

# **Méthodes pour la typologie des flottilles de pêche : Bilan et ouvertures**

**Séminaire de typologie des flottilles  
Nantes, 29-31 mars 1994**

*MJ. Rochet, J. Ferraris, A. Biseau, R. Sabatier*

# **BILAN DES TYPOLOGIES REALISEES**

**M.J. ROCHET**

Vingt rapports ou articles relatant des travaux de typologie de flottilles de pêche ont été analysés. Tous proviennent de l'IFREMER, sauf deux articles publiés, l'un par des chercheurs danois, l'autre par des américains. On propose ici un bilan critique de ces travaux du point de vue méthodologique, afin de cerner l'adéquation entre les objectifs annoncés et les méthodes utilisées.

---

**I . OBJECTIFS ET USAGES**

**II . RESUME GENERAL DES TECHNIQUES EMPLOYEES**

**III . QUELQUES DIFFICULTES TECHNIQUES PLUS OU MOINS REPANDUES**

**IV . PERSPECTIVES**

# I. OBJECTIFS ET USAGES

La confrontation entre les objectifs annoncés en tête de travail et les usages réellement faits de la typologie obtenue permet d'établir une "typologie des travaux" :

## **1 - Objectifs flous**

Pas d'usage réel - d'ailleurs pas toujours une vraie typologie.

Ex. : Evaluer les stratégies de pêche. Connaître l'activité des flottilles. Analyser les comportements de pêche. Evaluer l'effort de pêche par "métier". Quelquefois les objectifs sont plus concrets (peut-être trop ambitieux ?) : améliorer les bases d'évaluation. Analyser les perspectives d'activités.

## **2 - L'objectif est la typologie elle-même**

Ex : Décomposer la flotte en entités homogènes (pour estimer ses capacités de réponse à des variations du contexte de l'exploitation) ; identifier des groupes à stratégies homogènes ; obtenir une "description complète des flottilles artisanales"...

En général dans un contexte de pêche côtière artisanale, multispécifique, flexible, et plus ou moins dans une perspective de gestion.

Dans ce cas : analyse d'activités de pêche (calendrier / répartition d'activités).

Usages variés :

- ① Etude préliminaire d'interactions techniques : pas de formalisation mais la typologie sert pour discuter l'interaction entre quelques groupes.
- ② Plan d'échantillonnage stratifié (entre autres) sur les types identifiés. Ok mais attention à l'évolution de ces types (*cf* Rochet-Durand).
- ③ Etudes dynamiques : comparaison de plusieurs typologies successives. C'est l'usage le plus fréquent.

## **3 - L'objectif est une typologie selon la composition des captures :**

Ex : restructuration des flottilles en orientant l'impact sur les ressources ; prévisions à court et moyen terme en tenant compte des interactions techniques. Dans ce cas, évocation du contexte de dégradation des ressources. Analyse de la composition des captures annuelles ou mensuelles par navire ⇒ historique sur 20 ans des captures et des cpue ; calculs de puissances de pêche pour chaque type identifié afin de les utiliser dans un modèle mathématique.

## **4 - Pêcheries**

On sort de la typologie de flottilles proprement dite, mais travaux très proches, souvent associés (voire confondus par certains auteurs !) : définition de pêcheries (multispécifiques), des associations d'espèces - je dirais peut-être "peuplements exploités" : unités écologiques vues à travers l'exploitation. Perspective plus écologique, séparation du processus écologique et de l'exploitation.

Dans ce cas, analyse de marées (supposées homogènes → grand secteur exploité), de traits de chalut, de rendements mensuels.

Usages : Variations d'abondances d'espèces ou groupe d'espèces sur 20 ou 30 ans, plus ou moins mis en parallèle avec les variations d'effort (puissances navires...).

## **5 - Typologies économiques**

Identifient des types, non plus de navires mais d'entreprises. Objectifs : rechercher les fondements économiques des composantes de la flotte ; évolution de la structure de production. En fait, typologies obtenues ne semblent pas utilisées.

## **II . RESUME GENERAL DES TECHNIQUES EMPLOYEES**

Dans la plupart des études, l'analyse des données est assez claire. Le tableau de données croise des individus (navires ou marées) et des variables qui peuvent être de trois types :

- . activités de pêche
- . productions
- . données économiques

### **1 - Résumé général des techniques employées**

En général : une analyse factorielle = Analyse en Composantes Principales (ACP) centrée ou normée ou une Analyse des Correspondances Multiples (ACM) sur les données recodées en modalités

puis **une** classification sur quelques axes de cette analyse (peut être visuelle si peu de données) = Classification Ascendante Hiérarchique (CAH), avec lien non précisé ou critère de Ward ; quelquefois consolidation par la méthode des centres mobiles. Mode de détermination du nombre de groupes en général non précisé.

Le nombre de groupes obtenus ne semble pas vraiment lié au nombre d'individus ni à la nature des données, plutôt à l'objectif du travail :

En général une dizaine de groupes, sauf si l'objectif est la modélisation (3-4 groupes) ou dans le cas des travaux économiques (4 groupes) - Une seule exception avec 24 types de calendriers de pêche.

### **2 - Etudes dynamiques**

Deux techniques sont employées ; aucune ne rend vraiment compte de la dimension historique du temps (succession d'événements), mais elles mettent en évidence quelques processus dynamiques.

- comparaison des effectifs des groupes, état des entrées-sorties et de variables illustratives comme les dimensions des navires. Ceci que les typologies aient été obtenues indépendamment ou en appliquant à plusieurs jeux de données la partition obtenue sur une année "de référence" (par exemple en projetant les données d'autres années en individus supplémentaires dans l'ACP préliminaire, puis en les classant dans les mêmes groupes suivant les nouvelles coordonnées).

Attention : cela suppose que la structure de la flotte est restée identique sur la période considérée, ce qui n'est pas évident du tout (cf Rochet-Durand). Est-ce qu'on ne veut pas déceler précisément les changements de structure ? Attention aussi au problème du choix de l'année de référence.

- analyse sur l'ensemble des données et projection des années comme variables supplémentaires descriptives. Problèmes : pas de prise en compte de la structure du temps ; problème de définition des individus quand on travaille avec des navires (certains navires présents plusieurs fois, d'autres non → représentativités différentes) ; problème d'interprétation de la structure générale.

→ Cf perspectives et surtout Sabatier pour des techniques adaptées à de telles études.

### **3 - Couplages, interprétations des typologies obtenues**

Pour expliquer les typologies obtenues à l'aide d'autres variables : la technique de la projection de variables supplémentaires dans le plan factoriel pourrait être employée davantage. Ex : ACM de rendements mensuels et projection en variables supplémentaires des secteurs de pêche, caractéristiques techniques des navires, nombre d'heures chalutées ; projection des métiers en variables supplémentaires dans une ACM de 8 variables économiques afin de déceler des correspondances entre métiers et comportements économiques. Il y a aussi la possibilité de coupler deux tableaux : cf Sabatier.

Le couplage ou croisement de deux typologies obtenues sur des critères différents est un souci assez répandu mais les techniques employées sont rudimentaires ou (pire !) non décrites.

Ex. : croisement de deux typologies indépendantes, obtenues plus ou moins sur les mêmes navires, d'une part par les activités, d'autre part par les productions, par tableaux croisés, puis regroupements argumentés entre les nombreux groupes obtenus.

Ou bien : couplage d'analyses factorielles des captures pondérales et de la fréquentation de secteurs de pêche pour obtenir une seule typologie : la technique n'est malheureusement pas décrite.

Ou bien : définition de pêcheries par typologie des marées 1977-1979, puis historique 1964-1980 des navires opérant sur ces pêcheries : la méthode d'attribution des captures à une pêcherie n'est pas décrite.

Ici, l'objectif n'est pas toujours clair. Si l'objectif est uniquement illustratif, la technique de projection de variables supplémentaires est utile. Ex : projeter des types d'activités dans l'espace des captures ou inversement ; ça peut aider pour l'interprétation. Si on veut vraiment expliquer un groupe de variables par l'autre, il faut utiliser le couplage de tableaux, cf *infra*.

## **III . QUELQUES DIFFICULTES TECHNIQUES PLUS OU MOINS REPANDUES**

### **1 - Les données et leur traitement préliminaire**

Autant d'études, autant de mesures différentes des mêmes grandeurs :

#### Activités

→ Calendriers vrais en 12 valeurs binaires pour chaque engin (→ beaucoup de variables !)

→ Temps d'activité par engin ou par secteur de pêche, en mois ou en trimestres, éventuellement corrigés dans le cas de pratique simultanée de plusieurs activités (fractions de mois... probablement peu d'effet sur le résultat, simplement un peu plus rigoureux ; améliore le caractère quantitatif des variables, donc leur bonne description en ACP).

→ *idem* mais divisé par activité annuelle : part annuelle d'activité par engin.

## Productions ou captures ou débarquements

- Captures ou débarquements en poids par espèce (par mois ou par marée).
- Proportion de chaque espèce, en valeur ou en poids, dans la production annuelle ou dans les débarquements de chaque marée.
- Rendements = cpue de chaque espèce, par mois et par secteur de pêche, voire puissance de pêche par navire et par espèce, calculée à partir de ces cpue.
- Variables économiques : calculs de ratios entre les variables, différences... traitements complexes.

Recommandation : limiter autant que possible les pré-traitements, compte-tenu :

- 1) de ce que l'on cherche,
- 2) de ce que l'on est capable d'interpréter,
- 3) des données disponibles, évidemment.

En général, l'information la plus riche est celle du départ, chaque transformation va la déformer dans un certain sens et il sera difficile de remonter. Mais il y a des transformations intéressantes qui vont diminuer les différences trop grandes entre variables sans les effacer totalement, quand c'est précisément ce que l'on cherche à décrire.

Normer les données est une pratique qui "écrase" une bonne partie des différences entre variables → à éviter pour décrire des flottilles où vous voulez savoir quelles sont les captures les plus importantes ⇒ passer en proportions peut éviter d'avoir à normer tout en gardant un nuage de points pas trop biscornu. Bien penser aux objets manipulés lors de l'interprétation.

Exemple : jeu de données = un des tableaux de la publication Rochet-Durand : celui de 1987.

634 lignes = navires du Mor-Braz

18 colonnes = durée d'utilisation de 18 engins en mois

Que se passe-t-il si on convertit ces données en parts d'activité ? et si on norme ?

Simple projection par ACP → voir comment évolue le nuage de points que l'on traite ensuite dans les classifications.

⇒ Parts d'activité → aplatissement général du nuage sur ses axes (figure 1)

← réduction de variabilité due à la non-prise en compte des pêcheurs à temps partiels (retraités...)

→ si on fait des parts d'activité, il faudrait tenir compte d'une variable "inactivité" pour le calcul des parts (alors que ça ne paraît pas indispensable si on travaille directement sur les mois : dans tous les travaux où cette variable est documentée, elle n'apparaît jamais comme structurante).

⇒ Normalisation → au contraire le nuage de points devient ellipsoïdal (figure 2) ; on perd la structure et l'importance relative des engins les uns pour les autres. Il y a des cas où on ne peut éviter de normer, si on veut analyser des données vraiment hétérogènes (*cf infra*) mais réserver cette pratique pour ces cas-là.

## **2 - Choix et réalisation d'une analyse factorielle**

Son premier intérêt est de visualiser les données et d'apprécier ainsi si une classification sera possible : c'est un travail préliminaire utile indépendamment d'une classification ultérieure. Il permet de décrire les activités et leur structure (si grande dimension). Deux possibilités = ACP ou ACM.

- ACP : possible car en général les données de départ sont quantitatives.

L'objectif est la visualisation des données : statistique descriptive, projection d'un nuage de points en espace réduit → les hypothèses sur la distribution des données ne sont pas contraignantes.

Attention simplement à dépouiller suffisamment d'axes pour limiter les déformations dues à la projection.

- ACM : nombreux inconvénients (*cf infra*). Principal argument avancé par ceux qui l'utilisent : mise en évidence de liaisons non linéaires. Peut être vrai dans certains cas particuliers. ACP = méthode de combinaison linéaire des variables *via* variances-covariances ou corrélations, mais la projection conserve dans une certaine mesure les positions relatives des points → sous réserve de conserver assez de facteurs, on voit les relations non linéaires dans les plans factoriels successifs.

### Inconvénients de l'ACM :

- . perte d'information : le codage en classes occasionne une réduction drastique de l'information contenue dans les variables quantitatives ⇒ perte initiale d'information.
- . augmentation du nombre de variables traitées : dans l'analyse en fait 1 variable = 1 modalité ⇒ multiplication du nombre total de variables traitées dans l'analyse → diminution importante de la structure potentiellement décrite par chaque axe (et en fait de la structure réellement décrite, sauf si chaque variable de départ peut être décrite par une seule modalité, ce qui implique des données très particulières). → Pour décrire la même part de la variabilité des données (qui est déjà de toute façon réduite par rapport à la variabilité des données entrées en ACP), il faut retenir beaucoup plus d'axes.
- . difficulté du codage : il n'y a pas de codage "transparent" et une part non négligeable du résultat de l'ACM, c'est la visualisation du codage dans les plans factoriels. Attention aux codages "automatiques", il vaut mieux tenir compte de la distribution des données et de l'importance des variables. De toute façon, il y a une part de subjectivité ou d'arbitraire → essayer au moins de voir ce que l'on fait, sinon de le maîtriser. Ex :

Codage 1 (codage élaboré à l'aide de l'histogramme de chaque variable, de sorte que les seuils choisis ont un sens par rapport à la distribution de la variable) :

axe 1	arts dormants / chaluts-civelle		
axe 2	palangres / chalut		(figure 3)
axe 3	chalut exclusif / mixte		

(mais on peut aussi les voir se déployer sur les axes d'une ACP)

Codage 2 (codage "automatique" : toutes les variables sont découpées aux mêmes seuils)

axe 1	arts dormants / chaluts + civelle		
axe 2	palangres / chalut		(figure 4)
axe 3	? ?		

→ on peut voir des non-linéarités à condition de travailler bien proprement.

**Autre inconvénient** : importance démesurée des modalités peu représentées.

Ex : FARA1 = deux individus qui se positionnent sur plusieurs axes alors qu'ils n'ont aucune importance réelle (figure 3 et 4).

→ on devrait les supprimer → perdre l'information sur leurs autres activités ⇒ encore un bidouillage supplémentaire.

En résumé : ACM donne du travail en plus et rarement de nouvelle information. En ACP (en particulier si on lui associe une méthode efficace de classification), on voit aussi bien les structures, même "non linéaires" → à n'utiliser qu'en cas de nécessité absolue, données trop qualitatives... (ex : calendrier).

### 3 - Couplage d'une analyse factorielle et d'une méthode de classification

Il est possible d'employer la plupart des méthodes de classification sur les données brutes, non "réduites" par le biais d'une analyse factorielle. Là encore ça évite de perdre de l'information : l'inertie que découpent les axes, c'est la variabilité, l'information que vous cherchez à ordonner. Faire une typologie sur les 7 premiers axes d'une ACM, qui décrivent 30 % de l'inertie, ça veut dire que la typologie ne peut pas décrire plus de 30 % de la diversité réelle de l'échantillon → perte considérable ! Peut-être précisément le petit métier qui permettrait de caractériser tel groupe est perdu.

Quels sont les arguments pour le couplage ? Difficile à trouver. Pratique très répandue mais quasi jamais justifiée, même par les manuels qui la recommandent. Quand même, M. Roux (Algorithmes de classification) donne 6 arguments qu'on va examiner un à un :

- 1 Les axes factoriels sont des nouvelles variables non corrélées entre elles → le couplage évite d'apporter plusieurs fois la même information. **Mais la redondance n'est pas un inconvénient compte tenu des moyens de calcul actuels.**
- 2 Pour les méthodes basées sur la distance (méthodes ascendantes classiques), le choix de la distance est immédiatement résolu : distance euclidienne entre facteurs. C'est particulièrement avantageux pour les données qualitatives. **Ok, mais il existe de nouvelles méthodes n'utilisant pas de distance. Peut-être utile pour le calcul de la variance (critère de Ward).**
- 3 Surmonte le problème de l'effet de taille = différence de variabilité entre variables, grâce au codage et à l'ACM. *cf supra* : **pas forcément souhaitable, on peut vouloir conserver l'effet de taille. Sinon, on peut aussi réduire (normer).**
- 4 Gain informatique : diminution du tableau. **Ok dans certains cas, mais de nos jours on a des moyens de calcul suffisants pour appliquer la plupart des méthodes de classification même à de très grands tableaux.**
- 5 Stabilité des facteurs contre les erreurs de mesure ou les individus exceptionnels, auxquels la plupart des méthodes de classification sont sensibles (l'analyse factorielle dégage les structures de la variabilité résiduelle). **A essayer au coup par coup. Consolidation des groupes. Possibilité de "bruit" avec les méthodes par modèle.**
- 6 "L'analyse factorielle permet une autre approche des données et facilite l'interprétation des classifications obtenues". **Oui, mais ceci est vrai que les deux aient été couplés ou réalisés indépendamment.**

⇒ A faire de toute façon : projeter le résultat de la classification dans un espace factoriel pour voir la classification. On intègre ainsi beaucoup d'informations, en particulier on visualise les individus mal classés ou difficiles à classer...

Attitude pragmatique : essayer en général d'abord sur les données complètes, une méthode adaptée aux groupes que l'on a pensé identifier visuellement sur les plans factoriels. Si 1) ça ne marche pas (méthodes complexes qui paniquent si trop de variables) ou 2) résultats non satisfaisants (arbres mauvais ou groupes obtenus non interprétables), alors tenter sur les facteurs d'une analyse factorielle.

Problème : combien de facteurs ? En principe, tout ceux que l'on sait interpréter.

- règle de la ligne brisée dans le diagramme en bâtons des valeurs propres.
- suffisamment d'inertie décrite.
- ne laisser tomber que les facteurs décrivant une part négligeable.
- inclure les facteurs décrivant les variables considérées comme importantes. (*cf* corrélation facteurs - variables)

## 4 - Présentation des travaux et résultats

### A. Méthodes

Il est essentiel de décrire précisément ce que l'on fait, *ie nommer* la méthode complètement, avec assez de précision pour que "n'importe qui" puisse refaire le travail et trouver le même résultat (ça ne veut pas dire expliquer la méthode, mais plutôt donner la référence du livre qui l'explique).

Ex : "Divers traitements statistiques ont été appliqués à ces données en vue de réaliser une typologie des flottilles" → vraiment insuffisant.

"Choix du logiciel : SPAD.N", ça n'a pas vraiment d'importance

"Choix de la méthode : ACP non normée. Classification ascendante hiérarchique directe (**en l'absence de référence, on ne peut pas comprendre ce "directe" ; en revanche, il faut indiquer le critère choisi ; si c'est une distance, le type de lien**). Sélection du niveau de coupure de l'arbre d'agrégation et consolidation de la partition autour des centres de classe" (**là encore, indiquer par quelle méthode**).

Insister si possible sur les raisons du choix d'une méthode. Ne pas décrire les fichiers construits (ce n'est pas important) mais les tableaux analysés (individus / variables).

### B. Plans factoriels

Voici quelques exemples (pris au hasard) :

figure 5 → joli grâce à l'identification claire des points ; il manque l'échelle, les noms des axes.

figure 6 → sigles mystérieux, graphismes pas assez différents ; il manque les noms des axes.

figure 7 → montre qu'il est possible d'écrire des noms assez longs dans un plan factoriel, de trouver des graphismes différents ; mais trop de flèches nuisent à la clarté de l'ensemble ; il manque les noms des axes.

Message principal : il faut être capable de nommer les axes d'une analyse factorielle ; faire le travail d'interprétation pour le lecteur qui n'a pas toutes les clefs en main ; ça facilite la lecture des plans où l'on projette autre chose que les individus ou variables actifs.

### C. Description des groupes obtenus

Penser à utiliser des graphiques, car la lecture d'une longue succession de tableaux est fastidieuse.

Avec S+, on peut faire une collection de graphiques sur une même page, par exemple une collection d'histogrammes décrivant la puissance des navires de chaque groupe (c'est plus riche et plus "parlant" que le tableau des puissances moyennes), ou la projection des moyennes des groupes dans le plan longueur - puissance.

## 5 - Conclusion

Le plus important, c'est d'être "content" :

→ savoir interpréter sa typologie, les groupes obtenus

→ y reconnaître au moins en partie la perception intuitive initiale de la flotte. Il n'est pas interdit (et même souhaitable) de trouver du nouveau et même du surprenant (sinon à quoi ça sert ?), mais si l'image est totalement différente il faut se poser des questions sur les méthodes utilisées.

Là encore, on sait que c'est réussi si on peut nommer chaque groupe obtenu.

## Perspectives

### A. Projection de variables ou d'individus supplémentaires

Dans un plan factoriel.

La structure est celle de l'analyse factorielle, la projection a un rôle illustratif, on ne cherche pas à expliquer.

### B. Analyse discriminante

Ici la démarche est inférentielle :

Ex : J'ai obtenu une typologie des navires d'après leurs activités de pêche (parts d'activité). Est-ce que les caractéristiques techniques varient d'un groupe à l'autre ? Est-ce que je peux prévoir à l'aide des caractéristiques techniques à quel groupe appartient un navire ?

Première démarche = moyennes par groupe → il y a des différences mais on ne connaît pas la variabilité de chaque groupe ; on peut faire le graphe de dispersion des caractéristiques techniques par groupe (figure 8) ; mais comment tester les différences observées contre la variabilité intra-groupe ?

L'analyse discriminante fournit des combinaisons linéaires des variables qui permettent de séparer **au mieux** les groupes. On obtient des décompositions successives en combinaisons non corrélées, comme en analyse factorielle.

→ graphe des variables → le tonnage a la plus forte contribution à la discrimination (figure 9).

→ graphe des individus → la dispersion est très forte mais on voit des "groupes de groupes". On obtiendrait peut-être une bonne discrimination avec moins de groupes (figure 10).

Il existe des statistiques pour tester le pouvoir discriminant des axes successifs et les pourcentages de mauvaise classification.

### C. Couplage de tableaux

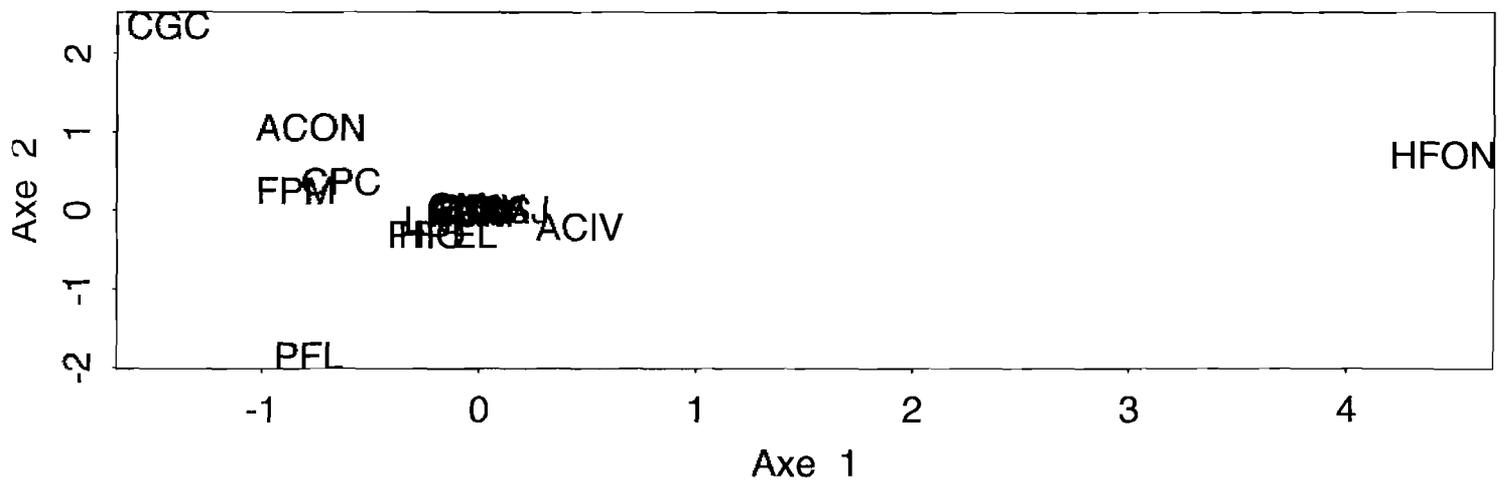
*Idem* mais au lieu de n'expliquer que la typologie finale qui est un condensé d'information, on essaie d'expliquer le tableau de données en le structurant de manière à rendre cette explication maximale (cf Sabatier).

### D. Multitables

Pour comparer plusieurs tableaux, par exemple plusieurs années successives.

Ex : analyse des flottilles Mor Braz, 80-87-91 (Rochet - Durand).

