes 3 et 4	Axes 1 à 4
S1	0,528	0,431	0,869
S2	0,544	0,293	0,837
S4	0,497	0,326	0,823

³ Coefficient de corrélation vectorielle qui est un coefficient d'association entre deux tableaux de données et qui a été défini par Robert et Escoufier (1976).

2. Quatre groupes « Périodes » comprenant chacun trois variables « Stratégies » codées flous



Axes 1 et 2



Axes 3 et 4

Qualité de représentation des groupes

Groupe	Axes 1 et 2	Axes 3 et 4	Axes 1 à 4
P1	0,360	0,351	0,711
P2	0,496	0,349	0,845
P3	0,606	0,272	0,878
P4	0,626	0,284	0,910

Dans le cas du codage flou, les coordonnées des modalités des variables qualitatives correspondent aux centres de gravité des individus ayant cette modalité, pondérés par les valeurs de la modalité. Les relations entre les variables qualitatives (profils de transition d'une stratégie-période) et les facteurs sont analysées globalement à partir du carré des rapports de corrélation. Ces informations permettent de comparer globalement les différents groupes.

Comparaison des trois stratégies de pêche

Carrés des rapports de corrélation entre les facteurs et les variables (*1000) et rapport d'inertie inter / inertie totale associé à la partition définie par la variable (INR) :

Stratégie S1	F1	F2	F3	F4	F5	INR
P1	795	899	718	689	782	772
P2	848	886	813	629	757	714
P3	902	918	226	635	246	678
P4	940	971	844	595	238	703

Stratégie S2	F1	F2	F3	F4	F5	INR
P1	777	223	751	665	126	562
P2	853	942	753	866	163	743
P3	697	650	384	75	1	399
P4	865	894	552	259	1	537

Stratégie S4	F1	F2	F3	F4	F5	INR
P1	871	285	545	662	620	539
P2	740	898	695	546	610	640
P3	831	931	703	564	505	731
P4	899	200	595	324	168	437

On obtient des valeurs à peu près identiques pour les tableaux des 4 périodes décrites par les 3 stratégies. Ces tableaux permettent de résumer les spécificités de chacun des groupes de la structure commune, en rapport à la signification des axes de l'analyse globale.

6. CONCLUSION

La comparaison de la dynamique de différentes stratégies d'exploitation de la pêche artisanale sénégalaise est abordée par l'analyse de tableaux de fréquences particuliers que sont les tableaux d'échanges, sur le principe de l'Analyse Factorielle des Correspondances. La démarche, basée sur trois approches successives, a fait ressortir les points suivants :

1. Les données, caractérisées par une forte inertie du système et de grands écarts entre la fréquence des différents états, se traduisent par des matrices d'échanges présentant une forte concentration sur la diagonale et des lignes de poids de niveau très différent.
2. L'Analyse Factorielle des Correspondances sur les matrices d'échanges révèle :
 - la forte variabilité entre les tactiques (au détriment de la variabilité entre les groupes),
 - le rôle particulier de la diagonale : reconduction de la même activité au cours du temps,
 - les tactiques spécifiques aux stratégies - périodes (spécialisation des stratégies d'exploitation).
3. L'Analyse Factorielle des Correspondances des tableaux de Burt obtenus en croisant les catégories de variables deux à deux, révèle :
 - les interactions d'ordre deux entre les tactiques et les périodes,
 - un résumé pertinent des stratégies au détriment de la dynamique intra - période.
4. La description complète du système a été faite pour chaque période par un modèle de Markov qui a donné un ajustement de bonne qualité de la dynamique du système (Proceedings of *OSDA '95*, Paris). L'Analyse Factorielle Multiple sur les matrices de transition met finalement en évidence :
 - la relation entre les stratégies, les périodes et les tactiques en ne différenciant pas les tactiques rares des tactiques fréquentes,
 - la caractérisation globale de la dynamique des groupes et la mise en évidence des structures communes et de leurs différences.