### acp de dm



### acp de dp

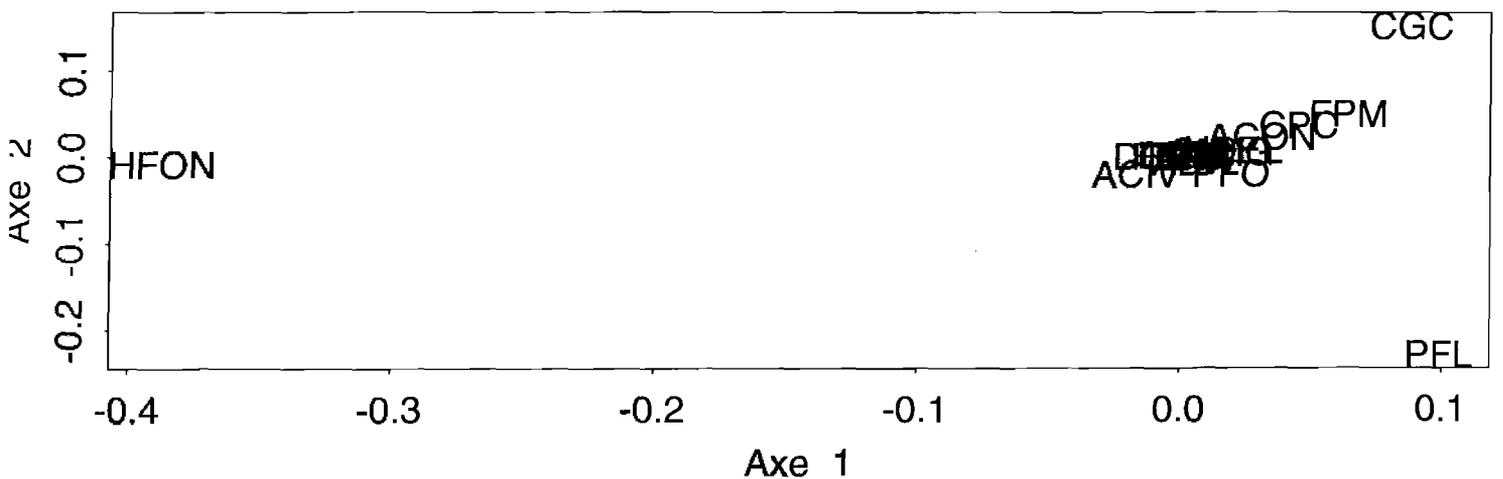


Figure 1 : ACP des activités des navires de pêche du Port Brag en 1987  
dm: données en mois d'activité  
dp: données en parts d'activité annuelle.  
Premier plan factoriel des variables (engins)

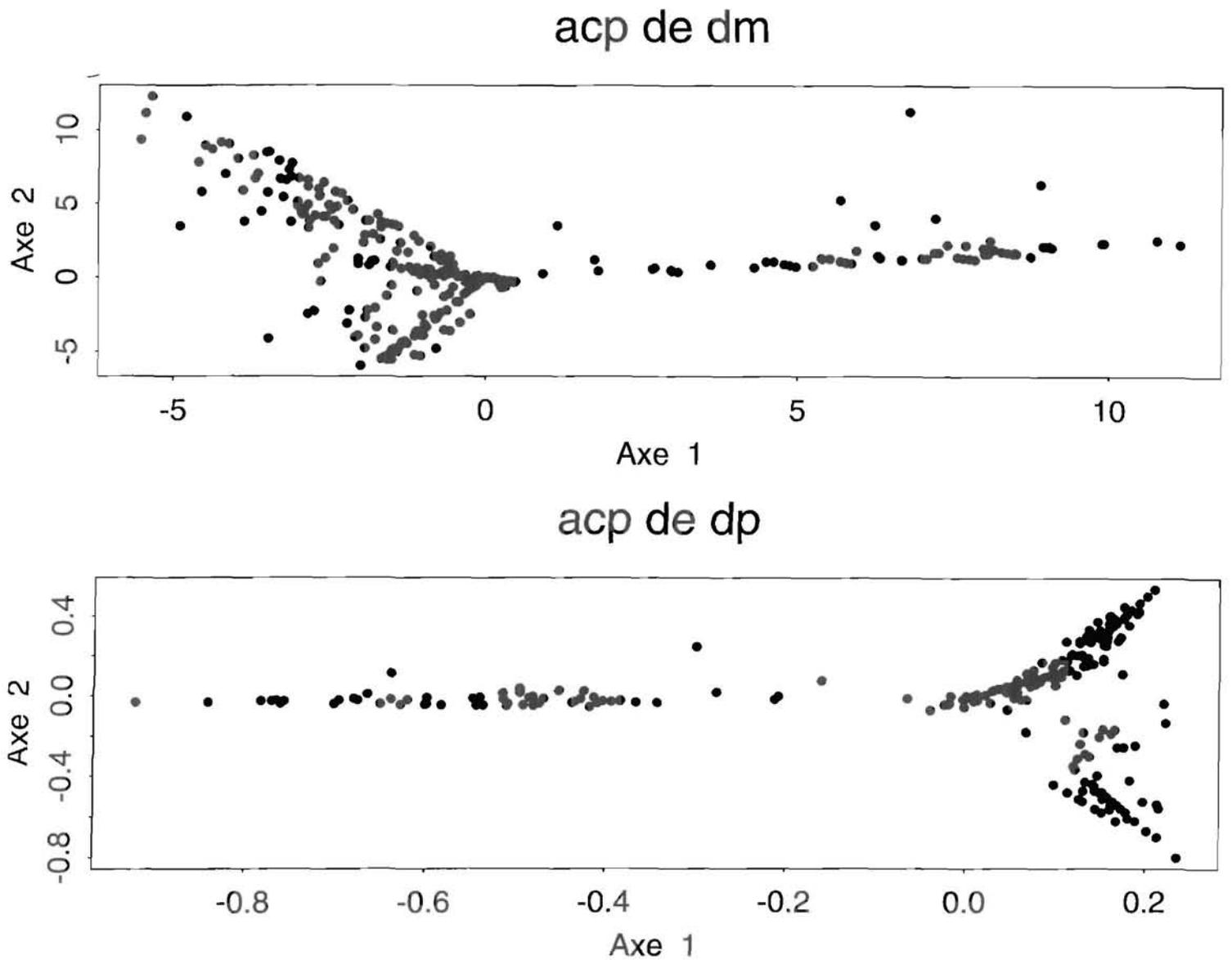
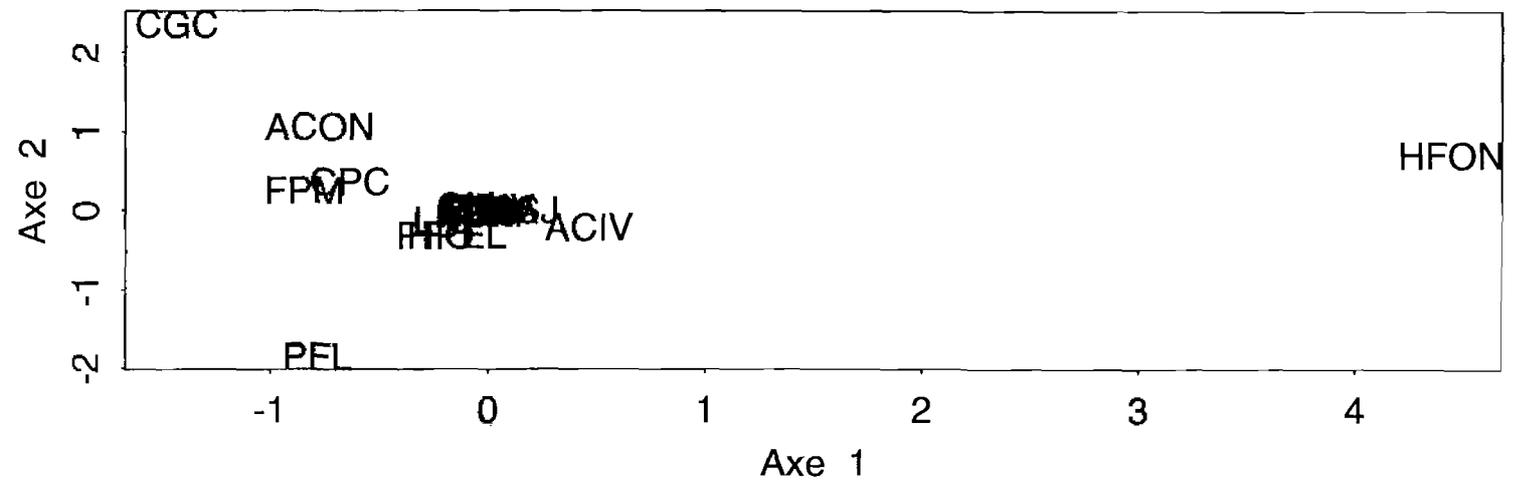


Figure 1 : ACP des activités des navires de pêche du Mor Breiz  
 dm: données en mois d'activité  
 dp: données en parts d'activité annuelle.  
 Premier plan factoriel des individus (navires)

### acp de dm



### acp normee de dm

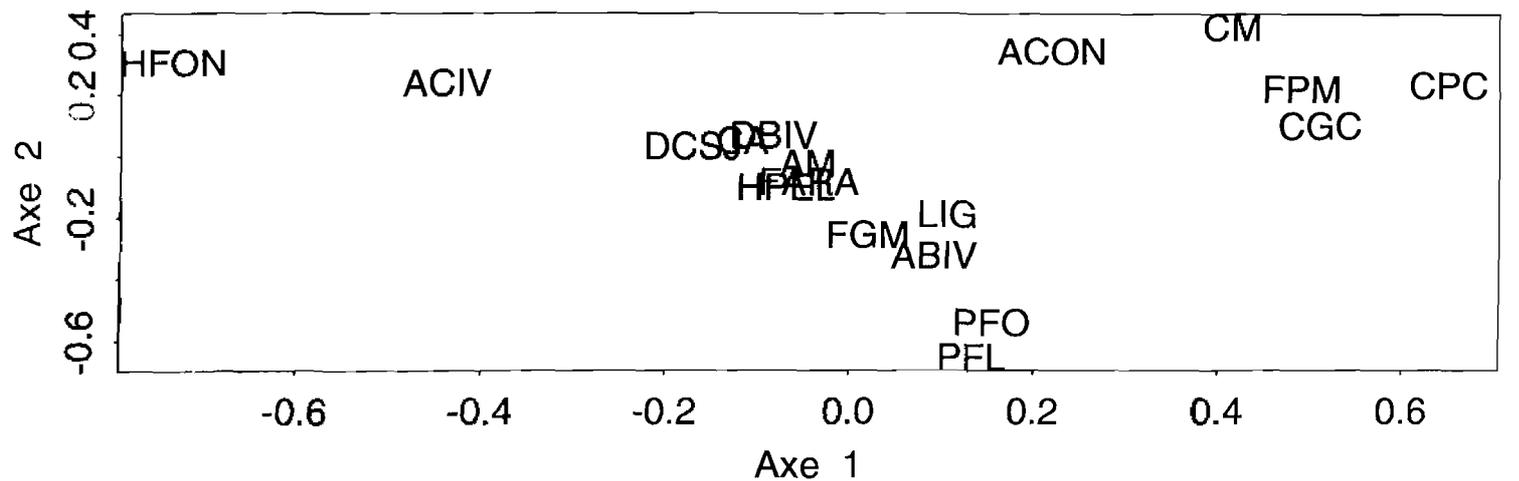
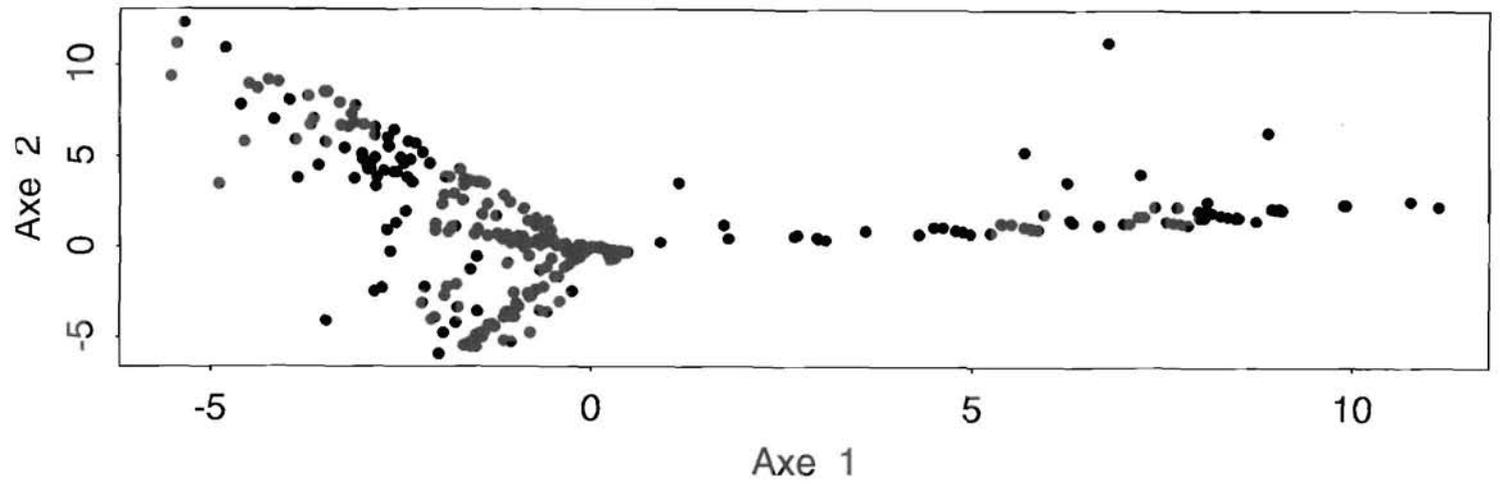


Figure 2 : Comparaison ACP / ACP normée  
des activités des navires de pêche du Mor Bray en 1987  
Premier plan factoriel des variables

acp de dm



acp normee de dm

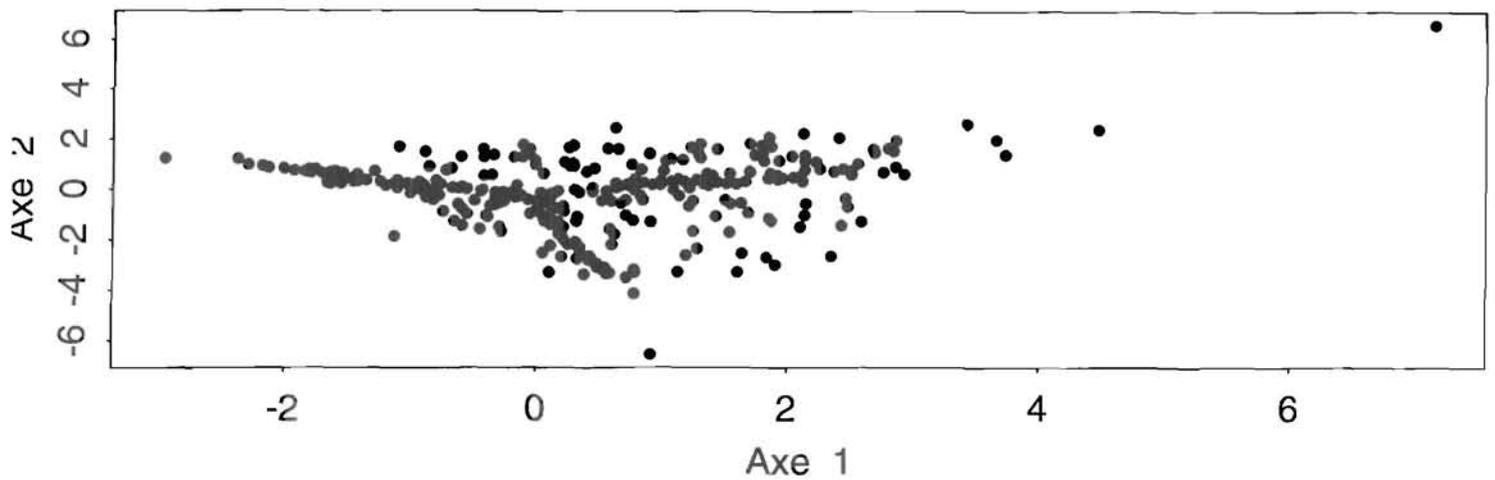


Figure 2: Comparaison ACP / ACP normée  
des activités des navires de pêche du Mor Brez  
Premier plan factoriel des individus

acm de codage 1 de dm

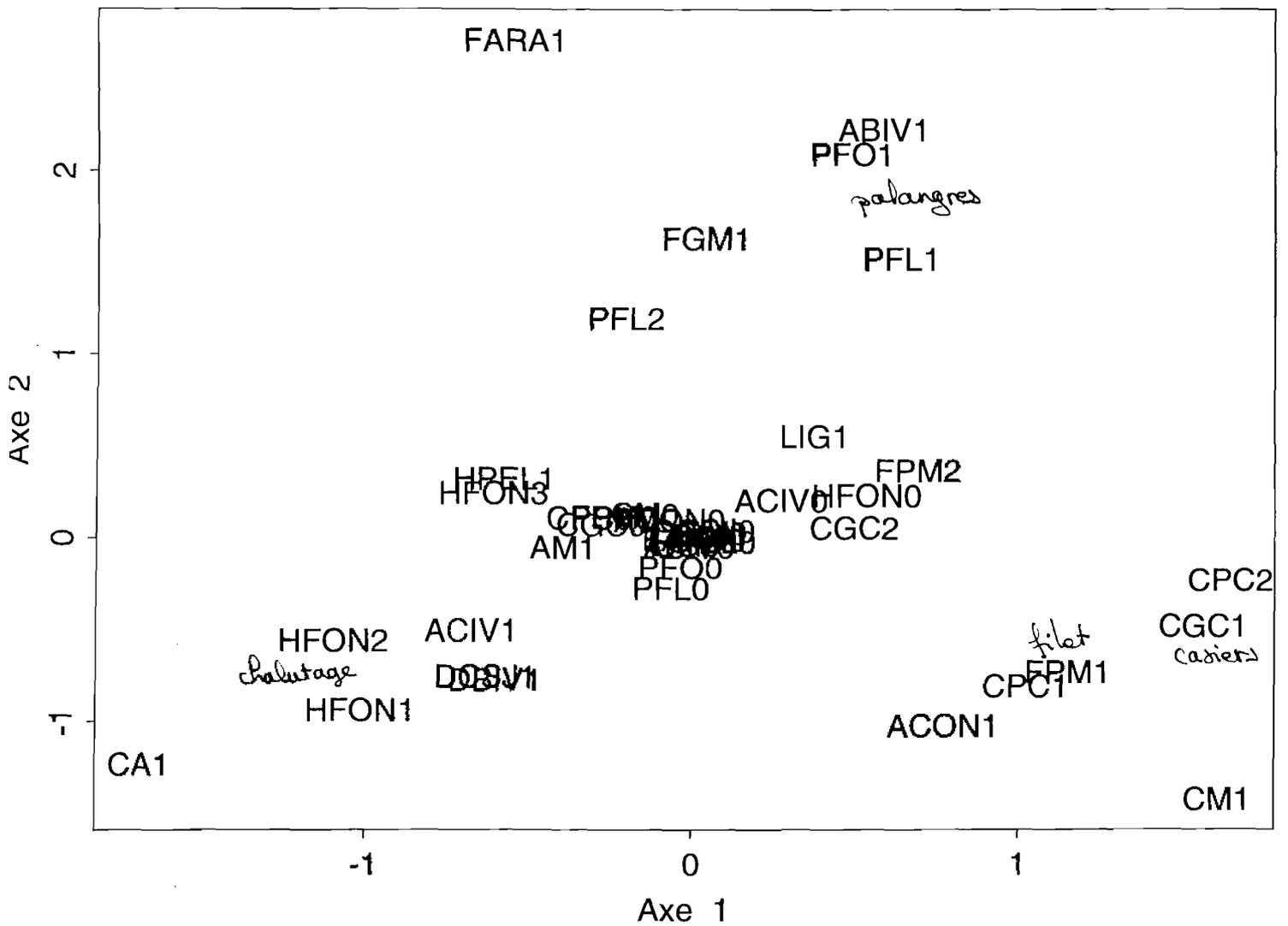


Figure 3 : ACM des activités des navires de pêche du Mor Bray en 1987  
Premier plan factoriel des variables.

### acm de codage 1 de dm

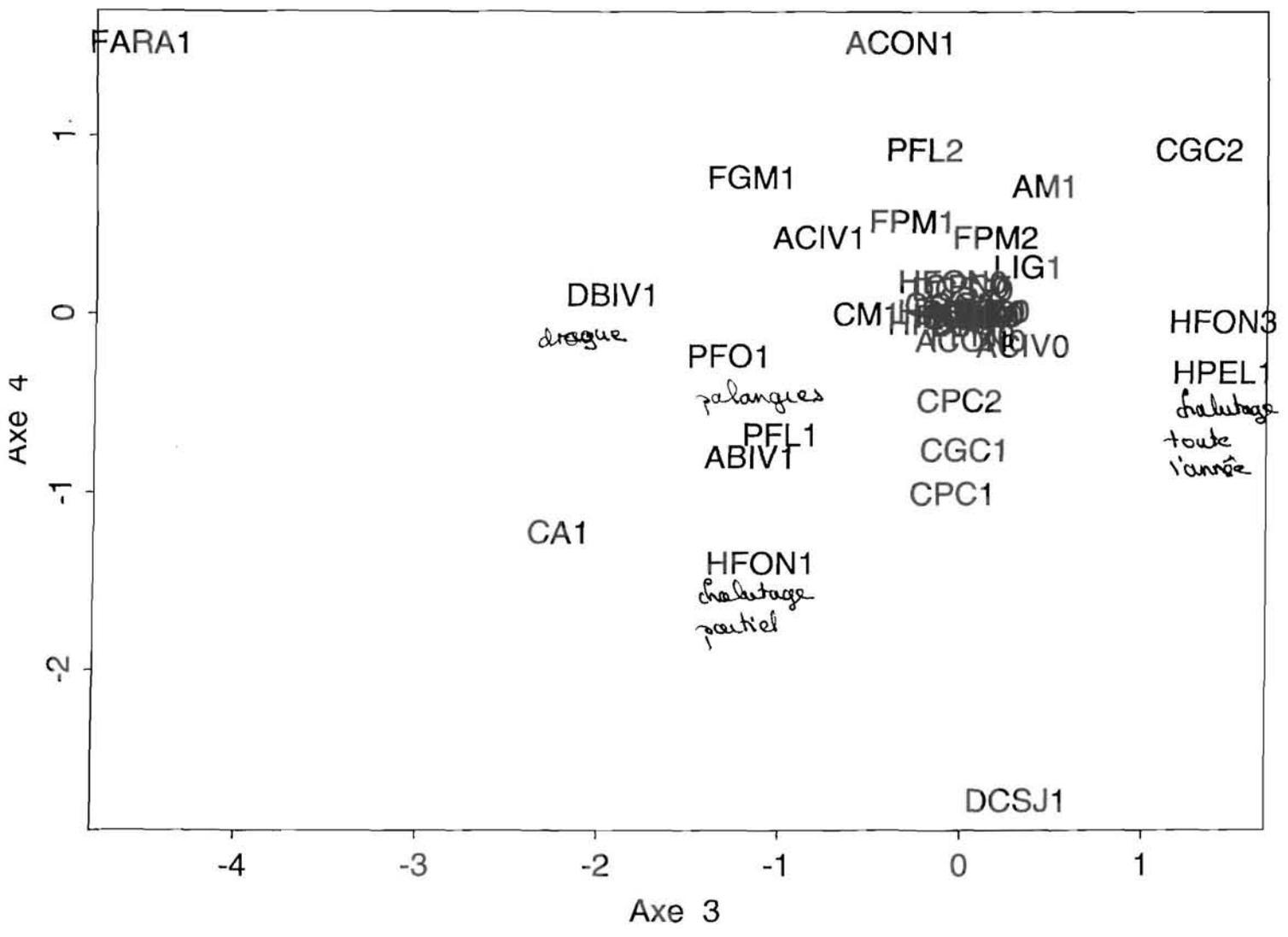


Figure 3: ACM des activités des navires de pêche du Mor Bray  
Second plan factoriel des variables.