Bibliographie

- Cazes P. (1990) Quelques Considérations sur l'Utilisation des Eléments Supplémentaires en Analyse Factorielle. *Revue Modulad* n°5, pp. 29-44.
- Dazy F. et J. F. Le Barzic (1996) L'analyse des données évolutives : méthodes et applications. Technip, Paris. 227 p.
- Escofier B. et D. Drouet (1983) Analyse des différences entre plusieurs tableaux de fréquence. Les cahiers de l'Analyse des Données. Vol. VIII, N°4, pp. 491-499.
- Escofier B. (1984) Analyse factorielle en référence à un modèle application à l'analyse de tableaux d'échanges. *Revue de Statistique Appliquée*, Vol. XXXII, N°4, pp. 25- 36.
- Escofier B. et J. Pages (1993) Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation. Dunod, Paris. 267 p.
- Ferraris J., M. Gettler-Sunuma, C. Pardoux and H. Tong (1996) Knowledge extraction using stochastic matrices : application to elaborate fishing strategies. *In "Ordinal and symbolic data analysis"*, E. Diday, Y. Lechevallier & O. Opitz Eds. Springer-Verlag, Series Studies in classification, data analysis and knowledge organization, pp 103-112.
- Gettler-Sunuma M., E. Perinel and J. Ferraris (1994) Automatic aid to symbolic cluster interpretation. *In "New approaches in classification and data analysis"*, E. Diday, Y. Lechevallier, M. Schader, P. Bertrand & B. Burtschy Eds. Springer-Verlag, Series Studies in classification. pp 404-413.
- Laloë F. et A. Samba (1991) A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES Mar. Sci. Symp.* 193 : 281 - 286.
- Pech N. (1998) Approche statistique d'une exploitation halieutique : le cas de la pêche artisanale au Sénégal. Thèse de l'Université Montpellier II, 250 p.
- Robert P. and Escoufier Y. (1976) An unifying tool for linear multivariate methods : the Rv coefficient. *Applied Statistics*, 25, (.3), pp. 257-265.

ANNEXE

Tableau de BURT construit pour la stratégie S1 : (les états de départ, au temps t, sont indiqués avec un +)

	L+	FD+	LPo+	LL+	Rep+	Arr+	Cam+	FF+	L	FD	Lpo	LL	Rep	Arr	Cam	FF	P1	P2	P3	P4
L+	14770	0	0	0	0	0	0	0	13123	0	37	71	1186	297	56	0	5807	3919	779	4265
FD+	0	26	0	0	0	0	0	0	5	21	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0
LPo+	0	0	0	625	0	0	0	0	0	37	0	519	5	59	5	0	0	537	88	0
LL+	0	0	0	1813	0	0	0	0	85	5	18	1507	166	20	12	0	756	911	45	101
Rep+	0	0	0	0	2638	0	0	0	1138	0	42	190	1165	50	53	0	1285	678	309	366
Arr+	0	0	0	0	0	4026	0	0	316	0	5	26	32	3626	21	0	422	904	527	2173
Cam+	0	0	0	0	0	0	0	16313	0	24	0	5	0	63	59	16162	0	1220	3555	8390
FF+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L	13123	5	37	85	1138	316	24	0	14728	0	0	0	0	0	0	0	5775	3883	805	4265
FD	0	21	0	5	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0
Lpo	37	0	519	18	42	5	5	0	0	0	626	0	0	0	0	0	538	88	0	0
LL	71	0	5	1507	190	26	0	0	0	0	0	1799	0	0	0	0	763	904	51	81
Rep	1186	0	59	166	1165	32	63	0	0	0	0	0	2671	0	0	0	1316	641	308	406
Arr	297	0	5	20	50	3626	59	0	0	0	0	0	0	4057	0	0	426	904	534	2193
Cam	56	0	0	12	53	21	16162	0	0	0	0	0	0	0	16304	0	1209	3635	8352	3108
FF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P1	5807	26	537	756	1285	422	1220	0	5775	26	538	763	1316	426	1209	0	10053	0	0	0
P2	3919	0	88	911	678	904	3555	0	3883	0	88	904	641	904	3635	0	0	10055	0	0
P3	779	0	0	45	309	527	8390	0	805	0	0	51	308	534	8352	0	0	0	10050	0
P4	4265	0	0	101	366	2173	3148	0	4265	0	0	81	406	2193	3108	0	0	0	0	10053