## acm de codage 2 de dm

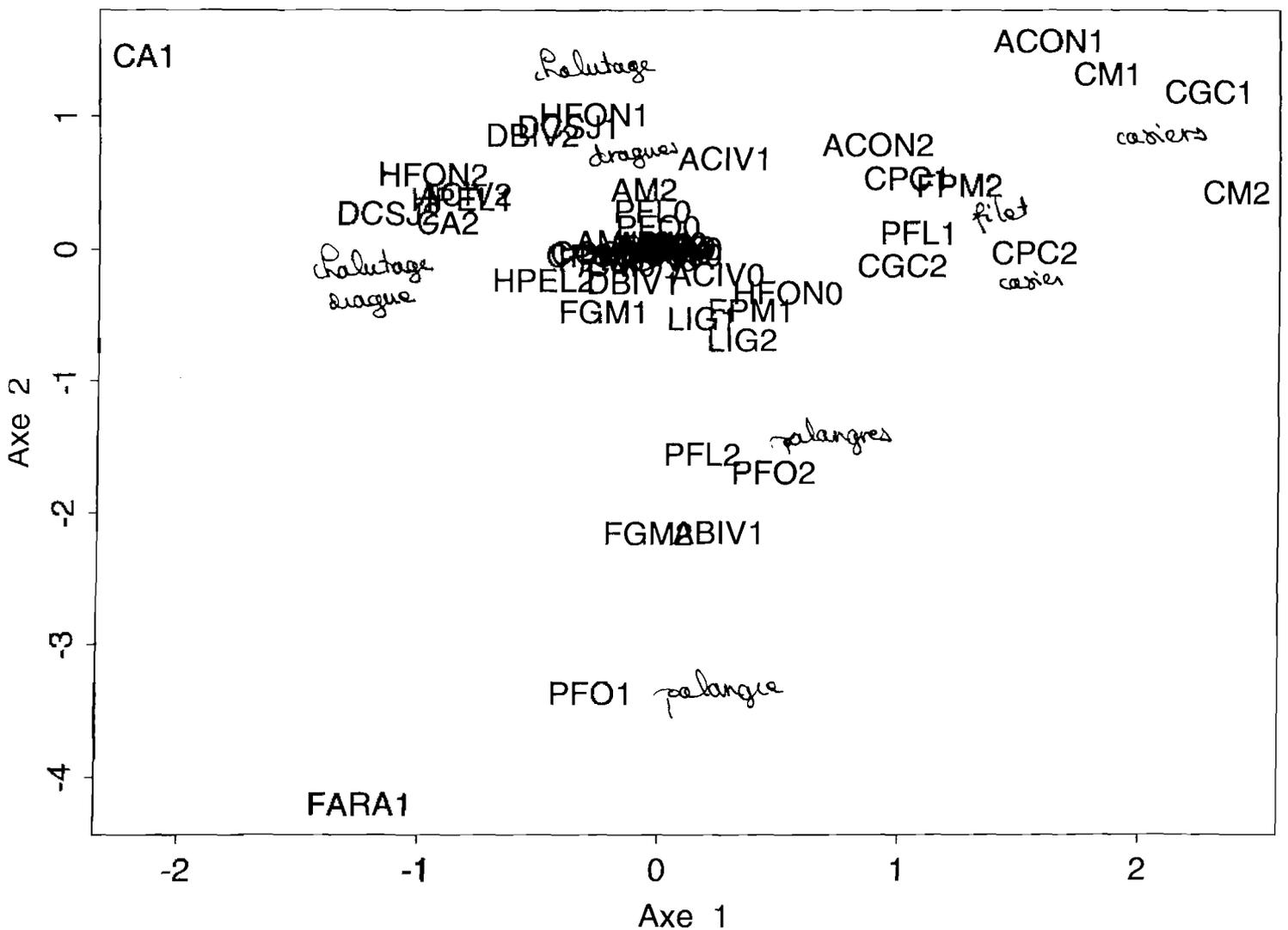


Figure 4 : ACM des activités des navires de pêche du Mor Brag en 1987  
 Codage "automatique"  
 Premier plan factoriel des variables

acm de codage 2 de dm

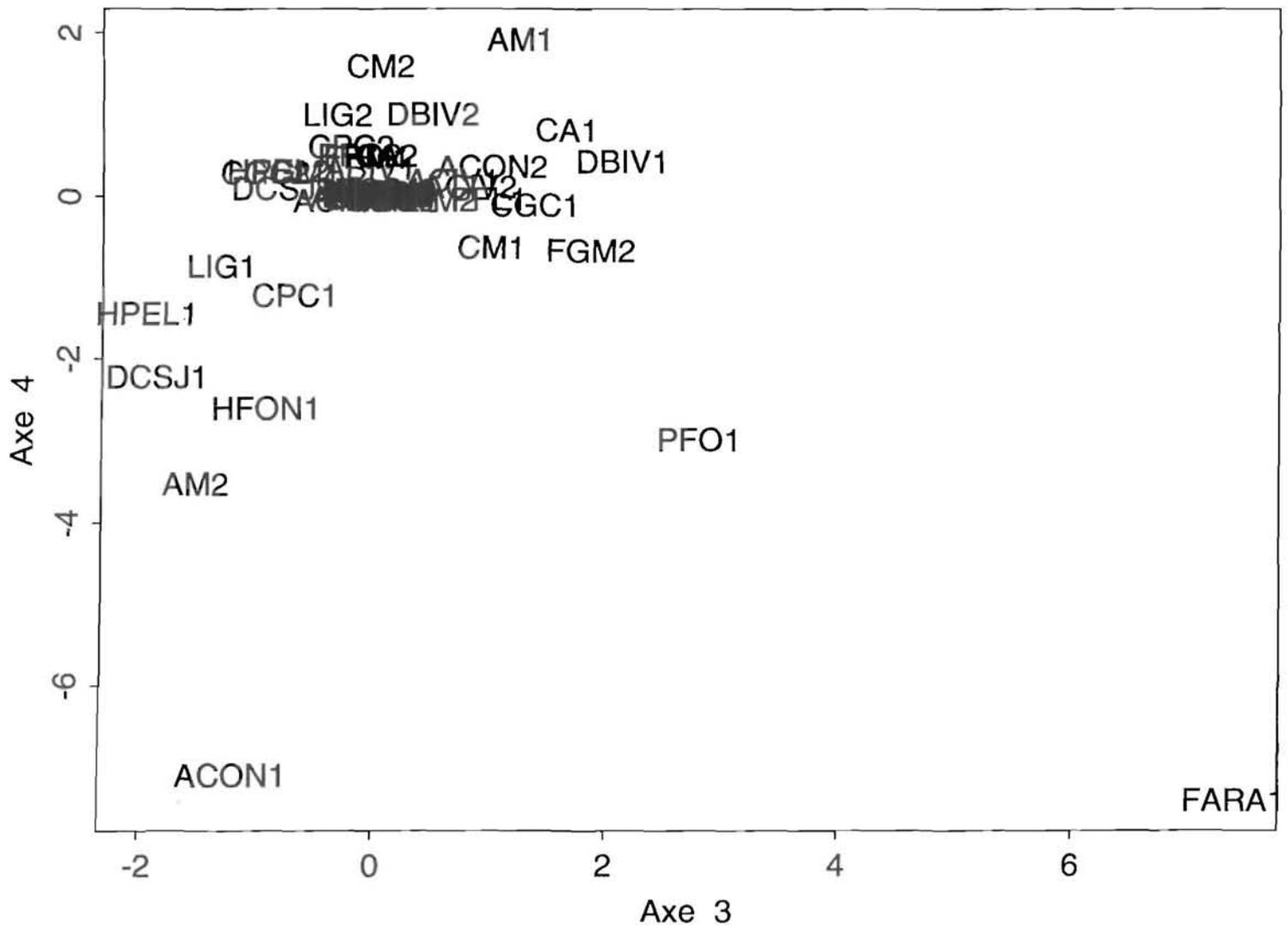


Figure 4. ACM des activités des navires de pêche du Nor Brag  
 Codage "automatique"  
 Second plan factoriel des variables

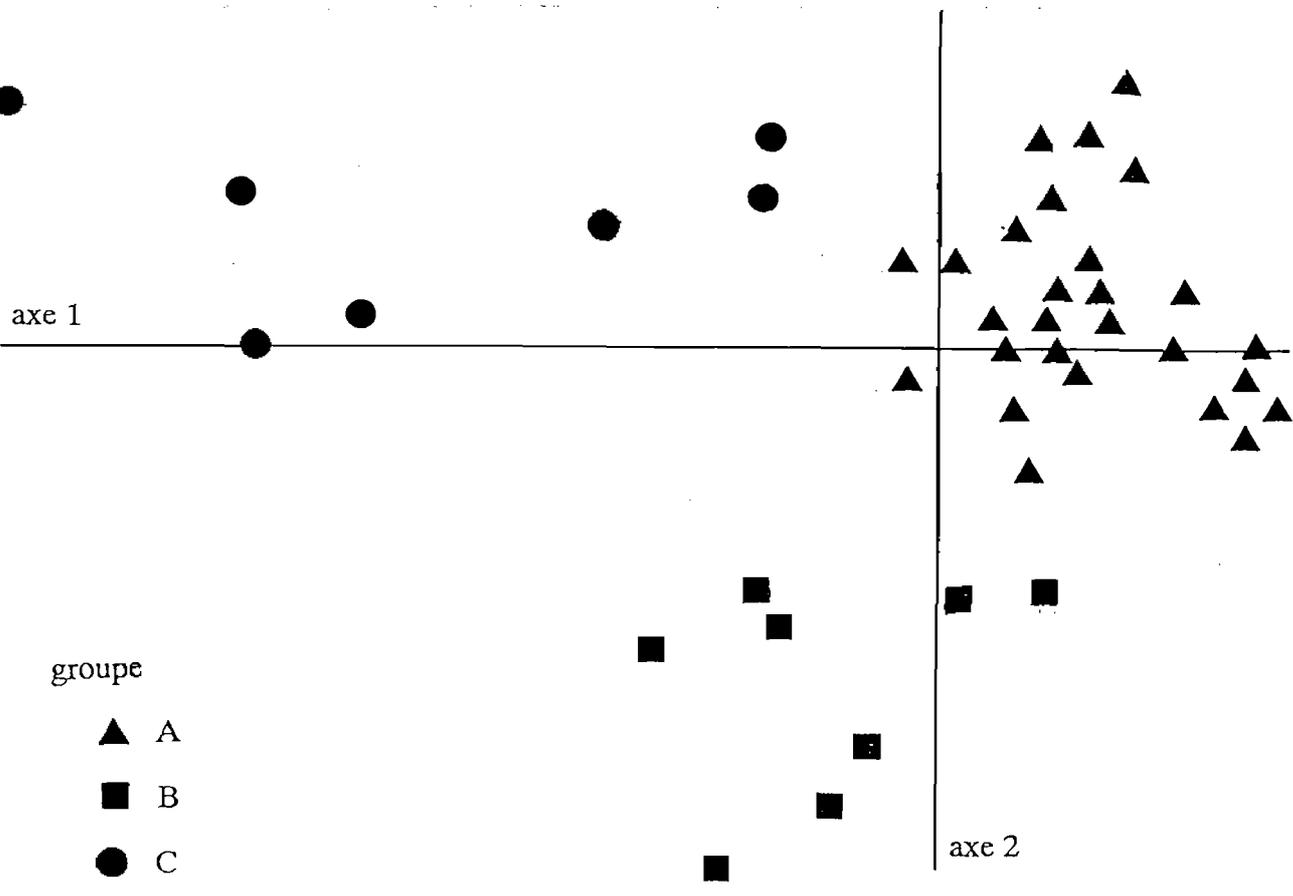
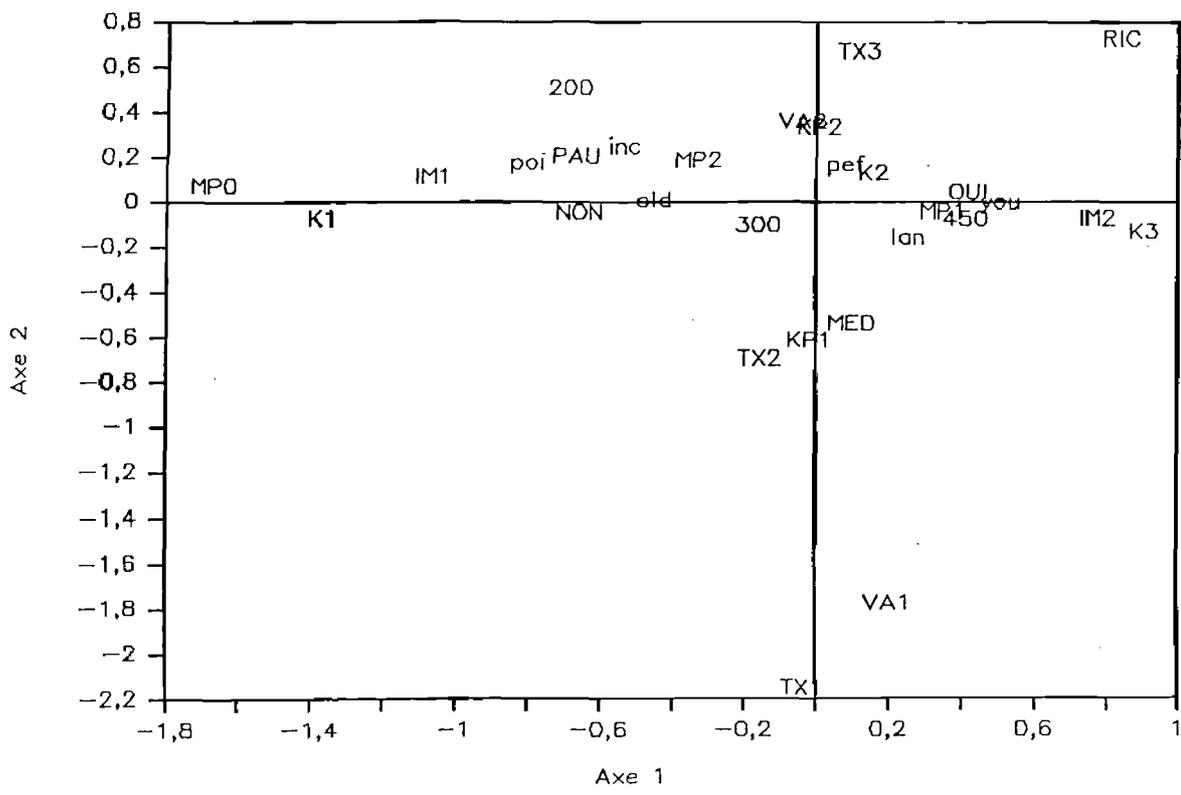


Figure 5 - Débarquements des chalutiers de Sète en 1989. Projection des points individus (bateaux) dans le plan 1-2.

Figure 6 : **Représentation des variables de l'AFCM**  
 (le nom des variables supplémentaires est noté en minuscule).  
 Projection sur le plan principal 1-2



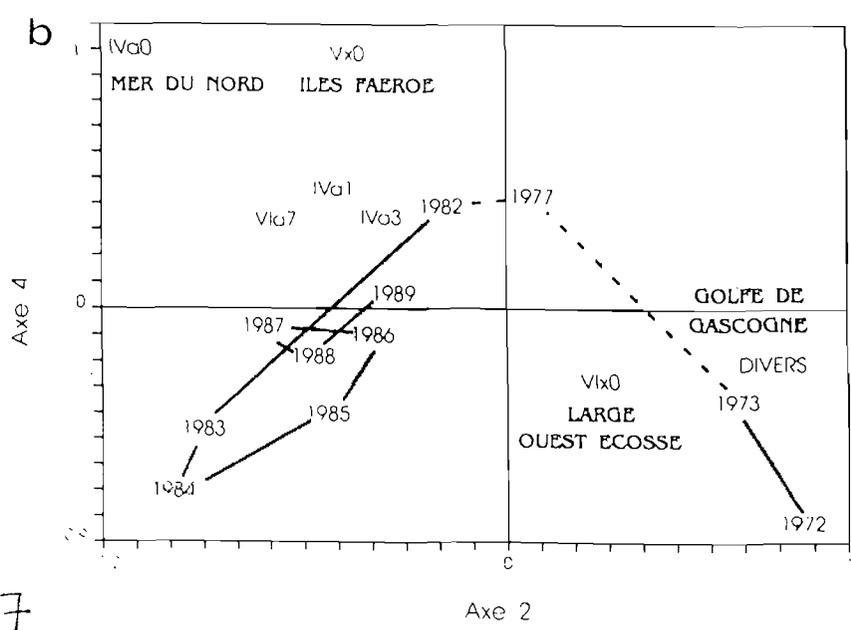
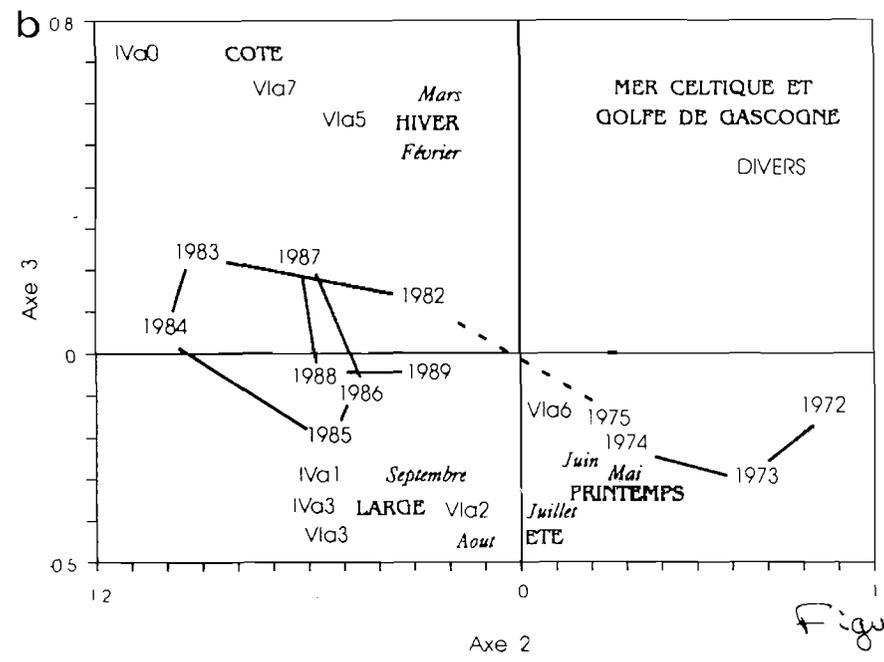
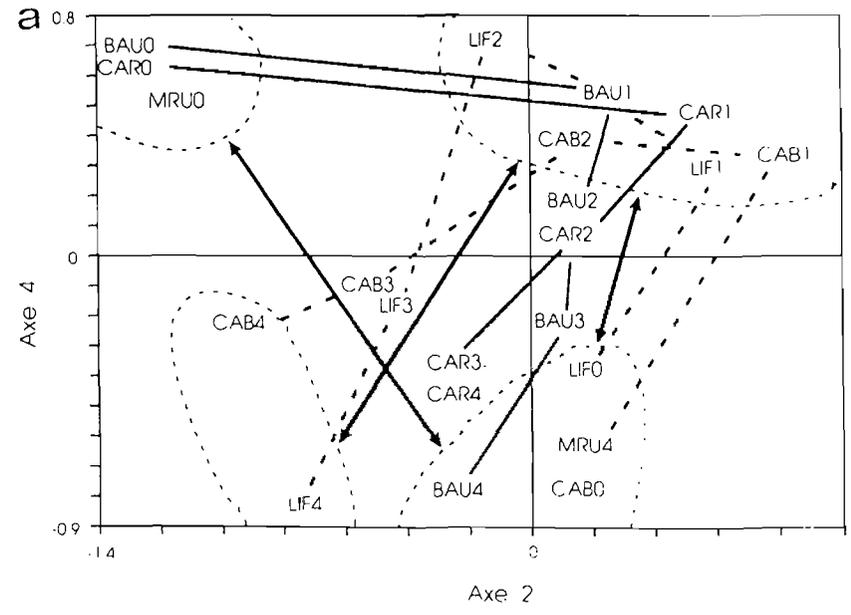
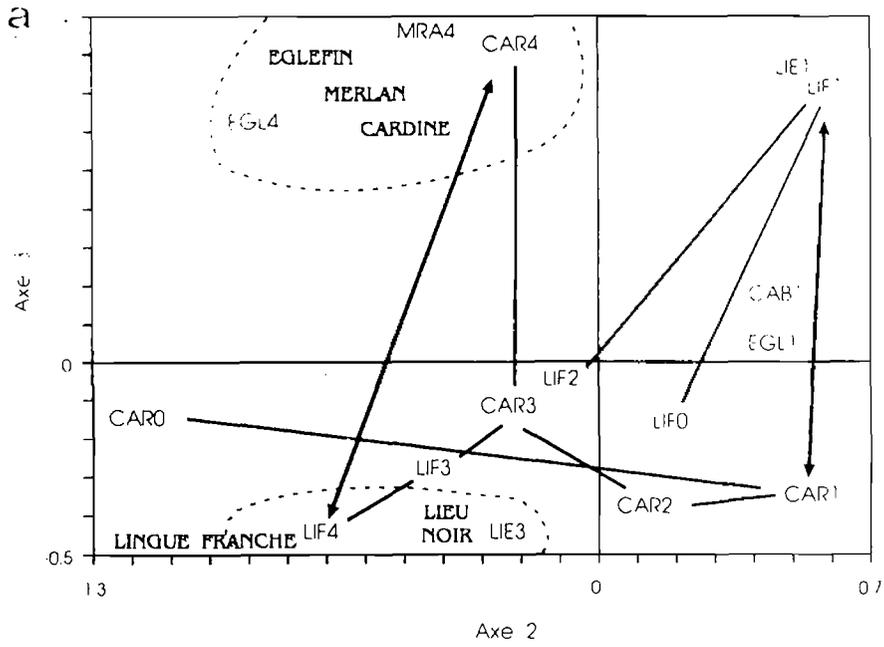


Figure 7

– Plan factoriel 2,3, a : projection des variables actives, b : projection des variables supplémentaires.  
 – Plan factoriel 2,4, a : projection des variables actives, b : projection des variables supplémentaires.