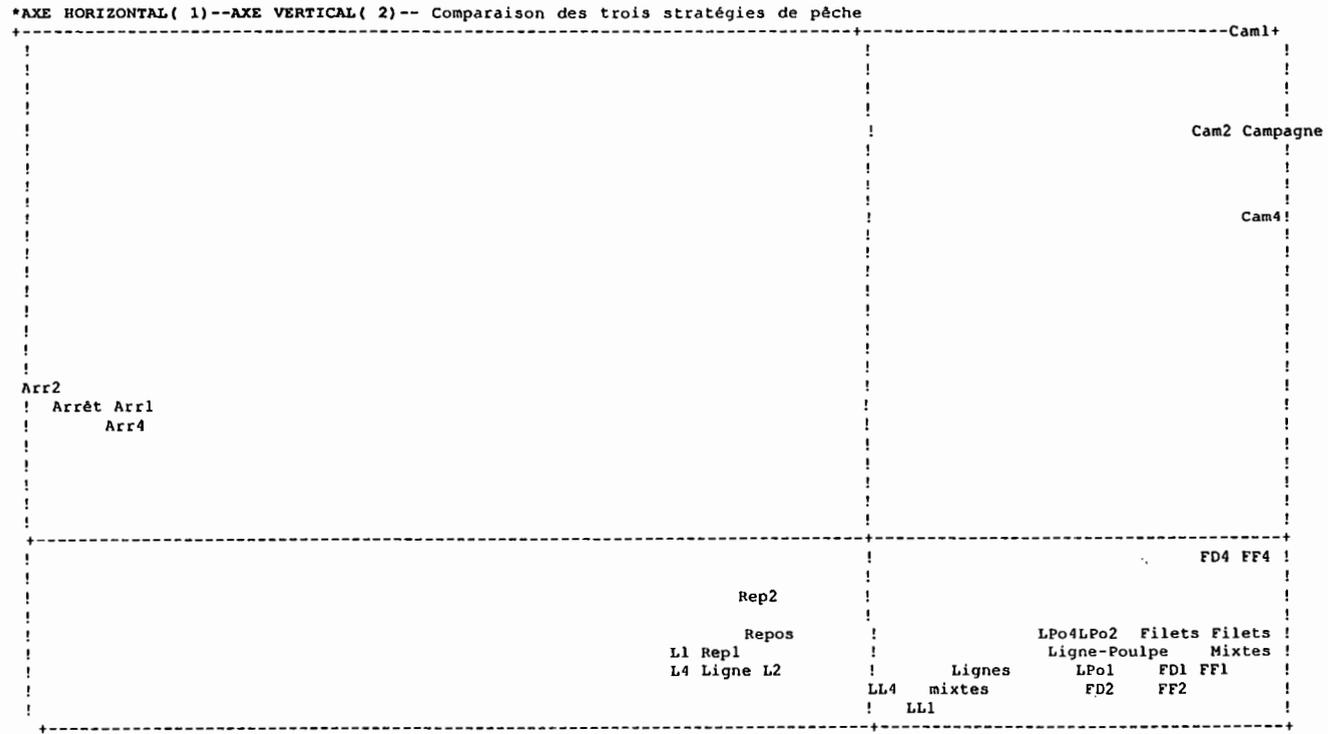
Comparaison des trois stratégies de pêche par AFM : (Analyse de l'ensemble des groupes)

Inertie totale (= Somme des valeurs propres) = 11.682

Num	Inertie	%	%Cum.	Variation	Diagramme des inerties (= Valeurs propres)
1	2.7720	23.730	23.730	23.730	***** ***** ***** *****
2	2.3977	20.525	44.255	3.205	***** ***** ***** *****
3	2.2478	19.242	63.498	1.283	***** ***** ***** *****
4	1.7930	15.349	78.847	3.894	***** ***** ***** *****
5	1.1382	9.743	88.590	5.606	***** ***** ***** *****
6	.9350	8.004	96.594	1.739	***** ***** ***** *****
7	.3978	3.406	100.000	4.599	***** ***** ***** *****

Liaisons (au sens de l'AFM) entre groupes			Coefficient RV			Corrélations entre les variables canoniques et les variables générales					Rapport : inertie inter / inertie totale					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1	3.343		1	1.000		!GR 1!	997!	997!	985!	978!	950!	981!	950!	939!	899!	683!
2	2.671	2.798	2	.873	1.000	!GR 2!	984!	987!	958!	901!	406!					
3	2.775	2.245	2.505	3	.959	.848	1.000	!GR 3!	991!	972!	968!	967!	994!			

Représentation des individus moyens et partiels dans le 1^{er} plan factoriel de l'analyse globale



Comparison of Fishing Strategies with Factorial Analysis on Exchange Arrays

Ferraris Jocelyne, IRD, BP A5, 98848 - NOUMEA, & Pardoux Catherine, LISE-CEREMADE, Université Paris-IX, Place M^{al} de Lattre de Tassigny, 75775 - Paris Cedex 16.

Dynamics of the senegalese fishery is analysed from multivariate categorical time series and frequency arrays describing the exchanges between fishing tactics. The comparison of temporal strategies, built by cluster analysis, is made with Correspondence Analysis applied to a sequence of arrays and to Burt's arrays and with Multiple Factorial Analysis on fuzzy variables.

Ferraris Jocelyne, Pardoux C. (1998)

Comparaison de stratégies de pêche par analyses factorielles sur tableaux d'échanges

In : Duby C. (ed.), Gouet J.P (ed.), Laloë Francis (ed.).
Biométrie et halieutique

Paris : Société Française de Biométrie, p. 71-83.

(Comptes-Rendus des Sessions de la Société Française de Biométrie ; 15)

Journées de la Société Française de Biométrie, Rennes (FRA), 1998/05/26-28.