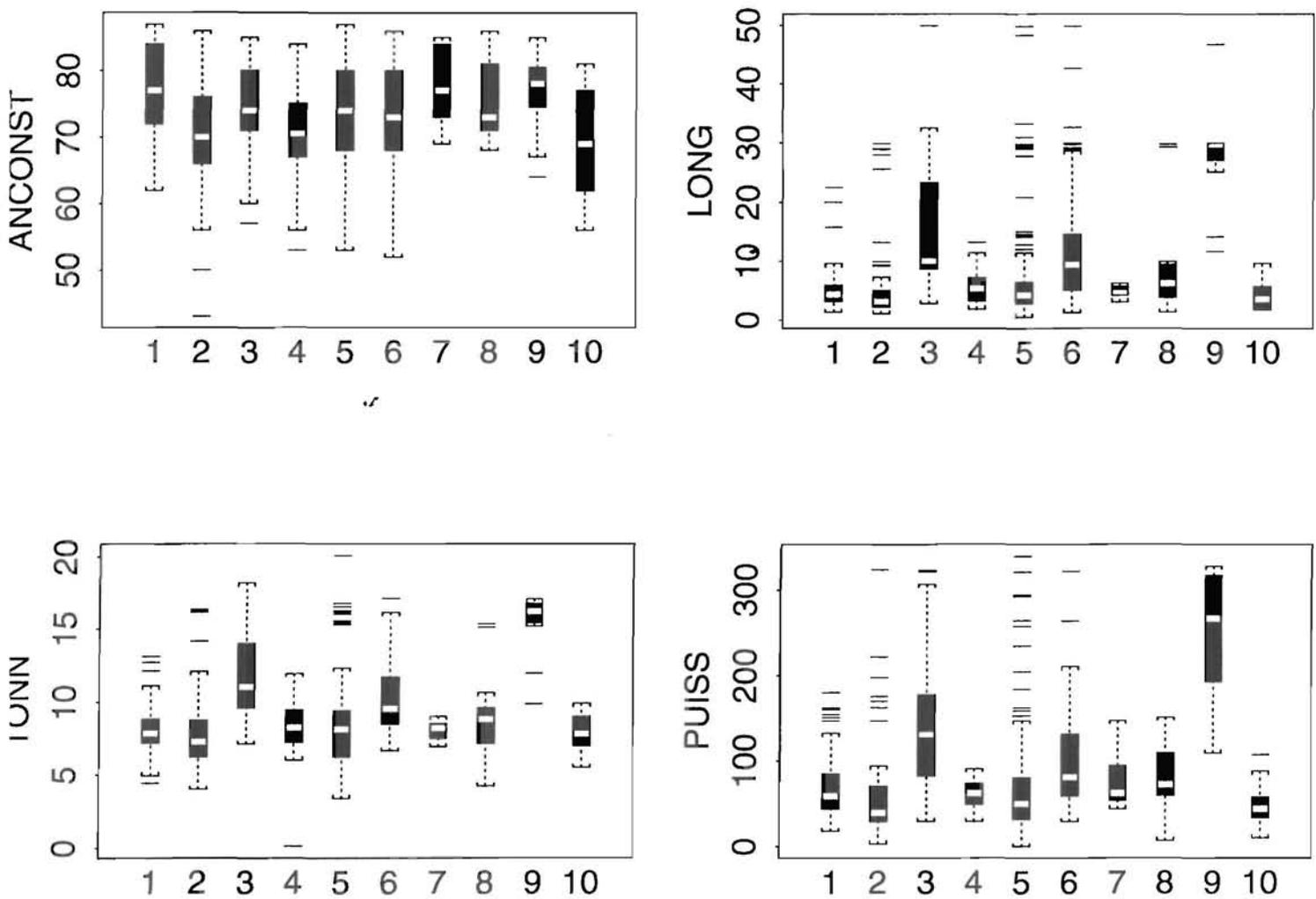


Figure 8 : Dispersion des caractéristiques techniques dans 10 groupes de navires de pêche du Flor Brag en 1987.  
(Année de construction, longueur, tonnage, puissance)

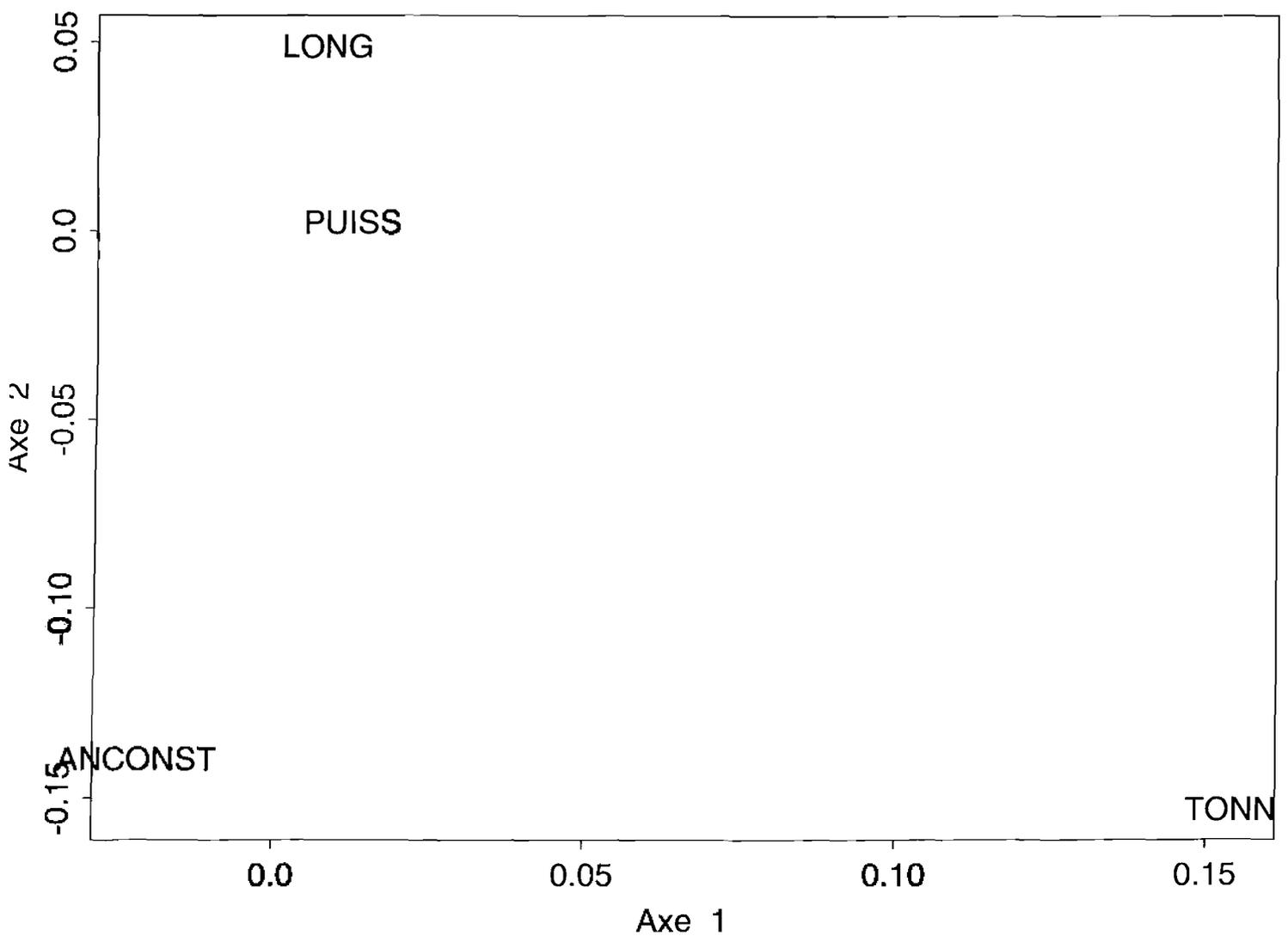


Figure 9 : Analyse discriminante des caractéristiques techniques des navires de pêche du Nord Brez en 1987, selon 10 groupes obtenus par typologie "classique".  
Plan factoriel des variables.

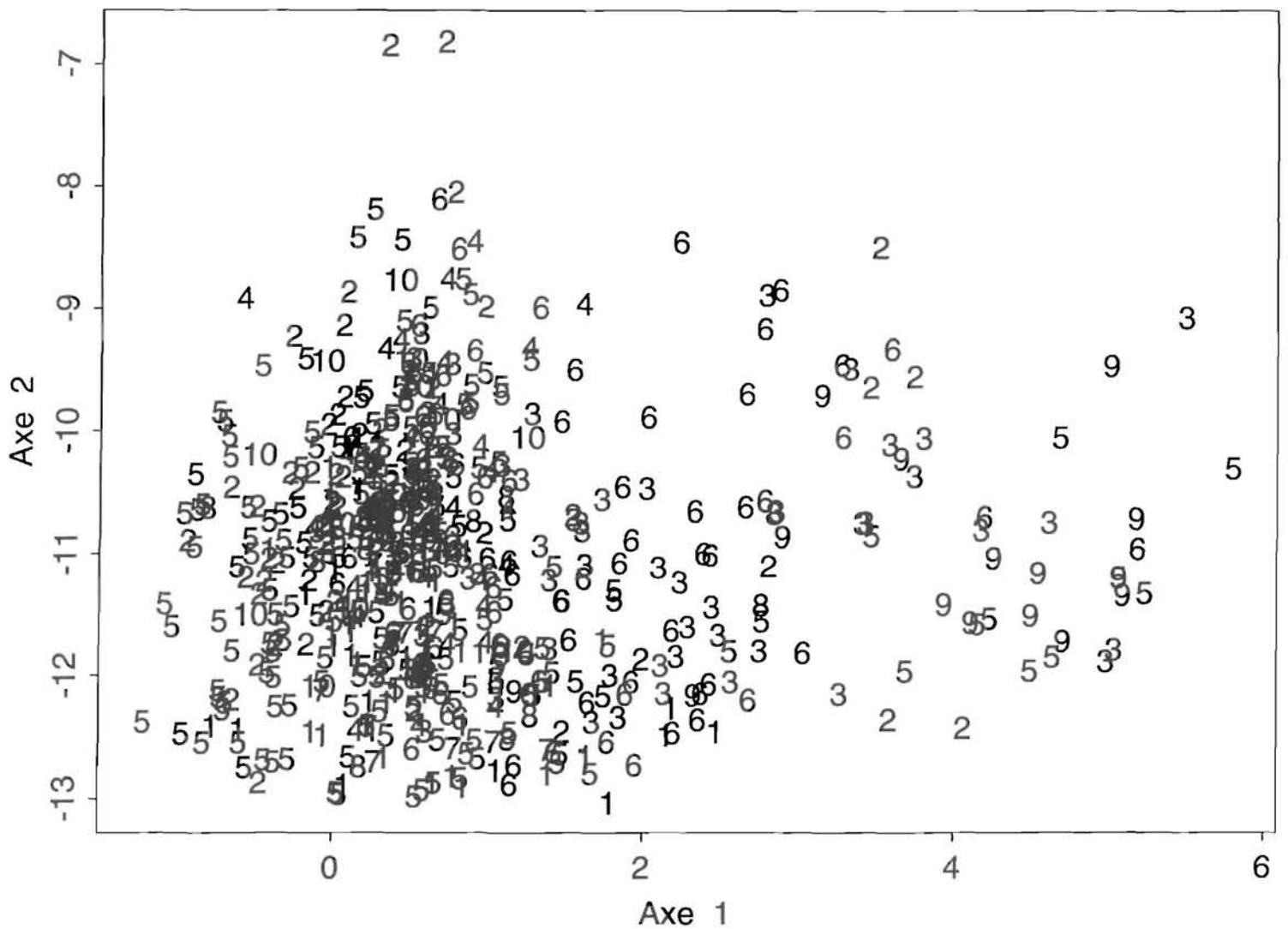


Figure 10: Analyse discriminante des caractéristiques techniques des navires de pêche du Nord Brésil en 1987, selon 10 groupes obtenu par typologie classique. Plan factoriel des individus.

## **APPLICATION DES ANALYSES TYPOLOGIQUES A LA PÊCHERIE ARTISANALE SENEGALAISE**

Jocelyne FERRARIS, ORSTOM-Nantes

Le travail présenté sur l'usage des typologies à l'analyse de la pêche artisanale sénégalaise s'intègre dans le cadre d'un programme de recherche mené par l'ORSTOM au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye (Sénégal) depuis 1990. Les résultats présentés sont issus de 3 papiers proposés respectivement au SEMINFOR 5 de l'ORSTOM "Statistique Impliquée" en septembre 1991 (Ferraris & Samba, 1992), au premier forum de l'Association Française d'Halieumétrie en juin 1993 (Ferraris & Le Fur, 1994) et à la Table Ronde "Questions sur la dynamique de l'exploitation halieutique" en septembre 1993 (Ferraris, 1994). La présentation est centrée sur les apports des typologies à l'étude de la dynamique de la pêche et sur certains points abordés dans l'application des méthodes.

### **La pêche**

La pêche artisanale maritime sénégalaise représente 3/4 de la production halieutique nationale avec des débarquements annuels supérieurs à 250 000 tonnes. Elle est constituée de plus de 4500 pirogues motorisées réparties dans une cinquantaine de lieux de débarquement mais concentrées dans neuf ports principaux (80% du parc piroguier). Les unités de pêche effectuent généralement des sorties à la journée sauf pour les "pirogues glacières" équipées de caisson à glace dont les marées sont de plusieurs jours. De par ses spécificités multi-engins et multi-espèces, la pêche artisanale sénégalaise se caractérise par ses propriétés de souplesse, flexibilité et réactivité aux changements, notamment par son aptitude à la migration et à la mixité d'utilisation des engins de pêche.

### **Le contexte**

La modélisation de la pêche par adaptation d'un modèle global aux pêcheries multi-espèces multi-engins (Laloë & Samba, 1991) souligne l'importance du problème des reports d'effort de pêche et la nécessité de suivi d'efforts de pêche afin de déterminer "qui fait quoi et quand". La dynamique de la pêche artisanale sénégalaise est finalement abordée par des analyses typologiques de la pêche (relation entre structure et dynamique) et l'identification des critères de décision liés aux transferts d'efforts. Cette recherche s'intègre dans le cadre de l'élaboration d'un modèle de simulation par

intelligence artificielle à partir du compartiment humain (comportement du pêcheur) (Le Fur, 1993).

L'analyse typologique du parc piroguier de Joal (Petite Côte du Sénégal) illustre l'intérêt des études de structure des flottilles pour mieux comprendre le fonctionnement global de la pêcherie (Figure 1). Les données de juin 1988 sur l'activité quotidienne des 400 unités du parc piroguier ont été saisies et soumises à des analyses de classification automatique. Les unités de pêche sont décrites par quelques variables synthétiques résumant d'une part le nombre de jours passés en sortie de pêche, en arrêt et en campagne de pêche externe à Joal, et d'autre part le nombre d'engins de pêche utilisés au cours du mois. L'évolution des variables synthétiques montre l'augmentation du nombre de pêcheurs en migration et une diminution du nombre de pirogues inactives. L'activité mensuelle des unités de pêche révèle un parc piroguier structuré en 5 classes (Figure 1a). La même approche est appliquée aux trois groupes d'unités de pêche les plus actives décrites par le nombre de jours passés dans chacune des techniques de pêche. La structure composite issue de la typologie traduit la diversité de la pêcherie. Le profil temporel du nombre d'unités par engin révèle un transfert des efforts de pêche au cours du mois au profit de la ligne poulpe (Figure 1b). La décomposition de la flottille en entités ayant une activité annuelle similaire est à la base d'un essai de modélisation du comportement dynamique par système-expert (Sarr, 1991). L'analyse des calendriers de pêche décrits par le nombre de jours passés dans les différentes catégories pose cependant deux problèmes majeurs:

- L'identification arbitraire des catégories (par exemple les métiers) et ce sans référence à leur impact sur la ressource: ainsi, initialement, la pêcherie artisanale sénégalaise était décrite par 8 engins de pêche principaux. L'éclatement en 24 catégories, à partir de 1985, fait suite à la prise en considération des espèces cibles associées aux filets dormants. Les lignes-poissons restent codées en une catégorie alors que les espèces cibles peuvent diverger selon la pratique du pêcheur. L'importance du nombre et de la nature des variables dans les classifications automatiques pose alors le problème de la pertinence du choix des catégories utilisées dans la description des calendriers de pêche.

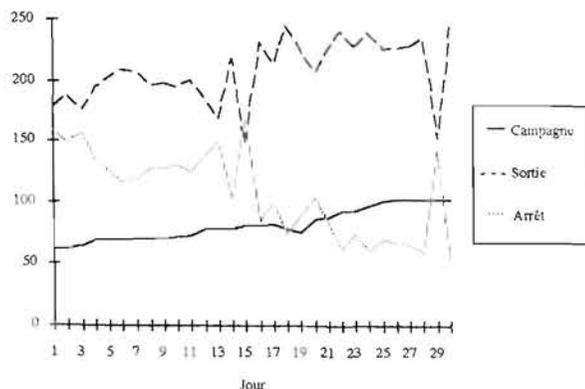
- La vision statique de la pêcherie fournie par la décomposition du parc piroguier en entités à comportement similaire; la description des aspects dynamiques nécessite d'identifier les facteurs discriminants de ces comportements et de décomposer les profils des efforts.

### **Les données**

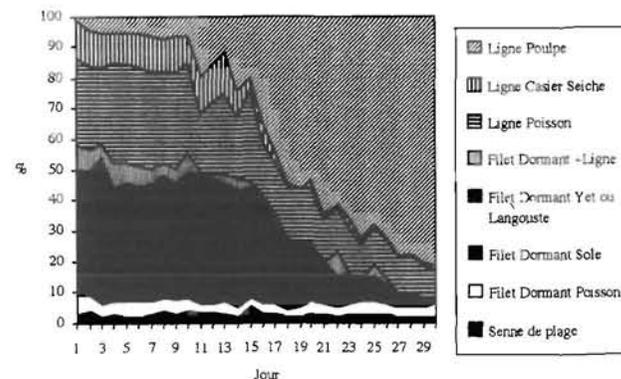
Le système d'enquête pour les statistiques de pêche du CRODT existe depuis 1974. L'échantillonnage des captures et des activités associées vise à respecter 10% des efforts de pêche par catégorie d'engins. Le plan d'échantillonnage correspond à un plan stratifié à trois niveaux: les strates sont définies par la combinaison port \* quinzaine \* engin (24

a - VARIABLES SYNTHETIQUES

Evolution du nombre d'unités de pêche par catégorie d'activité



b - TYPE DE PÊCHE



Typologie des unités de pêche selon l'activité mensuelle

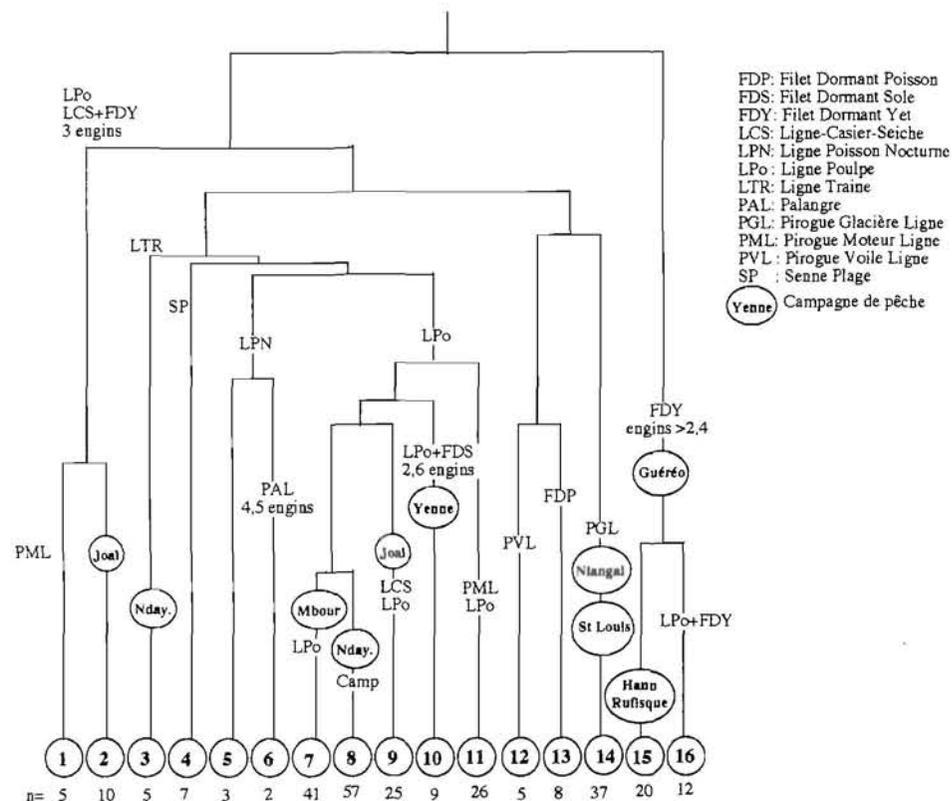
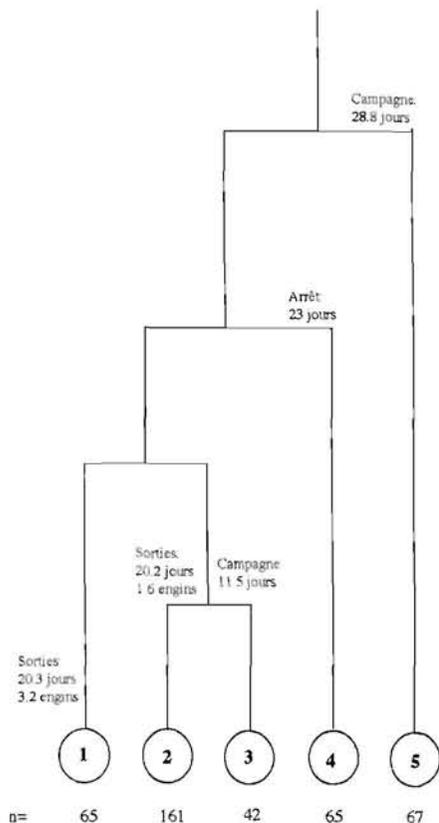


FIGURE 1: Dynamique et structure du parc piroguier de Joal en juin 1988 décrites par le nombre de pirogues et le nombre de jours/pirogue en fonction (a) de variables synthétiques sur l'activité de pêche et (b) du type de pêche.

engins différents), au sein desquelles sont échantillonnés les jours d'enquête (2 à 5 jours/quinzaine selon le port), les pirogues puis les poissons pour les mesures de taille. Le recensement du parc piroguier est réalisé deux fois par an depuis 1982. Outre ces données récoltées en routine, des enquêtes ponctuelles sont menées en fonction de l'évolution des questions scientifiques. En 1992, une enquête de suivi d'unités de pêche a ainsi été conduite afin de décrire les profils d'effort en continu de 200 embarcations et les choix liés aux sorties de pêche (espèce cible, lieu et engin).

### **La démarche**

Le schéma d'analyse proposé pour l'étude de la dynamique de la pêche artisanale sénégalaise est basé sur l'approche comparative: d'une part entre les données de même nature récoltées selon un gradient spatial (comparaison des dynamiques propres à chacun des 8 points de débarquement étudiés) ou temporel (comparaison des variabilités annuelles de 1974 à 1992) et d'autre part entre données thématiques par la confrontation de jeux de données de nature différente.

L'analyse est structurée en deux étapes:

#### 1- Analyse des captures:

La capture, considérée comme la résultante du choix tactique du pêcheur (choix d'un engin, d'une espèce-cible et d'un lieu) est décrite par l'ensemble du cortège spécifique la caractérisant (liste de 200 espèces). La typologie des marées (sortie de pêche < 12 heures) permet d'aborder la dynamique de la pêcherie en terme de transferts des efforts de pêche. Les classes de captures sont interprétées par des variables d'activité (lieu, nombre de pêcheurs, engin, profondeur...). Le schéma vérifie une approche asymétrique où la variabilité d'un jeu de données (données biologiques quantitatives) est interprétée en fonction d'un autre jeu de données (données d'activité mixtes, qualitatives et quantitatives). L'idée de base de la démarche est que la capture décrite par son cortège plurispécifique traduit le biotope inventorié, la sélectivité de l'engin de pêche (pas de phénomène de rejet) et minimise les choix a priori liés à la sélection d'une liste d'espèces: la capture d'une sortie de pêche au temps t est liée à la pratique de pêche et donc à la tactique du pêcheur. L'espèce dominante de l'ensemble des sorties de pêche classées dans une même catégorie correspond à l'espèce recherchée par le pêcheur alors que les espèces associées, secondaires, traduisent ce que le pêcheur trouve lorsqu'il recherche sa cible. Cette approche permet de tenir compte de la variabilité des prises associées à une certaine tactique de pêche.

L'exploration de la structure des données de captures et de leur relation avec les variables d'activité décrivant les choix tactiques est abordée à l'aide des méthodes d'analyse

factorielle et de la technique des points supplémentaires. L'approche typologique pose le problème du choix de la ressemblance et de l'algorithme de classification. Le choix de la démarche est guidé par plusieurs points:

- spécificité des données (nature et quantité des données); en raison de l'approche comparative et du grand nombre de données, la démarche sera élaborée en fonction de la facilité de répétition de l'approche;
- facilité d'interprétation des résultats: les méthodes d'Analyse de Données qui permettent d'extraire de grands tableaux de données l'information la plus pertinente en regard de la problématique représentent des difficultés quant à l'interprétation des résultats. La disponibilité d'outils d'aide à l'interprétation des résultats offerts par les logiciels statistiques peut alors orienter le choix de la démarche à partir des méthodes proposées par le logiciel;
- moyens informatiques et logiciels statistiques disponibles;
- part d'arbitraire: chaque méthode est un outil spécifique et présente un aspect réducteur. Les différents choix liés à la construction du tableau de données (nombre et expression des variables, choix des individus), le choix d'une méthode de proximité et d'un algorithme de classification confère à la démarche son caractère d'heuristique. Selon Jambu (1978) "le choix de la formule de distance appartient au seul utilisateur suivant l'idée de la proximité entre les variables. L'utilisateur doit choisir celle qui mettra le mieux en évidence les ressemblances et les dissemblances dans le cadre de son étude". Les méthodes de classification visent à simplifier les données de manière à suggérer des hypothèses fructueuses mais transformeront toujours la structure initiale en une nouvelle structure (Jardine, 1970). Nous adhérons enfin avec la philosophie de Williams et Lance (1971): Une classification ne peut pas être vraie ou fausse, probable ou improbable, seulement profitable ou non profitable. Dans les années 70, les polémiques étaient nombreuses sur la recherche de la méthode idéale. Au début 80, le problème est plus de comprendre les caractéristiques des groupes obtenus selon les différents algorithmes, les recherches se sont alors orientées vers la quantification du respect des méthodes vis à vis de la structure initiale. 30 années de classification automatique et d'algorithmes de centroïdes mobiles ont montré le pouvoir des techniques à base de distance euclidienne et de khi deux pour construire les classes. Selon le principe de l'approche comparative, l'interprétation des résultats obtenus sur différentes années ou différents points de débarquements, à l'aide d'une méthode que l'on jugera optimale, gardera toujours son sens en valeur relative.

L'ensemble de ces points a justifié notre choix pour le logiciel statistique SPADN (1987) qui offre des possibilités d'une démarche intégrée, de la description des données à l'interprétation des résultats, adaptée à une analyse répétitive de grands tableaux de

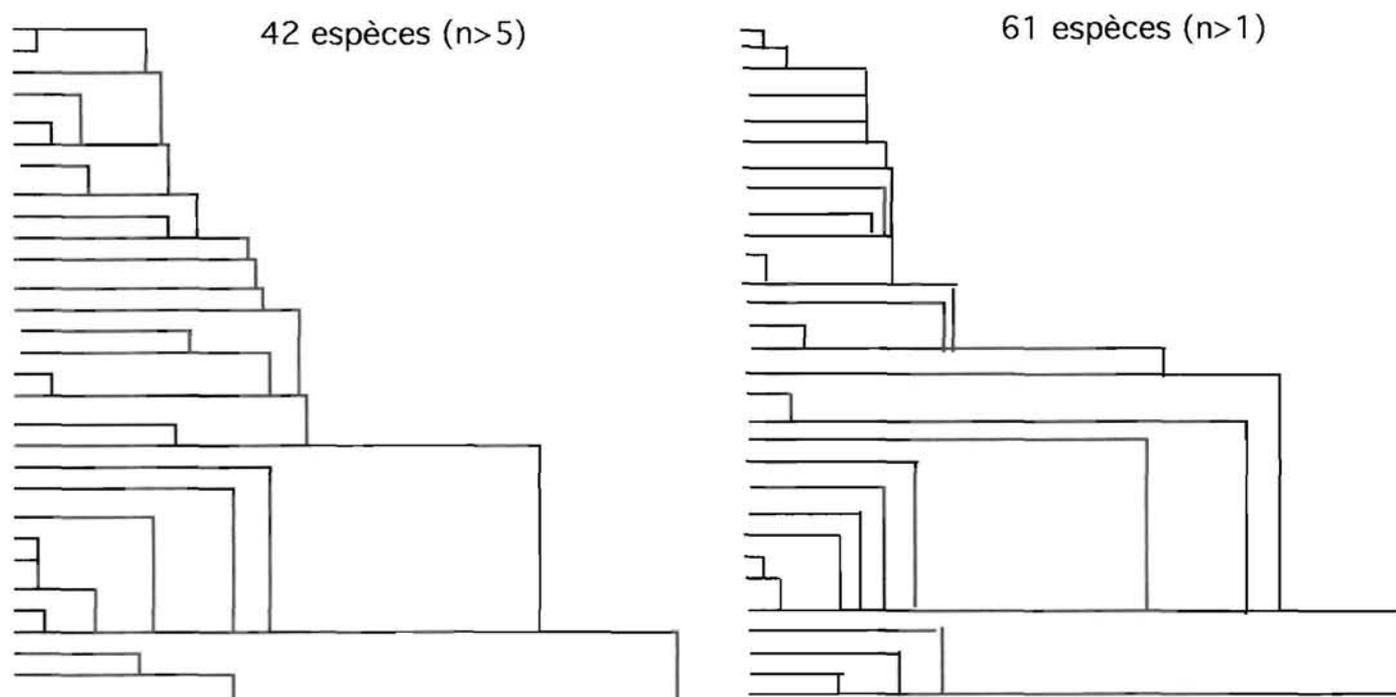
données. L'exploration de la structure des données est réalisée par les méthodes d'analyse en composantes principales et d'analyse factorielle des correspondances multiples associées à la technique des points supplémentaires et de classification automatique basée sur l'algorithme de Ward avec partition optimisée par la méthode des nuées dynamiques.

La démarche est mise au point à partir des captures échantillonnées au port de Kayar (grande Côte du Sénégal) au cours de l'année 1992. La figure 2 illustre la variation des résultats obtenus à partir d'un même jeu de données (les rendements de pêche de 384 sorties effectuées par les lignes) en fonction de la modification du tableau de départ selon deux aspects: le nombre de variables et l'expression des variables.

Les deux premiers dendrogrammes illustrent la variation de structure obtenue avec une sélection des espèces retenues selon deux critères: être présente au moins 5 fois ou au minimum 2 fois; dans le premier cas on conserve 42 espèces, dans le deuxième 61 espèces. La variation du nombre de variables, exprimées en 0/1 (présence-absence), se répercute sur la structure en classe, qui dans le premier cas présente une coupure nette en 3 classes et dans le deuxième une structure plus floue (puisque'il y a plus de variabilité due au plus grand nombre de variables) dans la partie supérieure de l'arbre avec une coupure en 6 classes. Afin d'avoir un critère analogue pour les différentes analyses effectuées dans le cadre de l'approche comparative, il est finalement décidé de conservé dans chacune des matrices analysée (par port et année) les espèces présentes dans au moins 1% des sorties. Dans l'exemple de la figure 2, on conserve les espèces présentes dans au moins 4 pirogues échantillonnées, soit 46 espèces.

Le deuxième problème concerne l'expression des données, soit la transformation des variables de départ. Différentes transformations ont été testées à partir du cas des lignes de Kayar échantillonnées en 92: présence-absence (0/1), abondance, log(abondance), LN (abondance), données centrées-réduites (même poids à chaque espèce); les deux derniers dendrogrammes de la figure 2 illustrent les différences obtenues avec les distances euclidiennes calculées à partir des coordonnées factorielles d'une analyse en composantes principales réalisées sur la matrice des corrélations (données centrées réduites) et des covariances (données brutes). Le tableau de données est représenté par les 384 sorties décrites par les 46 espèces présentes dans plus de 1% des pirogues échantillonnées. Les abondances sont transformées par le logarithme décimal qui permet d'"écraser" les abondances les plus fortes et de donner un poids plus important aux espèces les moins abondantes. Suite à la confrontation de la composition des classes aux tactiques dégagées dans le cadre du suivi d'unités de pêche au cours de la même année (principe de l'analyse comparative), la structure la plus intéressante est finalement obtenue avec la matrice des

## Nombre de variables



## Transformation des variables

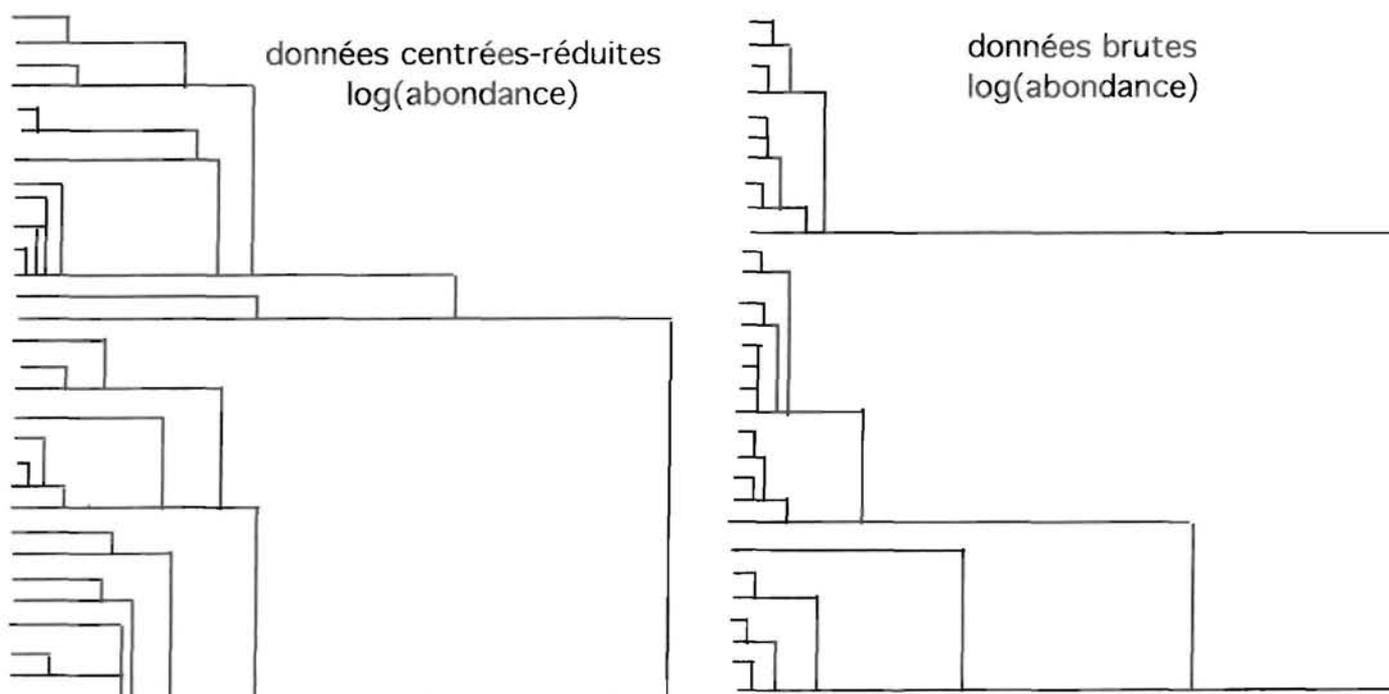


FIGURE 2: Variation de la structure des dendrogrammes en fonction du nombre et de l'expression des variables: application à la classification des captures individuelles de Kayar en 1992.

données brutes. Ce dendrogramme présente de plus une structure plus nette reflétant le caractère "classifiable" des données qui présente moins d'ambiguïté quant à la stabilité des classes.

La figure 3 résume finalement le principe adopté pour l'analyse des captures:

1 - Prise en compte de l'ensemble des captures plurispécifiques annuelles du port (exemple des pirogues lignes de Kayar en 1992).

2 - Typologie des captures individuelles (prise/sortie): le rendement de chaque classe de capture présente des espèces discriminantes avec une abondance moyenne significativement différente (supérieure ou inférieure) à la moyenne de la population globale. La capture-type est associée à la tactique portant le nom de l'espèce dominante.

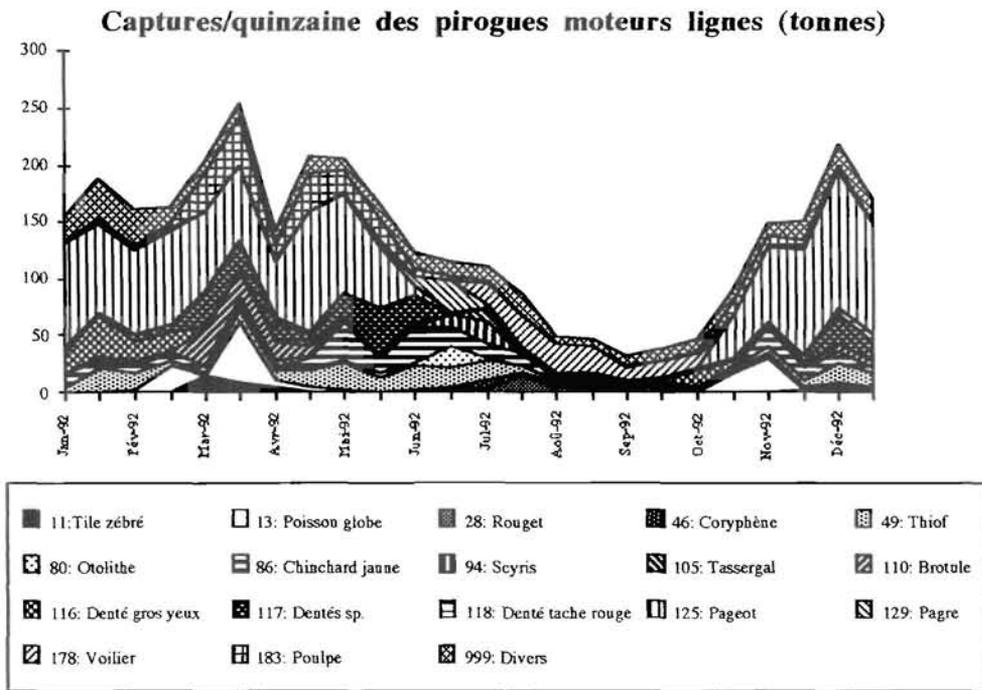
3 - Le pourcentage de pirogues échantillonnées par quinzaine appartenant aux différentes classes de capture-type est ensuite appliqué au nombre total de sorties de l'engin correspondant (ici les lignes) pour décomposer le profil des efforts dans les différentes tactiques de pêche.

La même démarche est appliquée à l'ensemble des ports\*années afin de décrire les changements de tactiques en regard de la variabilité intra et inter-annuelle.

#### 2- Analyse du suivi d'unités de pêche:

Les données obtenues dans le cadre du suivi d'unités de pêche mené en 1992 dans différents points de débarquement visent à décrire d'une part les tactiques de pêche, soit la combinaison d'un engin de pêche, d'une espèce cible et d'un lieu de pêche reflétant le choix tactique relié à une sortie de pêche, et d'autre part les stratégies de pêche décrivant les combinaisons de tactiques observées au cours du temps.

La figure 4 illustre la démarche adoptée pour l'identification et la formalisation des tactiques de pêche et le principe de l'approche comparative par confrontation des résultats obtenus sur différents jeux de données. Les données obtenues à Kayar du 15 décembre 91 au 15 janvier 92, dans le cadre du suivi des unités de pêche et des enquêtes de routine sur les prises au débarquement, sont soumises à des analyses typologiques dans le but de dégager des comportements types de pêche. Les enquêtes de motivation menées auprès des pêcheurs suivis quotidiennement au cours de cette période permettent de préciser et formaliser les tactiques de pêche. Les sorties de pêche sont groupées sur la base des espèces-cibles, du lieu, de l'engin de pêche et de la taille de l'équipage. (A) Les 284 sorties de mer de 13 pêcheurs suivis pendant 30 jours donnent 5 classes de tactique. (B) Les classes sont décrites sur la base de critères statistiques dégagant les modalités discriminantes et les degrés d'homogénéité et de spécificité des classes (outil d'aide à l'interprétation fourni par SPADN): pour la classe 4, 95.2% des 62 sorties de pêche correspondent à des pêcheurs ayant l'intention de rechercher le thiof (critère MOD/CLA=



### Rendement des pirogues classées dans les captures à dominance de pageot (kilo)

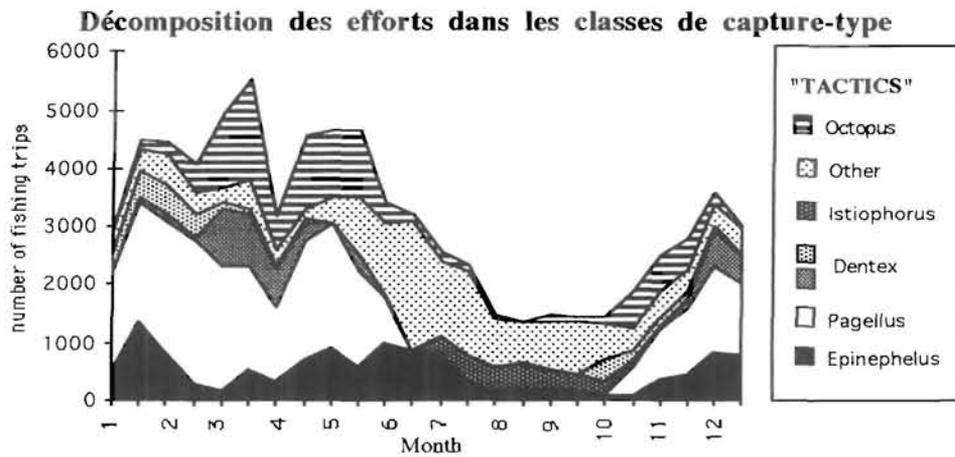
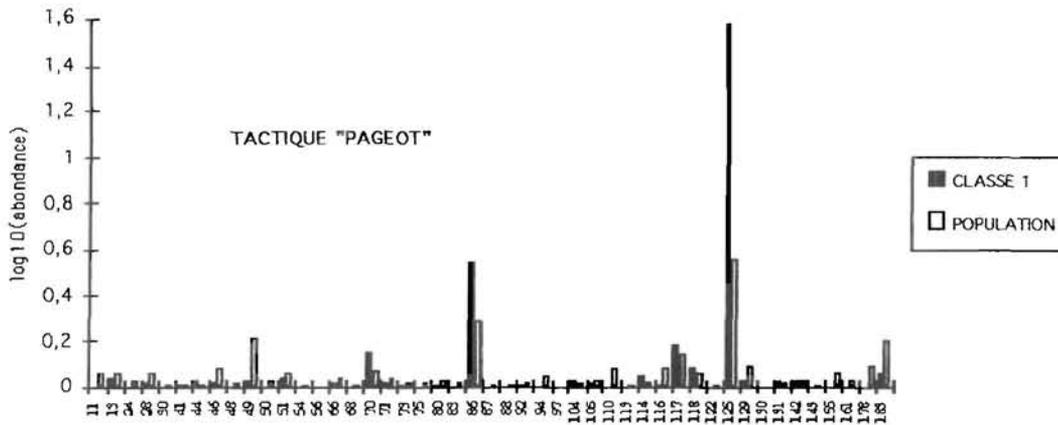


FIGURE 3: Identification des classes de captures plurispécifiques en vue de la décomposition des efforts des lignes de Kayar en tactiques de pêche

## SUIVI UNITES DE PECHE

## ENQUETES DE ROUTINE

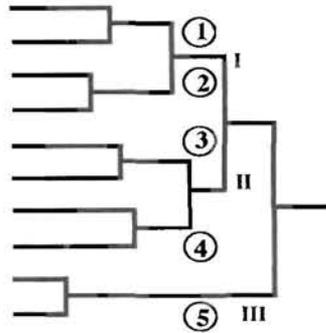
15 pêcheurs  
200 sorties de mer  
15/12/91 - 29/12/91  
(descriptions sortie de pêche)

13 pêcheurs  
284 sorties de mer  
15/12/91 - 15/1/92  
(descriptions sortie de pêche)

384 sorties de mer  
15/12/91 - 15/1/92  
42 espèces  
(Présence/absence)

A Classification Ascendante Hiérarchique

B Classification Ascendante Hiérarchique



C Description des classes

Classe 4 n=62			
Variables caractéristiques	Modalités caractéristiques	Pourcentages	
		CLA/MOD	MOD/CLA
Espèce-cible 1	thiof	86.8	95.2
Engin	PML <12 CV	47.5	90.3
Lieu de pêche	Mboro	100.0	32.3
Lieu de pêche	Niari Raya	100.0	14.5
Lieu de pêche	Inconnu	72.7	12.9
Espèce-cible 2	courbine	72.7	12.9
Espèce-cible 2	Mérou de Gorée	100	8.1

D Formalisation symbolique

**Tactique 4**  
 [espèce cible 1 = thiof]  
 ^ [espèce cible 2 = {0.13 (courbine), 0.08 (mérou de Gorée), 0.79 (aucune)}]  
 ^ [engin = {0.90 (PML ≥ 12 CV), 0.10 (PML < 12 CV)}]  
 ^ [lieu = {0.32 (Mboro), 0.15 (Niari Raya), 0.13 (inconnu), 0.40 (autre)}]

E Calcul des extensions

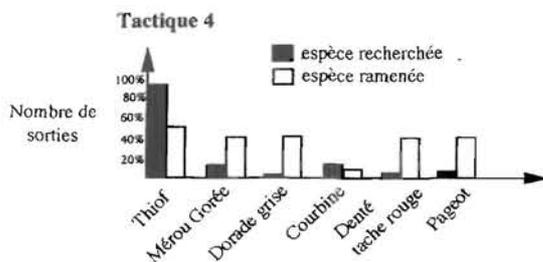


FIGURE 4:

Identification et formalisation des tactiques de pêche par confrontation des résultats obtenus sur différents jeux de données

effectif de la classe ayant la modalité/effectif total de la classe); 86.8% des pêcheurs de thiof se retrouvent effectivement dans cette classe (critère CLA/MOD: effectif de la classe ayant la modalité/effectif total de la modalité). Cette première phase numérique permet de déterminer une partition en classes homogènes de jours-pêcheurs sur la base de variables qualitatives décrivant les choix du pêcheur. (C) La tactique de pêche est ensuite exprimée dans le cadre du formalisme symbolique (Perinel, 1992). Un objet symbolique est décrit à l'aide d'une conjonction de propositions logiques portant sur les valeurs prises par les différentes variables. (D) L'extension de l'objet symbolique, soit l'ensemble des individus pour lesquels il existe une adéquation suffisamment élevée avec l'objet tactique, est déterminée afin d'avoir un recouvrement maximal avec les classes d'origine obtenues dans l'analyse numérique. Le calcul des extensions est appliqué à un deuxième lot de pêcheurs afin de reconsidérer la formulation symbolique en fonction du nombre de jours-pêcheurs associés à aucun objet symbolique ou appartenant à plusieurs extensions. Les tactiques de pêche sont alors décrites par le profil des espèces effectivement capturées. Ainsi pour la tactique "thiof", 95% de pêcheurs recherchent le thiof mais seuls 50% ramènent de cette espèce qui est associée avec le mérou de gorée, la dorade grise, le denté à tache rouge ou le pageot. Ces résultats sont ensuite confrontés à l'analyse typologique réalisée sur les pirogues échantillonnées à Kayar dans le cadre des enquêtes de routine sur les prises. Par l'étude des rendements de pêche, il apparaît possible d'appréhender les moyens mis en oeuvre par les unités de pêche, le faciès de la prise reflétant la sélectivité de l'engin, l'habitat des espèces et donc le lieu de pêche et le choix de l'espèce-cible. (E) Les 384 sorties de mer observées entre le 15/12/91 et le 15/01/92 sont décrites par le cortège spécifique des prises et soumises à une analyse de classification automatique. Elles révèlent 3 types d'associations d'espèces: les trois branches du dendrogramme montrent un parallèle avec les trois premières branches de l'arbre hiérarchique obtenu dans l'analyse typologique précédente, soit une combinaison d'espèces caractéristiques des tactiques orientées sur le pageot, sur le thiof ou sur le denté à gros yeux. Par confrontation des différents jeux de données, on cherche ainsi à confirmer l'existence des tactiques de pêche. L'association entre les tactiques et les rendements de pêche permettra d'enrichir l'analyse sur les causes de changement tactique et de préciser les relations entre effort nominal et effort effectif.

La figure 5 illustre l'analyse des stratégies de pêche observées à Kayar du 15/12/91 au 15/12/92 par typologie des calendriers de pêche et la description des classes par les "boîtes à moustache" (description des quartiles). L'analyse des profils d'efforts de 30 unités de pêche suivies à Kayar sur un cycle annuel a nécessité plusieurs étapes. Les unités de pêche étaient caractérisées au départ par le nombre de jours passés dans les différents types d'activités: catégorie d'engins de pêche, arrêt prolongé, départ dans un autre port, panne, repos, météo, fête, etc. Afin de réduire la trop grande variabilité due au

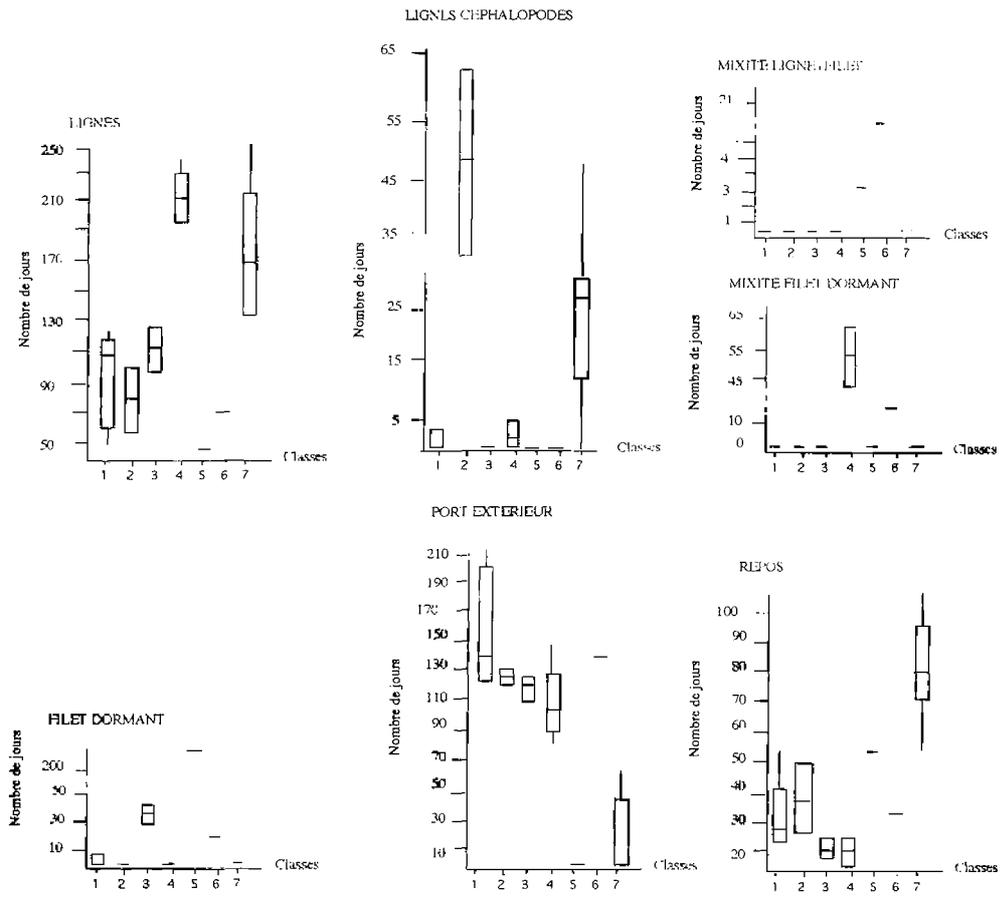
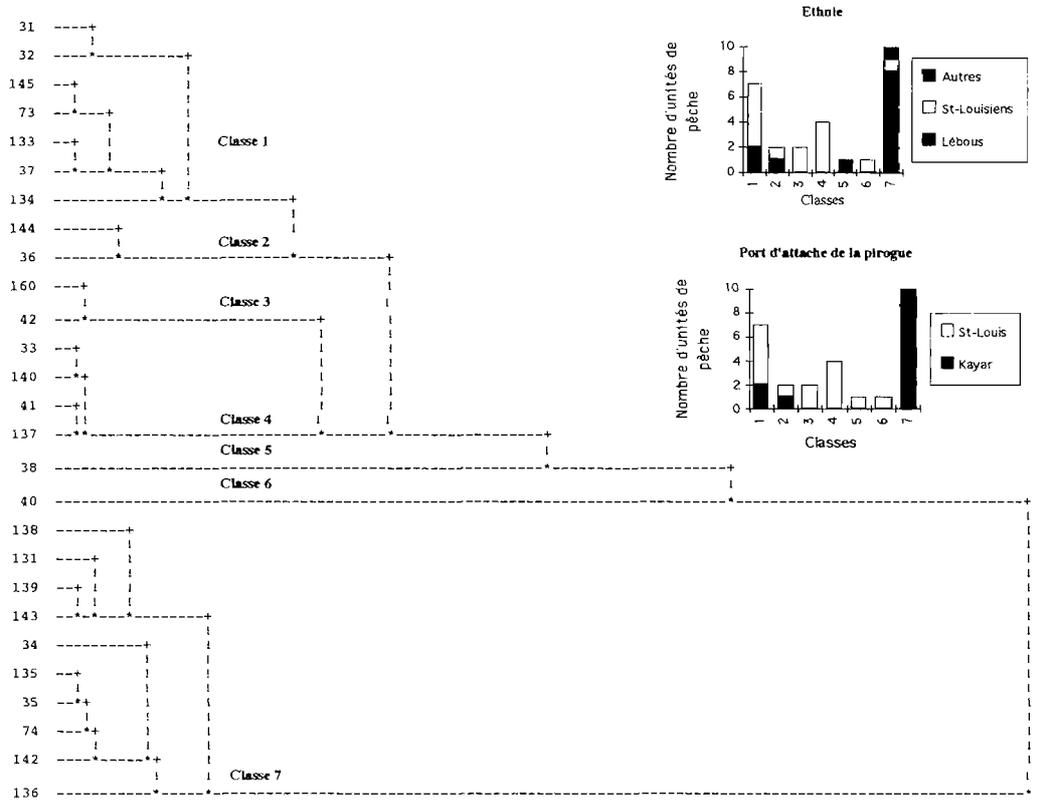


FIGURE 5 Analyse des stratégies de pêche observées à Kayar du 15/12/91 au 15/12/92 par typologie des calendriers de pêche

nombre de modalités, les pratiques de pêche ont été regroupées en 9 classes: ligne poisson, ligne céphalopode, filet, mixité de lignes, mixité ligne + filet, mixité de filets, arrêt bref ou repos, arrêt prolongé et migration dans un autre port. Trois unités de pêche caractérisées par la moitié de la période en arrêt prolongé ont du être placées en individus supplémentaires, leur intégration dans la matrice des données masquant la variabilité de l'activité de pêche des autres unités. De plus, chaque unité de pêche ayant un total de 366 jours et afin d'éviter une redondance entre les variables, l'"arrêt prolongé" n'a pas été intégré dans l'analyse: le nombre de jours en arrêt étant complémentaire et donc redondant à la somme des jours passés dans les autres activités. De ces analyses successives, la "manipulation" des données de départ a permis de dégager une structure intéressante par rapport à l'objectif visé, soit la mise en évidence de comportements stratégiques en regard des critères de mobilité et de mixité d'utilisation des engins de pêche. Pour les pêcheurs en migration à l'extérieur de Kayar, ces comportements ne correspondent cependant pas à leur stratégie effective annuelle puisque ces unités ne sont pas décrites par les activités effectuées dans les autres points de débarquement. La structure dégagée par agrégation hiérarchique révèle deux individus atypiques: les 38 et 40 se caractérisent par la pratique du filet dormant avec mixité simultanée mais se distinguent par le fait de partir ou non à l'extérieur de Kayar. Il est intéressant de noter que l'unité de pêche 38 (classe 5) présente un comportement typique des Saint-Louisiens par la pratique du filet dormant et possède une pirogue immatriculée à Saint-Louis. Cette unité, qui appartient à une famille mixte de Kayar et s'identifie à l'Ethnie des Lébous, présente cependant un comportement typique des Kayarois en ne partant pas en campagne de pêche en fin de saison froide. La première dichotomie de l'arbre hiérarchique sépare la classe 7 des unités de pêche passant une période supérieure à 90 jours à l'extérieur de Kayar. La classe 7, constituée à 100% de pirogues immatriculées à Kayar, se caractérise par une moyenne de 80 jours de repos sur l'année. La variable "repos" se révèle en fait redondante à la variable "migration dans un autre port", le nombre de jours en repos étant proportionnel à la durée de la période d'activité à Kayar. Les classes 3 et 4, constituées de Saint-Louisiens, se distinguent par la pratique de mixité alternée ligne et filet dormant et par un nombre de jours en repos inférieur à la moyenne, traduisant une activité intense au cours de leur séjour à Kayar. Les classes 1 et 2 se distinguent par le fait de pêcher ou non le poulpe à la turlutte. La typologie des activités de pêche mise en évidence au cours de cette analyse relève d'une grande part d'arbitraire dans le choix des individus et des variables constituant la matrice de départ. Le résumé obtenu correspond cependant à un regard sur la "réalité" et permet de faire avancer la recherche dans une certaine direction par l'identification de relations, de ressemblances ou de discontinuités au sein du jeu de données.

## Références

- Ferraris J. et Samba A., 1992. Variabilité de la pêche artisanale sénégalaise et statistique exploratoire. *Seminfor* 5, Orstom, septembre 1991. Montpellier, pp: 169-190.
- Ferraris J. et Le Fur J., 1994. Méthodes d'analyse et de représentation d'un système d'exploitation: synergies et redondances. Premier Forum Halieumétrique, 29 juin au 1er juillet 93. Rennes. Colloques et Séminaires, Orstom .
- Ferraris J., 1994. Démarche méthodologique pour l'analyse des comportements tactiques et stratégiques des pêcheurs artisans sénégalais. Table ronde "Questions sur la dynamique de l'exploitation", 6-7 septembre 1993, Colloques et séminaire, Orstom.
- Jambu M., 1978. Classification automatique pour l'analyse des données. 1- Les méthodes et algorithmes. Dunod, Paris 310 p.
- Jardine N., 1970. Algorithms, methods and models in the simplification of complex data. *Computer J.* 13: 116-117
- Laloë F. et A. Samba, 1991. A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. *ICES mar. Sci. Symp.*, 193, pp : 281-286.
- Le Fur J., 1993a. Modelling adaptative fishery activities facing fluctuating environments: an artificial intelligence approach. Intern. Workshop "AI in Agriculture, Natural Resources and Environmental Sciences", August 29-3 sept. 1993. Chambéry. *Accepted in AI Applications, Natural resources, Agriculture and Environmental Sciences.*
- Perinel E., 1992. Analyse numérique/symbolique des tactiques de pêche artisanale au Sénégal. DEA de Université Paris-IX Dauphine, 74p.
- Sarr M. R., 1991. Modélisation par l'intelligence artificielle du comportement du pêcheur artisan de Joal. Mémoire de stage. Institut Africain d'informatique (Gabon). *Cent. Rech. Océanogr. de Dakar-Thiaroye*, 46p.
- SPADN, 1987. Système Portable pour l'Analyse des Données. CISIA, 235 p.
- Williams, W.T., G.N. Lance, M.B. Dale & H.T. Clifford, 1971. Controversy concerning the criteria for taxonomic strategies. *Computer J.* 14: 162-165.

## USAGES DES TYPOLOGIES

Contribution au séminaire d'analyse de flottilles

Nantes, avril 1994

Alain BISEAU RH-LORIENT

### RESUME

Deux objectifs peuvent être recherchés par une analyse de l'activité des flottilles :

\* La **classification des navires** en types (ou flottilles) homogènes en terme de comportement; cette classification effectuée sur une base temporelle plus ou moins fine selon la qualité des données dont on dispose, sert de grille à la récolte des données biologiques (strates de l'échantillonnage), et son croisement avec les fichiers de statistiques halieutiques permet de quantifier effort de pêche et production de chacune des flottilles identifiées. Cette "approche flottille", initiée par le groupe CIEM sur les pêcheries des sous-zones VII et VIII, est désormais utilisée dans les groupes d'évaluation du CIEM.

Ce premier point fait appel aux analyses multivariées qui mettent en évidence des types de comportement (ou métiers-types) discriminés sur des critères relatifs (principe même de l'analyse multivariée, mais nécessitant une part d'interprétation). De plus, la classification des navires, certes automatique, n'échappe pas malgré tout à une certaine dose de subjectivité. Ainsi, si de nouveaux métiers apparaissent au cours des années récentes (chalutage des espèces profondes, pêche du germon au filet maillant, ...), certains ne subsistent que par un choix judicieux dans le niveau de précision de l'analyse (chalutage d'espèces benthiques en mer celtique).

Outre la part de subjectivité inhérente aux analyses multivariées, ce résumé ne peut souvent pas satisfaire aux exigences de la modélisation ou d'une approche quantitative détaillée.

\* La discrimination des **marées** : Afin d'obtenir une grille d'analyse plus fine, une autre approche consiste à classer non plus les bateaux mais les marées. Pour cela, il est nécessaire de définir, au préalable, des métiers-cibles à l'aide de seuils d'activité et/ou d'espèces cibles. Il s'agit là de métiers élémentaires et non plus de comportements (ceux-ci pouvant être la succession de plusieurs métiers élémentaires). Si l'expérience prévaut dans la détermination de seuils suffisamment discriminants mais également stables dans le temps, la ventilation de l'activité et de la production propre à chaque métier-cible devient beaucoup plus objective et beaucoup plus rapide.

Il devient par contre impossible de dénombrer les bateaux pratiquant tel ou tel métier puisque, au cours de la période considérée, les marées successives d'un même bateau peuvent être orientées vers la recherche de cibles différentes.

Ces deux approches sont donc contradictoires sauf à confondre flottille et métier.

Par ailleurs, et si on dispose d'une série temporelle de données d'activité et/ou de captures, il est possible d'aborder la **dynamique des flottilles**. Il s'agit en fait d'une double dynamique :

\* celle des **bateaux** qui changent de flottilles-types au cours du temps du fait de la modification de leur comportement (métier-type),

\* celle de la **nature même des métiers-types** du fait, soit de modifications de profils d'exploitation, soit de variations des critères discriminant ces métiers-types (le pourcentage moyen de baudroies dans les débarquements des bateaux de la flottille-type "chalutage benthique sud mer celtique" tombe de 36% en 1985 à 24% en 1992)

Le suivi des activités des navires année après année effectué à l'aide d'une succession de typologies, ne peut fournir que les évolutions les plus flagrantes. L'évolution des métiers élémentaires, plus subtile, n'en est pas moins fondamentale. L'interprétation des résultats de cette dynamique se révèle parfois délicate du fait de l'interdépendance de ces deux sources d'évolution.

## INTRODUCTION

La typologie des flottilles constitue un des outils utilisables pour conduire une **analyse de flottilles**. La typologie (analyse factorielle + classification) doit répondre à un objectif précis. Essayer de répondre à toutes les questions touchant l'activité de pêche par les seules typologies serait illusoire, car chaque aspect de l'analyse des flottilles relève d'une approche particulière:

L'aspect **qualitatif** de l'activité de pêche peut être abordé en terme d'engins utilisés, de secteurs fréquentés et d'espèces recherchées, pour une période donnée. C'est l'objectif d'une typologie dite "des apports" qui conduit à la définition de comportements de pêche, de tactiques, c'est à dire de métiers. .

L'aspect **quantitatif**, par le calcul des cpue par espèce, par secteur, conduit à l'estimation des puissances de pêche .

L'aspect **stratégique**, enfin, doit permettre d'expliquer les choix, avant de les modéliser : qu'est-ce qui pousse les patrons à pêcher dans telle zone, à la recherche de telle espèce ? Comment réagissent-ils à des contraintes de gestion (quotas...) ? Antériorité historique, expérience, opportunisme ...?

Il est important de noter la complémentarité de ces trois points, ainsi que leur interdépendance, puisque la stratégie définit la tactique en s'appuyant sur les puissances de pêche.

Deux objectifs peuvent être recherchés par une analyse de l'activité des flottilles :

\* La **classification des navires** en types (ou flottilles) homogènes en terme de comportement; cette classification est effectuée sur une base temporelle plus ou moins fine selon la qualité des données dont on dispose. Ce premier point fait appel aux analyses multivariées qui mettent en évidence des types de comportement (ou métiers-types) discriminés sur des critères relatifs (principe même de l'analyse multivariée, mais nécessitant une part d'interprétation). De plus, la classification des navires, certes automatique, n'échappe pas malgré tout à une certaine dose de subjectivité.

\* La **discrimination des marées** : Afin d'obtenir une grille d'analyse plus fine, une autre approche consiste à classer non plus les bateaux mais les marées. Pour cela, il est nécessaire de définir, au préalable, des métiers-cibles à l'aide de seuils d'activité et/ou d'espèces cibles. Il s'agit là de métiers élémentaires et non plus de comportements (ceux-ci pouvant être la succession de plusieurs métiers élémentaires). Il devient par contre impossible de dénombrer les bateaux pratiquant tel ou tel métier puisque, au cours de la période considérée, les marées successives d'un même bateau peuvent être orientées vers la recherche de cibles différentes.

Ces deux approches sont donc contradictoires sauf à confondre flottille et métier.

Par ailleurs, et si on dispose d'une série temporelle de données d'activité et/ou de captures, il est possible d'aborder la **dynamique des flottilles**. Il s'agit en fait d'une double dynamique :

\* celle des **bateaux** qui changent de flottilles-types au cours du temps du fait de la modification de leur comportement (métier-type),

\* celle de la **nature même des métiers-types** du fait, soit de modifications de profils d'exploitation, soit de variations des critères discriminant ces métiers-types.

Après quelques définitions, nous examinerons les différents usages d'une typologie et ses limites. Puis, après la présentation de la méthode de classification des marées et des résultats obtenus, les deux approches seront confrontées, d'une part sur la qualité de la vision synthétique des activités d'une pêcherie à un instant donné, et d'autre part sur l'interprétation des évolutions à moyen terme.

## Quelques définitions

**Segmentation** : toute analyse qui conduit à la définition de groupes homogènes de bateaux selon des critères définis au préalable (en fonction des objectifs visés) : caractéristiques techniques, économiques, comportement (secteurs fréquentés, espèces recherchées, engins mis en oeuvre), efficacité...; l'aspect régional, voire local (port) peut également être pris en compte.

**FLOTTILLE** : ensemble homogène de navires regroupés selon des critères variables, généralement physiques et/ou géographiques, clairement définis et apposés au terme : flottille démersale de mer celtique, flottille semi-industrielle de Lorient, bateaux de plus de 33 mètres de Concarneau

**Un bateau appartient à une et une seule flottille.**

**Flottille-type** : ensemble de bateaux regroupés, à l'issue d'une typologie, par une classification automatique

**METIER** : définit l'activité du navire pendant la période de temps concernée, il rend compte des choix d'un engin, d'une espèce cible (ou d'un groupe d'espèces) voire d'un secteur.  
exemple : chalutage recherchant les espèces benthiques (Baudroies, Cardine, Raies) dans le Sud de la Mer Celtique

**Un bateau peut faire successivement plusieurs métiers.**

**Métier-type** : caractérisation de l'activité des navires appartenant à une même flottille-type.

**Métier-cible** : activité élémentaire supposée "pure" en terme d'engin, secteur et/ou espèces cibles.

## 1. ANALYSE MULTIVARIABLE : TYPOLOGIE = ORDINATION + CLASSIFICATION

Une typologie de flottille, synthèse "objective" des informations disponibles, conduit à deux types de résultats : l'ordination des variables et la classification des individus.

### 1.1. Ordination

Dans une typologie des flottilles basée sur l'activité (secteur et engin) et sur les apports (espèces débarquées), l'ordination des variables définit les lignes directrices des activités possibles : ce sont les grands métiers (Figure 1). Chacun de ces métiers correspond à une association de variables basée sur leur proximité en terme de présence ou absence. L'ordination met également en évidence d'éventuelles polyvalences.

L'emploi des termes "discriminant" et "caractéristique" peut prêter à confusion : une variable discriminante participe fortement à la création d'un axe factoriel. Par ailleurs, on caractérise classiquement un métier par l'activité qu'il synthétise et non par ce qu'il ne fait pas. Ainsi, un métier peut être discriminé par la variable "apports en lieu jaune" (parce que c'est le seul métier pour lequel cette espèce est présente) sans que cette espèce soit prépondérante (caractéristique) dans les débarquements de ce métier (pourcentage faible).

Les métiers sont définis à partir de ces variables discriminantes, mais une valeur très faible d'une variable par ailleurs forte peut être tout aussi discriminante qu'une valeur forte d'une variable par ailleurs faible.

De plus, les métiers étant bâtis les uns par rapport aux autres, leur appellation ("benthique", "démersale"... ) n'est qu'abusive; en toute rigueur, il conviendrait de dire plus benthique que les autres, ou moins démersale...

## 1.2. Classification - Segmentation : Flottille-type et métier-type

La classification, effectuée à l'issue d'une analyse factorielle, regroupe les individus (navires). Chaque groupe de navires constitue une flottille-type, ensemble homogène de navires pratiquant le même métier-type défini sur la base de la discrimination des variables.

Le métier-type, intitulé de l'association des variables, est lié à la période de temps utilisée d'une part dans la définition des variables (annuelles ou trimestrielles) et d'autre part, dans le cas de variables périodiques (trimestrielles), dans l'exécution de l'analyse: une analyse annuelle, tout en tenant compte des disparités trimestrielles, conduit à des métiers-types annuels; quatre analyses trimestrielles produisent chacune des métiers-types trimestriels.

Les associations de variables sont, sur cette base de temps, un résumé des comportements de pêche successifs; ainsi un métier-type "chalutage démersal Nord Mer Celtique" rend compte de la dominance de cette activité au cours de la période, mais celle-ci peut ne pas être exclusive. Or, nous le verrons, le métier-type traduit en réalité, et sauf exception, une succession de métiers-instantanés à l'échelle de la marée ou de la portion de marée : il devrait y avoir plusieurs métiers-instantanés par marée si le bateau a utilisé plusieurs engins et/ou fréquenté plusieurs secteurs et/ou recherché plusieurs espèces cibles, chacun étant un métier-cible.

A l'issue de la classification, chaque navire se voit donc attribuer une étiquette "métier-type" pour la base de temps considérée. Une typologie n'est qu'une synthèse, un résumé de l'activité et doit donc être utilisé comme tel.

## 1.3. Subjectivité de l'analyse

Les analyses factorielles et les classifications sont des outils qui doivent servir un objectif, tel que la recherche d'associations de variables ou la constitution de listes de bateaux. C'est la finalité qui détermine tout le déroulement de l'analyse. En toute rigueur, une typologie ne devrait être utilisée qu'à des fins exploratoires ou descriptives, pour lesquelles l'objectivité doit être la règle. Pour dépasser ce stade et entrer dans une logique de modélisation, les analyses factorielles sont souvent dévoyées : des possibilités d'intervention au cours de l'analyse existent, elles sont indispensables et déterminantes. Des exemples d'intervention sont donnés dans le "Guide pour une typologie Mer celtique" (Compte rendu de l'atelier pêcheries composites, Nantes 1991). Rappelons en une : le choix du nombre d'axes à retenir pour la classification; ce choix est véritablement crucial car il s'agit de trouver un compromis entre une structure claire mais inévitablement simplifiée et une multitude de détails inexploitable.

La prudence à ce niveau veut que l'on s'en tienne au conseil des maîtres (Morineau), c'est à dire retenir le nombre d'axes qui apparaissent sur l'histogramme avant le décrochement (éventuel). Néanmoins, il est possible qu'en procédant ainsi, certaines variables soient occultées : c'est qu'elles ne sont pas prépondérantes dans la construction du nuage factoriel, elles ne contribuent donc pas à sa simplification. Augmenter le nombre d'axes pour les faire apparaître "à tout prix" peut s'envisager mais d'autres variables discriminantes (mais pas forcément intéressantes) risquent alors d'apparaître et de créer une confusion inutile. Il faut, dans ce cas, revoir le choix des variables et/ou envisager un codage différent.

## 2. USAGE D'UNE TYPOLOGIE

### 2.1. Ce qu'on peut faire

#### \* Description

La première finalité repose sur un souci de synthétiser un ensemble de connaissances et de disposer d'une image simple et claire d'un ensemble de variables et de navires a priori complexe : c'est une approche purement descriptive.

#### \* Unité d'échantillonnage

La définition d'unités d'échantillonnage constitue une autre finalité. La typologie est alors utilisée pour mettre des bateaux dans des cases (fishery-units) qui peuvent être définies au préalable. Cette procédure permet d'obtenir, pour chaque flottille-type un vecteur de mortalité par pêche / espèce / âge.

La typologie qui préside à l'affectation dans les fishery-units des bateaux concernés, est une analyse factorielle "dévoyée" en ce sens que les métiers-types sont connus d'avance (ce sont les fishery-units). Celles-ci ont été identifiées de telle façon qu'une analyse factorielle permet de les retrouver grosso-modo. Il faut, malgré tout, procéder à un certain nombre de simplifications, voire regrouper certains métiers-types entre eux pour obtenir la fishery-unit désirée (sans parler de l'oiseau rare qui n'a pas vraiment sa place dans un groupe déterminé).

Il faut noter que les fishery-units étaient et sont toujours définies sur une base annuelle; un bateau est affecté à une fishery-unit tout au long de l'année considérée. Or les flottilles-types issues des typologies annuelles sont malgré tout discriminées sur une base trimestrielle : il ressort donc des flottilles-types du style "benthique en hiver - langoustine en été" ou "benthique à tendance démersale..."; ces types "polyvalents" ne rentrant pas dans le cadre pré défini des fishery-units, des choix arbitraires sont nécessaires pour l'affectation de ces bateaux polyvalents. Avec des typologies trimestrielles, il n'est plus possible d'affecter un nombre de bateaux dans une fishery-unit annuelle.

Quoiqu'il en soit, cette démarche trouve sa cohérence dans la continuité avec laquelle ces fishery-units sont utilisées. Si l'échantillonnage est effectivement basé sur cette répartition et si les évaluations le sont également, il en ressort un vecteur de mortalité par pêche propre à chaque fishery-unit. Si, au contraire, l'échantillonnage est stratifié pour une même flottille-type entre les divers métiers-cibles pratiqués, il n'est plus raisonnable de parler d'un nombre de bateaux par fishery-unit, et les vecteurs de mortalité seront véritablement ceux engendrés par la pratique d'un métier-cible. Il est bien évident qu'une approche est exclusive de l'autre.

#### \* Calibration d'une VPA

Une cpue obtenue pour une flottille-type pratiquant un métier-type tourné vers la capture de l'espèce étudiée peut être considérée comme un indice d'abondance (grossier) et utilisée pour la calibration des analyses de cohorte.

#### \* Segmentation type POP

Dans une approche POP, il s'agit bien de classer, avec rigidité, des navires. Si la segmentation a pour but d'aborder une prospective sur les conséquences de la mise en place d'un système de licences ou de quota individuels, il faut alors prendre toutes les précautions nécessaires puisque la segmentation ne conduit qu'à l'image synthétique du présent (en réalité du passé) et ne prend pas en compte l'éventuelle expression des potentialités sous la forme d'une modification de l'allocation de l'effort entre les divers métiers purs pratiqués par une même flottille. Fixer un niveau de capacité de capture en parfaite adéquation avec l'état de la ressource en se basant sur une image instantanée relève de la gageure, sauf à figer irrémédiablement la répartition de l'effort.

Fishery-Unit : Chalutage benthique en mer celtique (4)		Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Raie fleurie	Langoustine
1985	Temps Pêche									
métier-cible										
Benthique	83	74	80	60	35	32	62	90	94	8
Démersal	4	8	4	14	23	27	12	2	1	2
Langoustine	1	0	0	0	1	0	0	0	0	14
Autre	2	4	1	11	6	3	4	1	1	1
Benthique + Démersal	8	11	12	14	31	37	18	5	4	2
Benthique + Langoustine	3	2	3	1	3	1	3	1	0	66
Démersal + Langoustine	0	0	0	0	1	0	1	0	0	5
Benthique + Démersal + Langoustine	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Total métier Langoustine		4	2	3	1	5	2	4	1	86
Somme		101	99	100	100	101	100	99	100	99
Total (tonnes ou heures)		320464	23882	1913	1218	970	805	1429	7622	207

Fishery-Unit : Chalutage benthique en mer celtique (4)		Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Raie fleurie	Langoustine
1992	Temps Pêche									
métier-cible										
Benthique	75	69	85	60	46	19	58	86	93	12
Démersal	8	13	4	18	24	46	24	4	3	2
Langoustine	1	1	1	1	2	2	0	0	0	14
Autre	6	7	1	7	6	7	9	2	2	2
Benthique + Démersal	4	5	4	6	11	18	6	3	2	3
Benthique + Langoustine	5	5	5	6	8	4	2	4	0	63
Démersal + Langoustine	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3
Benthique + Démersal + Langoustine	0	0	0	0	1	2	0	0	0	2
Total métier Langoustine		6	6	6	7	9	2	4	0	82
Somme		99	100	100	98	99	99	99	100	101
Total (tonnes ou heures)		315492	13548	1339	524	957	308	720	3066	243

Tableau 9.1. : Importance relative des divers métiers-cibles à l'intérieur de quelques Fishery-Units  
Comparaison 1985 - 1992 (clbtypomc.f)

Fishery-Unit : Chalutage démersal en mer celtique (5)		Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Raie fleurie	Langoustine
1985	Temps Pêche									
métier-cible										
Benthique	33	21	32	27	11	5	32	50	60	5
Démersal	28	42	24	35	58	73	40	18	17	6
Langoustine	2	2	2	1	1	0	1	1	0	41
Autre	21	20	7	22	10	6	10	12	10	7
Benthique + Démersal	13	13	33	14	17	14	15	17	12	5
Benthique + Langoustine	1	1	2	0	1	0	1	1	0	19
Démersal + Langoustine	1	1	1	0	2	1	1	1	0	15
Benthique + Démersal + Langoustine	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total métier Langoustine</b>		<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>75</b>
Somme		99	100	101	99	100	99	100	99	98
<b>Total (tonnes ou heures)</b>		<b>324521</b>	<b>34070</b>	<b>1329</b>	<b>2276</b>	<b>3782</b>	<b>5519</b>	<b>1592</b>	<b>3737</b>	<b>309</b>

Fishery-Unit : Chalutage démersal en mer celtique (5)		Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Raie fleurie	Langoustine
1992	Temps Pêche									
métier-cible										
Benthique	13	7	17	10	4	1	8	22	26	3
Démersal	54	70	51	59	80	92	69	39	46	7
Langoustine	6	4	5	5	3	1	3	6	2	41
Autre	14	11	7	16	5	2	11	13	18	3
Benthique + Démersal	6	4	10	4	4	2	4	9	5	2
Benthique + Langoustine	5	3	9	4	2	0	2	8	2	28
Démersal + Langoustine	3	2	2	1	2	1	2	2	0	15
Benthique + Démersal + Langoustine	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
<b>Total métier Langoustine</b>		<b>14</b>	<b>9</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>85</b>
Somme		101	101	102	99	100	99	100	99	100
<b>Total (tonnes ou heures)</b>		<b>309773</b>	<b>22884</b>	<b>744</b>	<b>846</b>	<b>3945</b>	<b>6734</b>	<b>669</b>	<b>1125</b>	<b>498</b>

Tableau 9.2. : Importance relative des divers métiers-cibles à l'intérieur de quelques Fishery-Units  
 Comparaison 1985 - 1992 (clbtypomc.f)

Fishery-Unit : Chalutage langoustinier en mer celtique (8)										
1985	Temps Pêche	Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
métier-cible										
Benthique	6	7	12	12	6	6	7	11	30	1
Démersal	4	7	2	7	13	23	15	4	12	1
Langoustine	31	28	12	22	20	16	16	19	8	48
Autre	1	1	0	2	1	1	1	1	4	0
Benthique + Démersal	3	3	4	4	5	11	5	4	7	1
Benthique + Langoustine	47	44	62	45	38	22	46	55	35	43
Démersal + Langoustine	6	7	4	6	13	16	9	5	3	5
Benthique + Démersal + Langoustine	2	2	3	2	3	4	2	2	2	1
<b>Total métier Langoustine</b>	<b>86</b>	<b>81</b>	<b>81</b>	<b>75</b>	<b>74</b>	<b>58</b>	<b>73</b>	<b>81</b>	<b>48</b>	<b>97</b>
Somme	100	99	99	100	99	99	101	101	101	100
<b>Total (tonnes ou heures)</b>	<b>244389</b>	<b>14583</b>	<b>1219</b>	<b>463</b>	<b>1435</b>	<b>1008</b>	<b>702</b>	<b>1986</b>	<b>48</b>	<b>4302</b>

Fishery-Unit : Chalutage langoustinier en mer celtique (8)										
1992	Temps Pêche	Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
métier-cible										
Benthique	5	5	9	8	4	3	4	7	25	1
Démersal	2	3	1	2	5	6	6	2	5	0
Langoustine	31	31	16	28	27	27	27	24	19	44
Autre	1	1	0	1	1	0	1	0	2	0
Benthique + Démersal	1	1	1	1	1	2	2	1	1	0
Benthique + Langoustine	47	45	67	52	42	20	43	56	37	42
Démersal + Langoustine	12	14	5	8	19	39	15	8	9	12
Benthique + Démersal + Langoustine	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
<b>Total métier Langoustine</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>86</b>	<b>90</b>	<b>66</b>	<b>99</b>
Somme	100	101	100	101	100	100	99	100	99	100
<b>Total (tonnes ou heures)</b>	<b>230224</b>	<b>9254</b>	<b>859</b>	<b>320</b>	<b>1033</b>	<b>900</b>	<b>262</b>	<b>1025</b>	<b>37</b>	<b>2763</b>

Tableau 9.3. : Importance relative des divers métiers-cibles à l'intérieur de quelques Fishery-Units  
 Comparaison 1985 - 1992 (cibtypomc.f)

# **LES METHODES DE CLASSIFICATION**

**M.J. ROCHET**

**I . INTRODUCTION**

**II . LES CLASSIFICATIONS ASCENDANTES HIERARCHIQUES (CAH)  
UTILISANT UNE DISTANCE**

**III . LA CONSTRUCTION HIERARCHIQUE DU MOMENT D'ORDRE 2**

**IV . EXTENSIONS : CLASSIFICATION SUR MODELE**

**V . METHODES DE PARTITION NON HIERARCHIQUES**

**VI . MISE EN OEUVRE AVEC S+**

# I. INTRODUCTION

## → A quoi servent les méthodes de classification ?

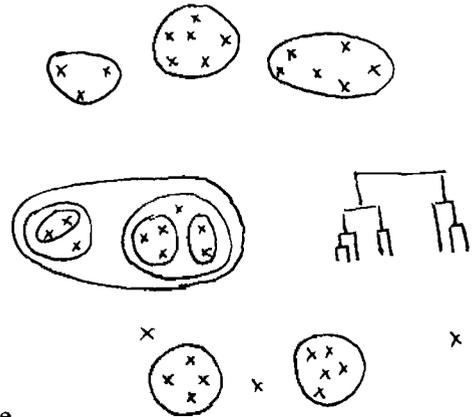
Soit un ensemble de  $n$  individus décrits par plusieurs caractères. On cherche à regrouper ces objets en  $k$  classes, qui doivent être :

- en nombre restreint ( $k \ll n$ ),
- les plus homogènes possible,
- les plus distinctes possible.

⇒ la représentation "plane" et continue des associations statistiques classiques ne suffit pas, on suppose ou on impose l'existence de certains regroupements.

## → Que peut-on en attendre ?

- une partition en classes disjointes  
(chaque objet appartient à une classe et une seule)
- une hiérarchie de partitions :  
classes disjointes emboîtées  
Elle peut être représentée par un dendrogramme  
Il suffit de couper le dendrogramme à n'importe quel niveau pour obtenir une partition.
- une partition avec bruit :  
on autorise certains objets à n'appartenir à aucune classe.



## → Comment fonctionnent-elles ?

Les méthodes disponibles traitent des tableaux rectangulaires de valeurs numériques. Classiquement il n'existait pas de formulation mathématique exacte : la démarche était de type algorithmique, une série d'opérations étant définie de façon répétitive et récursive. Des développements récents ont apporté des améliorations techniques et théoriques.

On distingue plusieurs familles d'algorithmes :

- classifications ascendantes : regroupement progressif des objets (*cf infra*)
- classifications descendantes : au contraire, divisions successives :  
l'ensemble des objets est scindé en deux, puis une des parties redivisée...  
algorithmes peu efficaces : toute erreur au départ est fatale à l'ensemble du travail ⇒ non présentées ici.
- partition directe : d'une façon ou d'une autre, détecter les zones à forte densité dans l'espace des observations. Méthodes non hiérarchiques.

Ces méthodes étant heuristiques, chacune donne un résultat différent (sur les mêmes données).

## II . METHODES DE CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE UTILISANT UNE DISTANCE

Principe très simple :

- . étape 0 : n objets à classer.
- . étape 1 : recherche des 2 objets les + proches → agrégation en un nouvel objet.
- . étape 2 : calcul des distances entre le nouvel objet et tous les autres.

→ on se retrouve à l'étape 0, avec (n-1) objets à classer.

On recommence jusqu'à constitution d'un groupe unique contenant l'ensemble des n objets. On obtient un arbre ou dendrogramme, et une partition en tronquant cette hiérarchie à un niveau donné.

Le résultat de la classification sera influencé par deux paramètres :

- la distance choisie entre deux objets, | à préciser quand on
- la façon de calculer la distance entre groupes d'objets | décrit la méthode.

Distance

- distance euclidienne : la plus courante si données quantitatives ou coordonnées factorielles

entre 2 points  $i(x_{i1}, \dots, x_{ip}) \in \mathbb{R}^p$

et  $i'(x'_{i'1}, \dots, x'_{i'p}) \in \mathbb{R}^p$

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x'_{i'j})^2 = (i - i')' (i - i')$$

- distance du Chi2 : pour les tableaux d'effectifs

$$d^2(i, i') = \sum_{j=1}^p \frac{1}{x_{.j}} \left( \frac{x_{ij}}{x_{i.}} - \frac{x'_{i'j}}{x'_{i'.}} \right)^2$$

↓

↓

pondération des variables

calcul des profils lignes

- distance de Jaccard : pour données binaires : présence - absence

(ex. : calendriers de pêche vrais)

$c =$  nb d'occurrences communes

dans les lignes  $i$  et  $i'$

$p =$  nb d'occurrences dans  $i$

$q =$  nb d'occurrences dans  $i'$

$$d = 1 - \frac{c}{p + q - c}$$

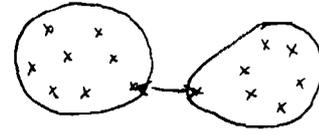
Il existe beaucoup d'autres indices. Cf synthèse très complète dans Legendre et Legendre, Ecologie numérique - 2. La structure des données écologiques (Masson). A consulter **absolument** si on a des données un peu particulières.

Distance après agglomération

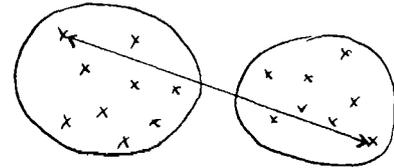
C'est la manière de recalculer la distance entre un nouveau groupe d'objets et tous les autres.

Elle introduit une grande variabilité de résultats pour les mêmes données, le choix doit donc en être justifié.

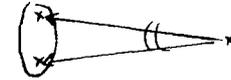
- méthode du saut minimum = plus proche voisin,  
distance minimum, lien élémentaire, lien simple [single linkage]  
 $d(i \cup i', k) = \min [d(i,k), d(i',k)]$



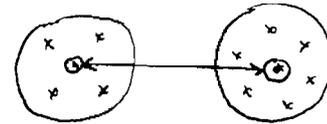
- méthode du diamètre = lien complet, lien maximum  
[complete linkage, furthest neighbor sorting]  
 $d(i \cup i', k) = \max [d(i,k), d(i',k)]$



- méthode du lien moyen = distance moyenne,  
association moyenne [average linkage]  
 $d(i \cup i', k) = (p(i) d(i,k) + p(i') d(i',k)) / (p(i) + p(i'))$



- méthode des centroïdes = centres de gravité [centroid]  
 $d(i \cup i', k) = d(\bar{i}, k)$   
    ↑ centre de gravité de i et i'



Ex : arbres obtenus par chacune des méthodes sur les données du Mor Braz (1987) transformées en parts d'activité (figure 1).

- les arbres figurent la notion de distance ⇒ facilité pour tronquer à un endroit où les groupes sont plus ou moins éloignés les un des autres. (*cf infra* arbres sans distance)
- effet de chaîne en lien simple, contraction de l'espace → agrégation possible de points distants.
- au contraire, dilatation en lien complet : plus les groupes grossissent, plus l'inclusion de nouveaux objets est difficile.
- ⇒ En conclusion, il faut éviter le lien simple. Choisir le lien moyen ou complet selon la forme des groupes : complet privilégie groupes sphériques / moyen peut être meilleur si les groupes ont une autre forme ⇒ Essayer les deux, et choisir en comparant les arbres obtenus.

### III . LA CONSTRUCTION HIERARCHIQUE DU MOMENT D'ORDRE 2

Encore une CAH, mais qui ne repose plus sur une notion de distance.

→ on perd les avantages (dendrogrammes faciles à interpréter) et les contraintes (il faut que la distance ait un sens) de la distance.

Par ailleurs, l'algorithme a un fondement théorique (*cf infra*, § IV).

Pour comprendre comment ça marche, on a besoin de définir l'inertie d'un nuage de points : son moment centré d'ordre 2 qui est une variance généralisée à p variables.

Soit n individus sur lesquels on mesure p variables

leur représentation dans l'espace des individus est un nuage I de points de coordonnées :

$$x_{ij} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, p$$

Chaque point peut être muni d'un poids  $m_i$  ; g est le centre de gravité du nuage, de coordonnées :

$$x_{g1}, \dots, x_{gp}$$

L'inertie du nuage est définie par :

$$M^2(I/g) = m_1 \sum_{j=1}^p (x_{1j} - x_{gj})^2 + \dots + m_i \sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{gj})^2 + \dots + m_n \sum_{j=1}^p (x_{nj} - x_{gj})^2$$

Théorème de Huyghens : le moment d'un nuage par rapport à un point quelconque  $a$  est égal au moment du nuage par rapport à son centre de gravité, augmenté du moment de ce centre de gravité, affecté de la masse totale du nuage, par rapport à  $a$ .

On peut appliquer ce théorème à une partition :

Etant donné une partition quelconque d'un nuage de points, l'inertie totale du nuage est égale à la somme de l'inertie intra-classe (dispersion à l'intérieur des classes) et de l'inertie inter-classe (dispersion des classes).

Autrement dit : le moment total d'ordre 2 est égal à la somme des moments centrés de chaque classe, augmentée du moment inter-classes.

En notation mathématique : soit  $Q$  la partition ; ses éléments  $q$  sont des sous-ensembles de  $I$ , de masses  $m_q$  et de centres de gravité  $g_q$  :

$$M^2(I/g) = \sum_q M^2(q/g_q) + M^2(Q/g)$$

$\downarrow$                        $\downarrow$   
 moment intra-classe    moment inter-classes =  $\sum_q m_q \sum_{j=1}^p (x_{qj} - x_{g_j})^2$

Calcul du moment intra-classe résultant de la fusion de 2 classes :

$$M^2(q \cup q' / g_{(q \cup q')}) = \underbrace{M^2(q/g_q) + M^2(q'/g_{q'})}_{\text{contribution de } q \text{ et } q' \text{ au moment intra-classe quand elles sont séparées}} + \underbrace{m_q \sum_{j=1}^p (x_{g_{q'}} - x_{g_j})^2 + m_{q'} \sum_{j=1}^p (x_{g_{q'}} - x_{g_j})^2}_{\text{augmentation du moment intra-classe qui résulte de la fusion}}$$

On choisit d'agrèger les 2 classes pour lesquelles cette augmentation est minimale : à chaque étape, on minimise l'inertie intra-classe (et donc on maximise l'inertie inter-classe). Il existe quelques variantes pour accélérer les calculs.

Méthode connue sous le nom de critère de Ward [trace method].

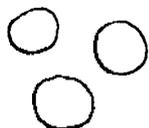
Méthode très efficace, fournit toujours une partition en général pas trop mauvaise  
 → Méthode à utiliser par défaut. Cependant, elle a un inconvénient : *cf infra*.

## IV . EXTENSIONS : LES CLASSIFICATIONS SUR MODELE

Principale référence : article de Banfield et Raftery dans *Biometrics*, 1993.

On peut démontrer qu'une partition au sens de Ward est l'estimation au maximum de vraisemblance du modèle de partition suivant : (pour une partition à  $k$  classes) "la population est constituée de  $k$  sous-populations multinormales de moyennes  $\mu_k$  ; dans chaque sous-population la variance de chaque variable est égale à  $\sigma^2$  et les covariances sont nulles" (la matrice de variances est donc  $\sigma^2 I$ ).

⇒ la méthode repose sur l'hypothèse qu'il existe  $k$  sous-populations multinormales, hypersphériques, de même taille.



Banfield et Raftery proposent de généraliser cette méthode aux cas de sous-populations non sphériques et/ou de tailles différentes (par taille on n'entend pas l'effectif numérique des classes, mais les limites de la distribution de probabilité).

Le principe général est simple : on décompose la matrice de variances de chaque sous-population selon une ACP :  $\Sigma = D_k \Lambda_k D_k^T$

$D_k$  , matrice des vecteurs propres, détermine l'orientation de la classe k ;

$\Lambda_k$  , matrice diagonale des valeurs propres, réécrite  $\Lambda_k = \lambda_k A_k$  , avec  $\lambda_k$  = première valeur propre de la matrice de variances de la classe k. →  $\lambda_k$  indique la taille de la classe k et  $A_k$  sa forme (si les éléments de la diagonale sont tous à peu près de même valeur, les classes sont sphériques).

Banfield et Raftery proposent un ensemble d'algorithmes selon ce qu'on choisit de faire varier entre les différentes classes et ce qui est contraint :

Critère	Distribution	Orientations	Tailles	Formes
Ward = inertie		—	identiques	identiques
Déterminant		identiques	identiques	identiques
S		différentes	identiques	identiques
$\sum_k n_k \ln \left( \frac{w_k}{n_k} \right)$		—	différentes	identiques
S*		différentes	différentes	identiques
Sans contrainte		différentes	différentes	différentes

→ en théorie, on dispose d'une panoplie de méthodes parmi lesquelles on peut choisir la plus adaptée à la forme des classes que l'on a visualisées dans une analyse factorielle préparatoire.  
Ex : figure 2.

→ en pratique, les calculs peuvent être très longs (une ACP sur chaque nouvelle classe). La méthode est récente, donc pas encore très au point (on peut s'attendre à des améliorations).

Exemples : figure 3 : Activités en mois des navires de pêche du Mor Braz en 1987 : classification des cinq premiers facteurs de l'ACP (certaines méthodes ne fonctionnent pas s'il y a trop de variables).

- lien complet ou Ward → classes sphériques ; en particulier une classe au milieu du nuage de points regroupe tous les navires qui font plusieurs métiers, quelle que soit leur dominante. Or l'idéal serait peut-être une méthode qui permette d'identifier les différents "doigts" de cette "main".
- sans contrainte : ça ne marche pas, trop de possibilités, d'individus, de variables → résultat insatisfaisant.
- S\* semble la plus adaptée à la forme des sous-nuages. Le problème est le choix *a priori* de la forme commune des classes (*ie* l'extension dans les différentes directions). Deux options ont été tentées : l'option par défaut (1, .2, .2, ...), et la succession des valeurs propres de l'ACP générale (~ chaque sous-nuage aurait la même forme que le nuage général). On obtient

deux partitions différentes → d'une façon générale, il faut essayer successivement plusieurs modèles selon la forme recherchée.

. les autres méthodes sont *a priori* inadaptées → non testées sur cet échantillon.

Banfield et Raftery proposent, dans le même cadre théorique, deux raffinements supplémentaires :

→ partition avec bruit : c'est un algorithme qui autorise les individus "exceptionnels" à n'appartenir à aucun groupe. Cela suppose l'existence d'un bruit de fond de distribution poissonnienne (Ex : figure 4). Peut avoir un intérêt si l'on admet que certains navires sont "hors-type" et ont donc un comportement... atypique ; ce n'est pas toujours acceptable selon les objectifs de l'étude.

Risque : avoir beaucoup d'individus atypiques et peu dans les classes.

→ aide au choix du nombre de classes : à l'aide de statistiques bayésiennes, après la classification. Pour chaque nombre de classes, on calcule la statistique  $F_r = \text{approximate weight of evidence}$  ; il faut choisir une partition pour laquelle cette statistique est maximale (figure 5 : exemples de différentes formes obtenues sur les activités du Mor Braz en 1987).

## V . METHODES DE PARTITION NON HIERARCHIQUES

Elles sont utilisées :

- soit directement ;
- soit pour "consolider" une partition obtenue par une méthode hiérarchique (réallocation) ;
- quelques manuels les recommandent pour former un grand nombre de "noyaux" que l'on va ensuite organiser par une méthode hiérarchique.

### Principe général

- 0 ) Définir une partition initiale
- 1 ) Pour chaque classe, déterminer son centre de gravité
- 2 ) Réaffecter chaque objet à la classe dont le centre de gravité est le plus proche.

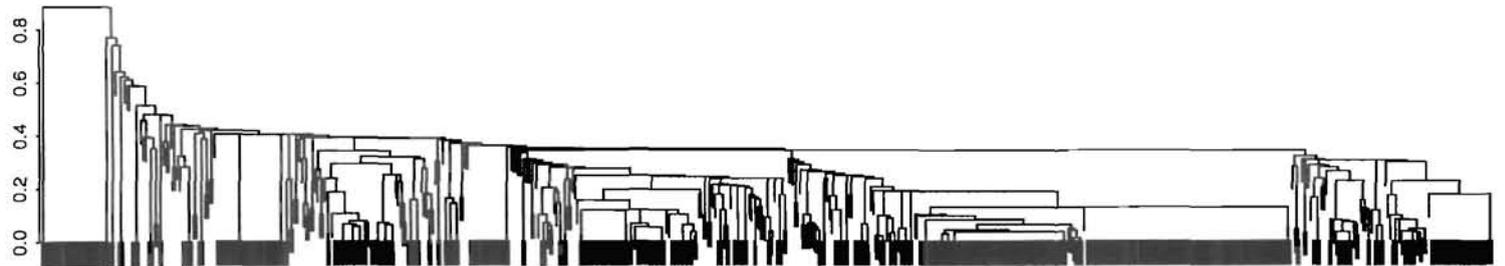
Répéter 1 et 2 tant qu'il y a des réaffectations.

On démontre que cet algorithme converge vers un minimum local. Ca veut dire qu'on obtient un résultat qui dépend de la partition initiale.

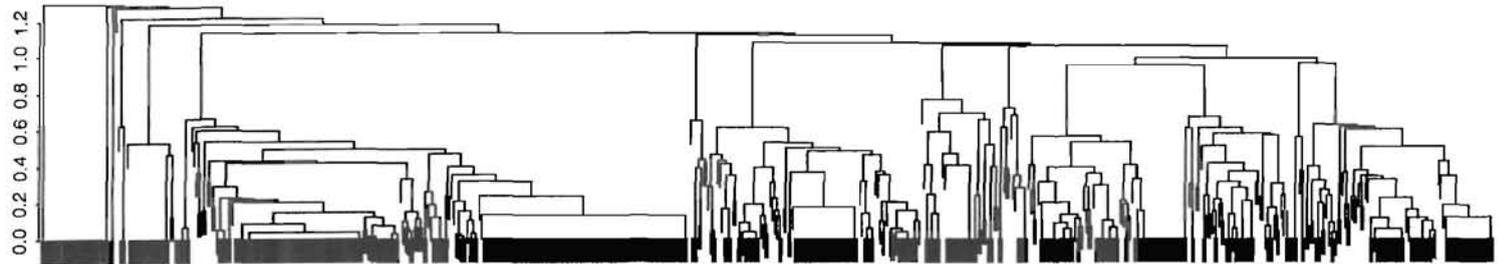
C'est la méthode d'agrégation autour de centres mobiles ; elle a des variantes : la méthode des nuées dynamiques ; la méthode des k-moyennes [k-means] ; ... Banfield et Raftery fournissent des méthodes de réallocation adaptées à chacun de leurs modèles.

En pratique, ces méthodes sont utiles après les CAH sur distance, car elle permettent la réaffectation des objets mal classés, et diminuent l'inertie intra-classe : on a en général intérêt à les mettre en œuvre. Pour les classifications sur modèles, il y a deux possibilités : réallocation sur le même modèle (et ça ne change pas grand chose, 2 ou 3 individus réaffectés) ou sur un autre modèle (mais quel serait le sens d'un tel travail ?).

CAH, distance euclidienne, lien simple



CAH, distance euclidienne, lien moyen



CAH, distance euclidienne, lien complet

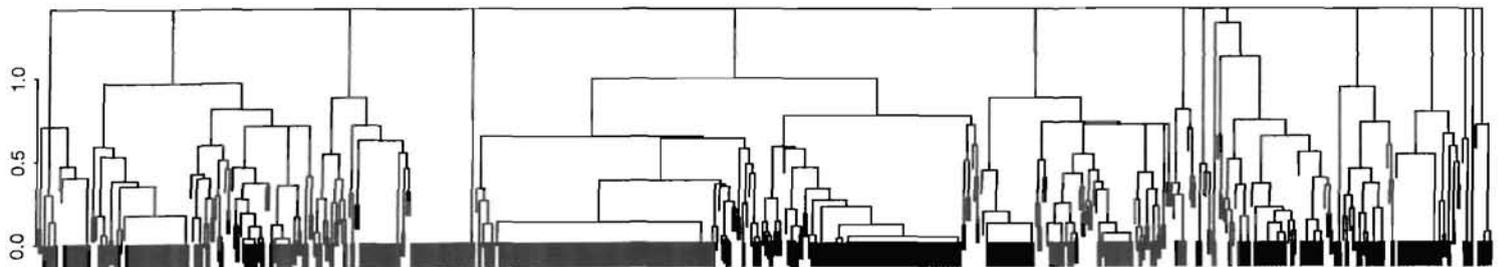


Figure 1 : Arbres de 3 méthodes de classification des activités des navires de pêches du Mor Braz en 1987 (parts annuelles d'activité).

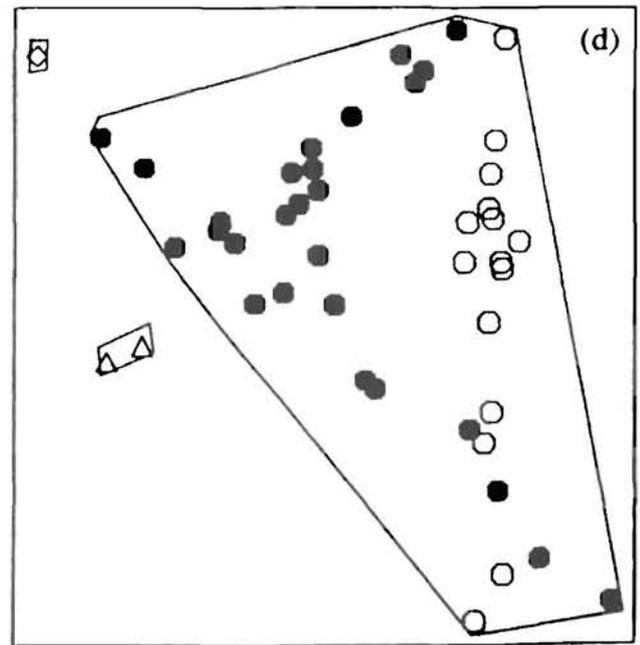
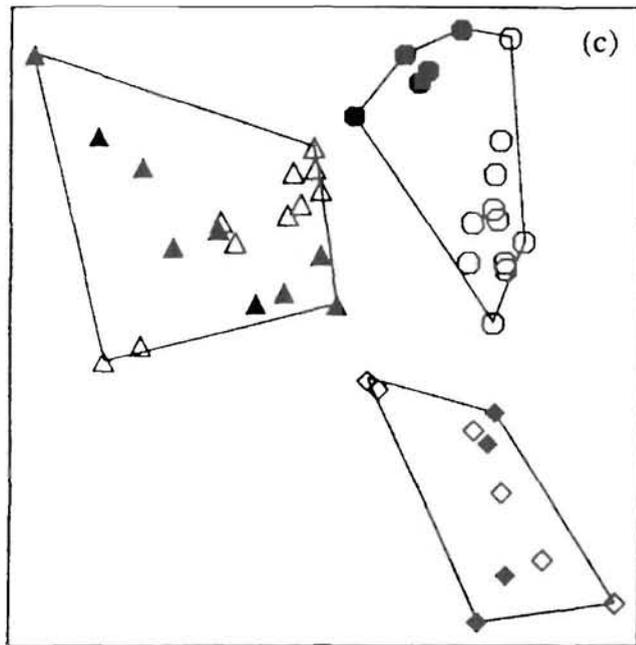
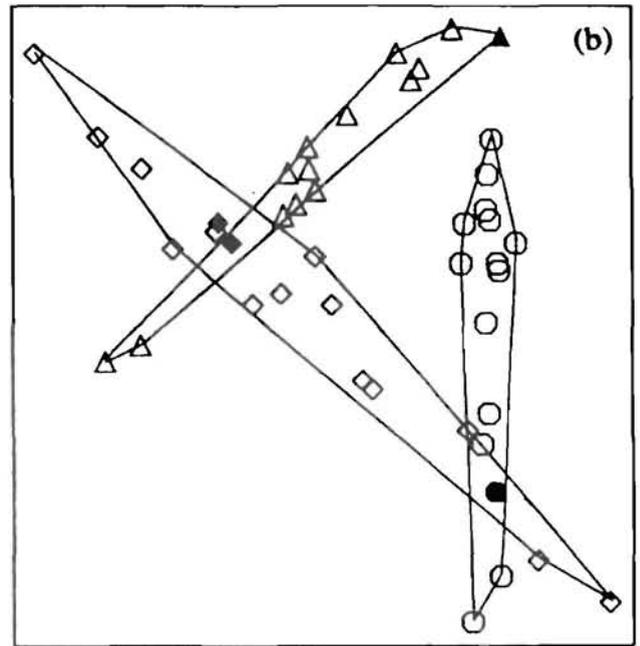
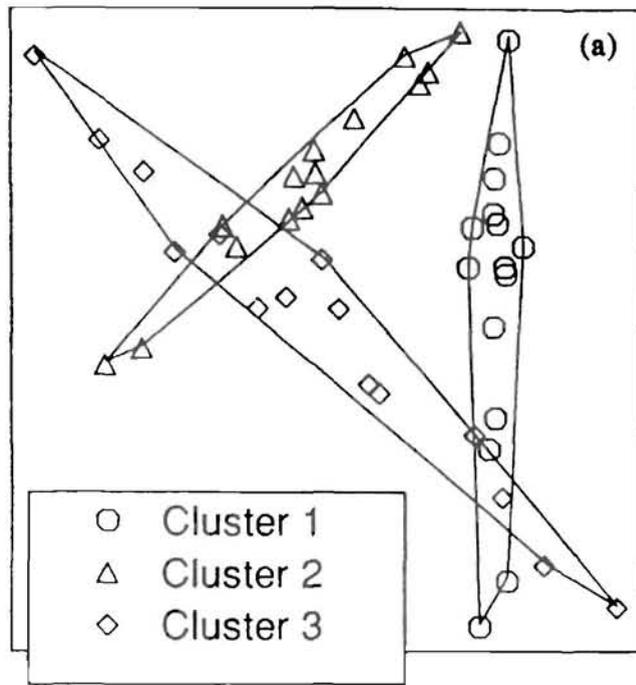


Figure 2. (a) Three clusters generated from bivariate normal distributions with the same shape but different sizes and orientations. The solid lines are the convex hulls of the groups. (b) The clusters formed by the  $S^*$  criterion. The filled-in symbols represent misclassified points. For example, the filled-in triangle at the top right-hand corner was classified as a diamond, but in fact is a circle. (c) The clusters found by Ward's sum-of-squares criterion,  $\text{tr}(W)$ . (d) The clusters found by the single-link method. (d'après Banfield & Raftery, 1993)

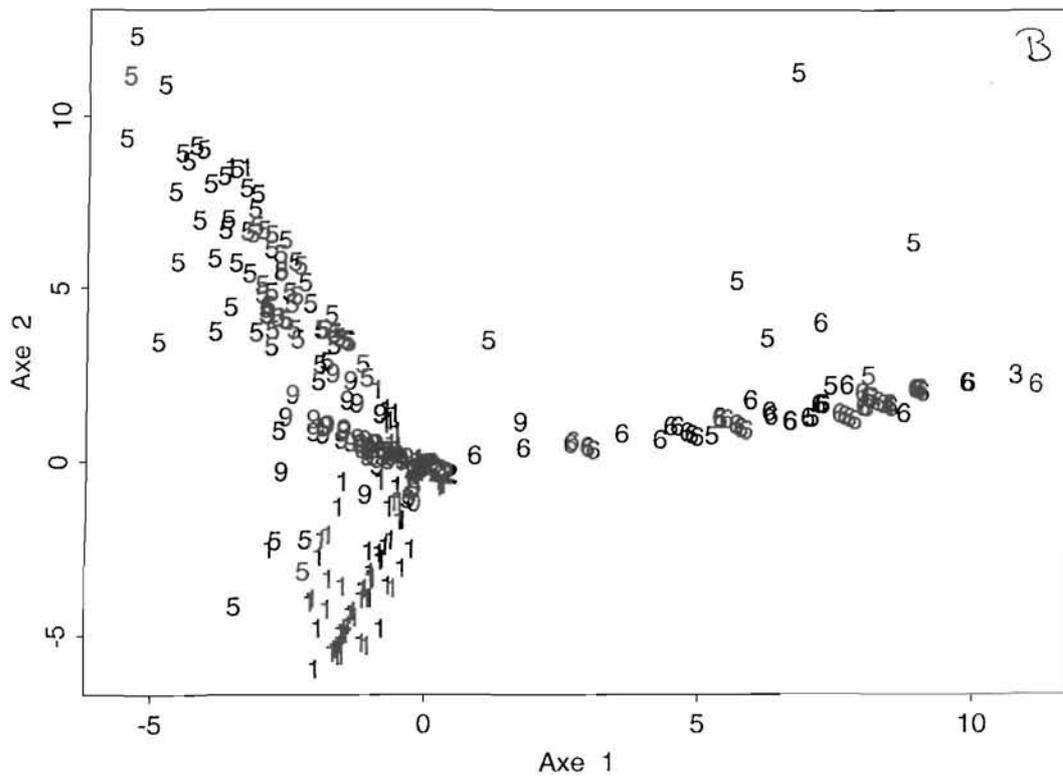
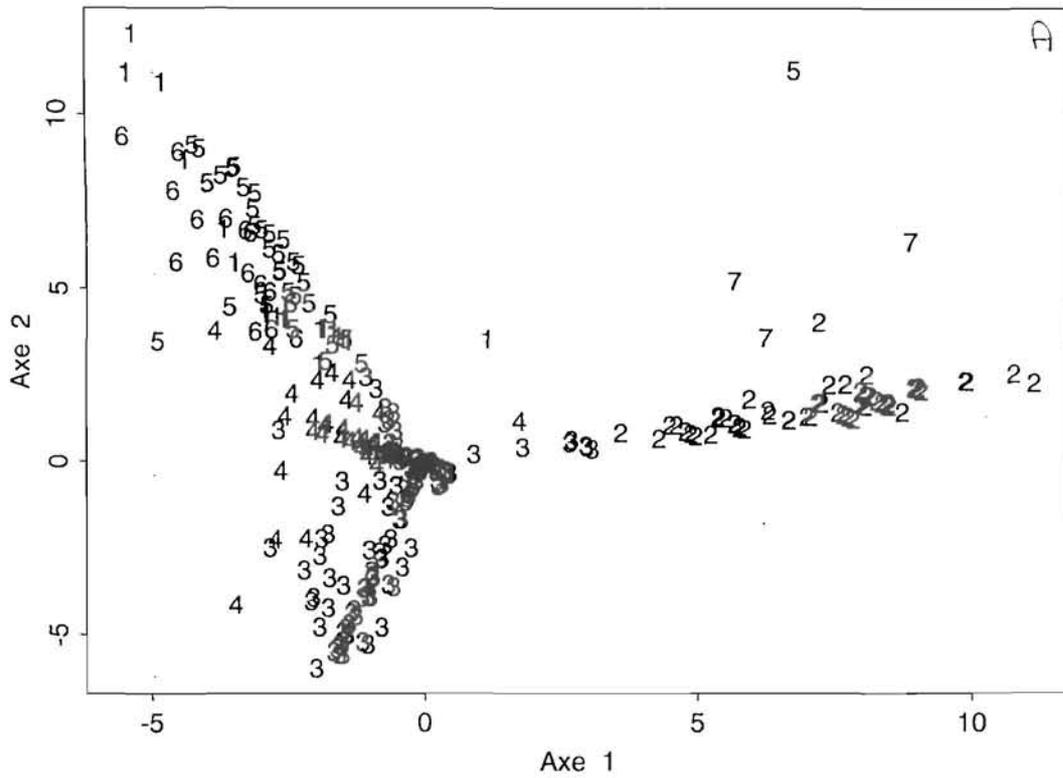


Figure 3 : projection de 2 typologies des activités des navires de pêche du Mor Braz en 1987 dans le premier plan factoriel de leur ACP :  
 A. CAH, distance euclidienne, lien complet  
 B. Classification sur le modèle "S+"

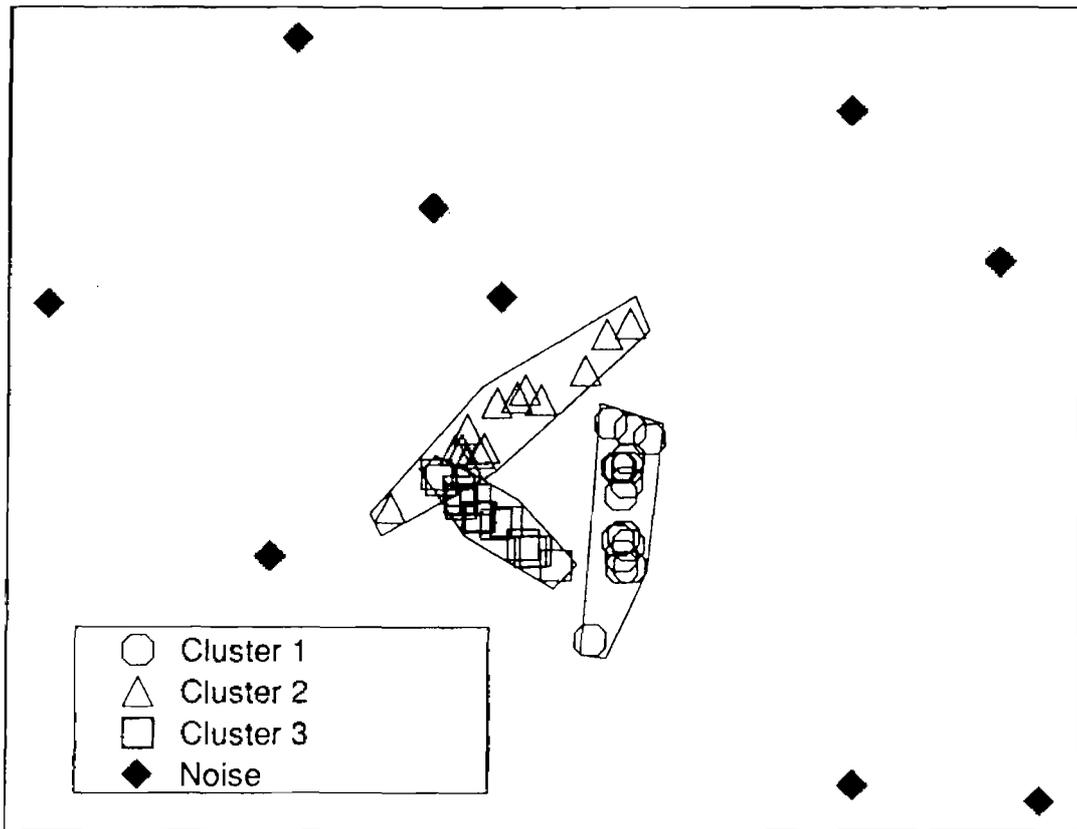
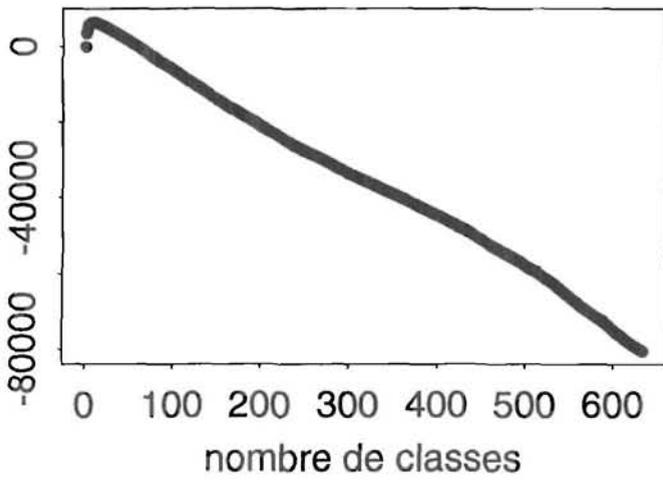
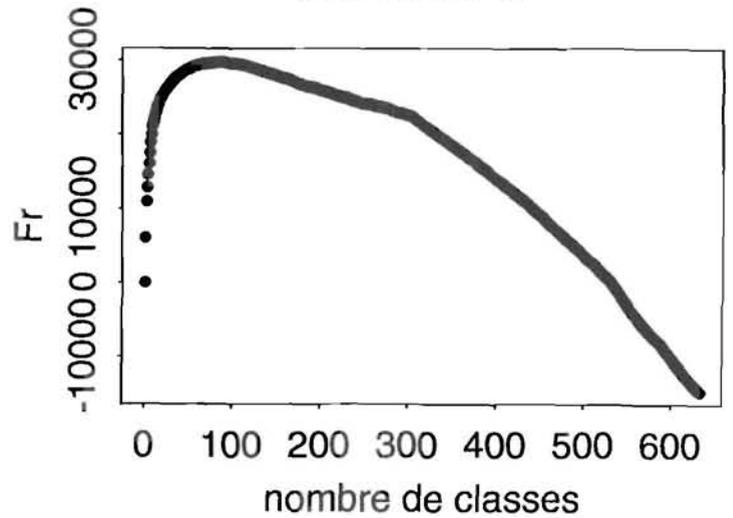


Figure 4. The clusters resulting from the data in Figure 2 using the criterion  $S^*$  and stopping with seven clusters as indicated by the AWE in Figure 3. Four of the seven clusters had three or fewer points and are considered noise. (d'Amico, Banfield & Waftoy, 1993)

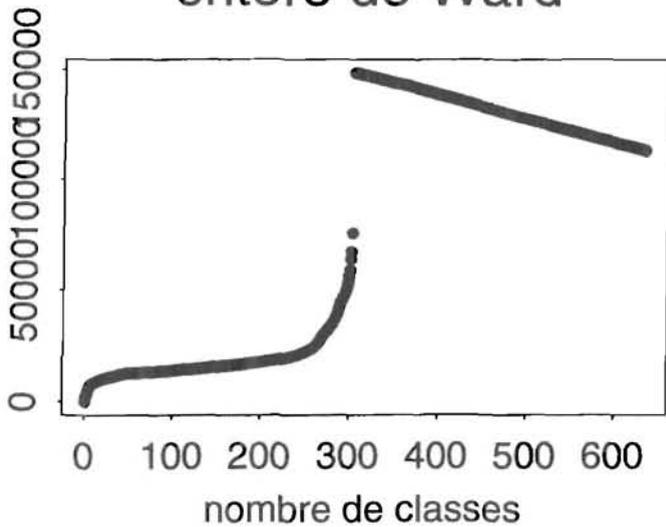
modele sans contrainte



modele S\*



critere de Ward



modele S

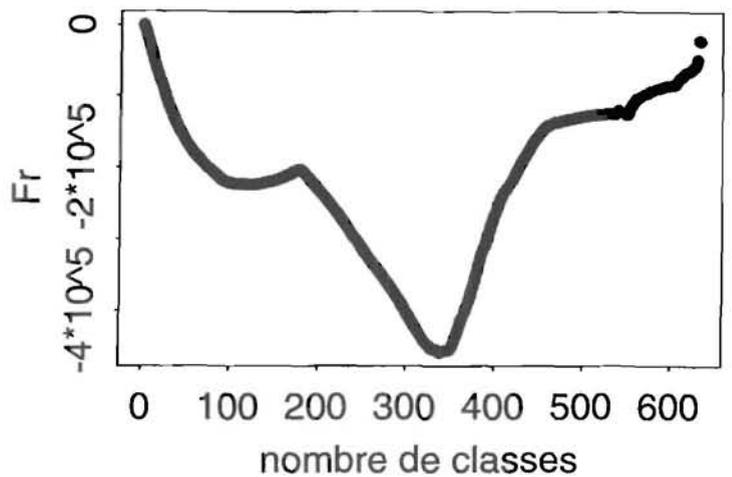


Figure 5 : Quelques exemples de l'allure de la statistique Fr (approximate weight of evidence) en fonction du nombre de classes. Données: activités des navires de pêche du Port Brézy en 1987

**Quelques Méthodes Factorielles**

**" Nouvelles "**

**en Analyse des Données**

*R. SABATIER*

# **PLAN**

**Historique, contexte**

**Analyse des Données**

**Techniques d'exploration des Données**

**Traitement des données, usage intensif de l'ordinateur**

## TYPE DE VARIABLE

Type de réponse	Ensemble continu	Ensemble dénombrable	
Sans Structure		CSP lieu habitat	NOMINALE
Structure Ordinale	âge, saveur température	rang ressemblance	ORDINALE
Structure Corps ordonné	Revenu		CONTINUE
	QUANTITATIVE	QUALITATIVE	VARIABLE

## ANALYSE SUIVANT LE NOMBRE ET LE TYPE DES TABLEAUX

### 1 TABLEAU

Technique	Nature des variables
ACP	p quantitatives
AFC	2 qualitatives
AFCM	q qualitatives
{ AFCM ou AFM ou   ATM ou STATIS	{ p quantitatives +   q quantitatives
PM	autre

## 2 TABLEAUX

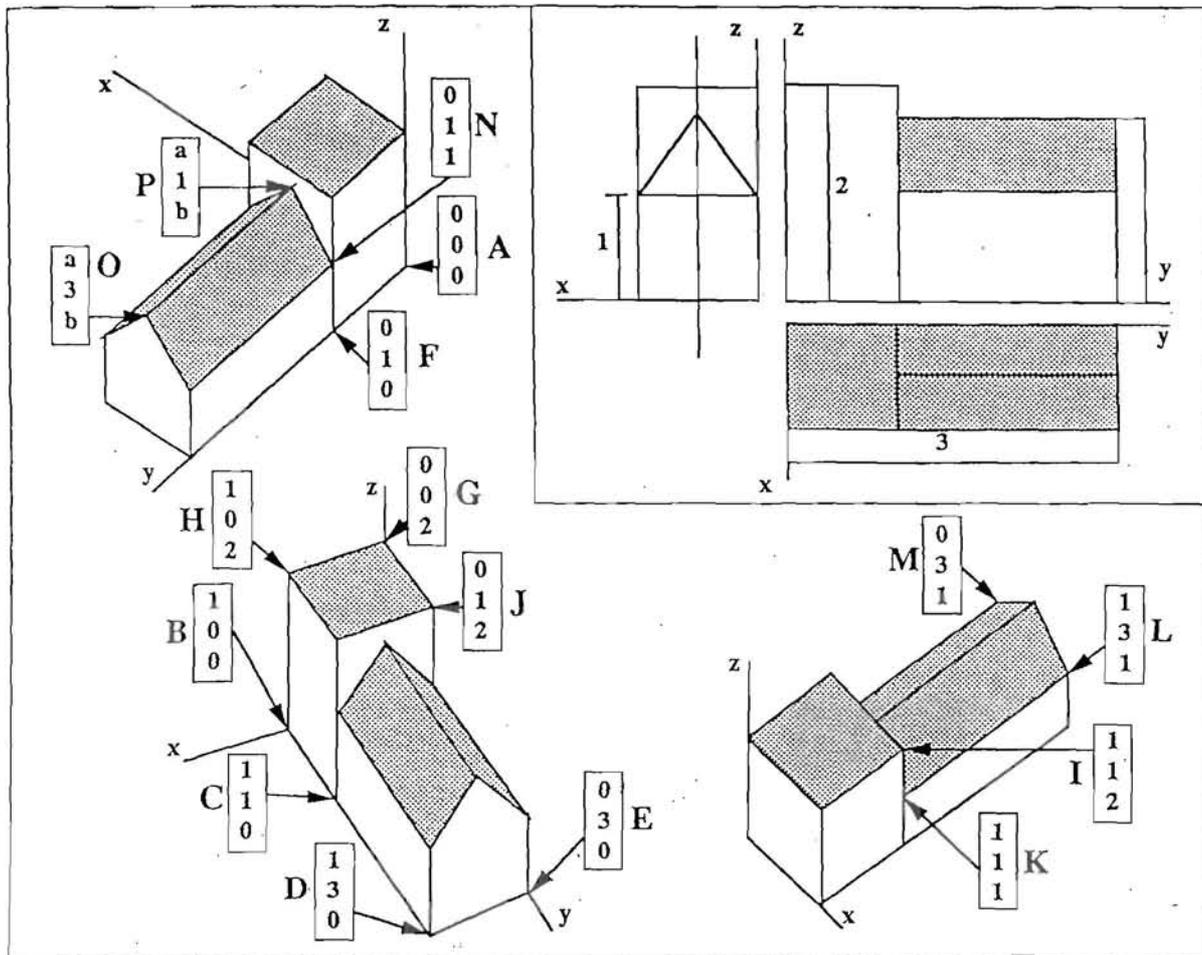
### Liaisons de type SYMETRIQUE

Technique	Nature des variables		
	T1	↔	T2
AFC	1 qualitative		1 qualitatives
AFCM de BURT	q qualitatives		q' qualitatives
{ Ann. Can.   ou	p quantitatives		p' quantitatives
{ Ann. Int. Bat. de Tucker   ou	p quantitatives +		p' quantitatives +
{ Ann. Procuste	q quantitatives		q' quantitatives

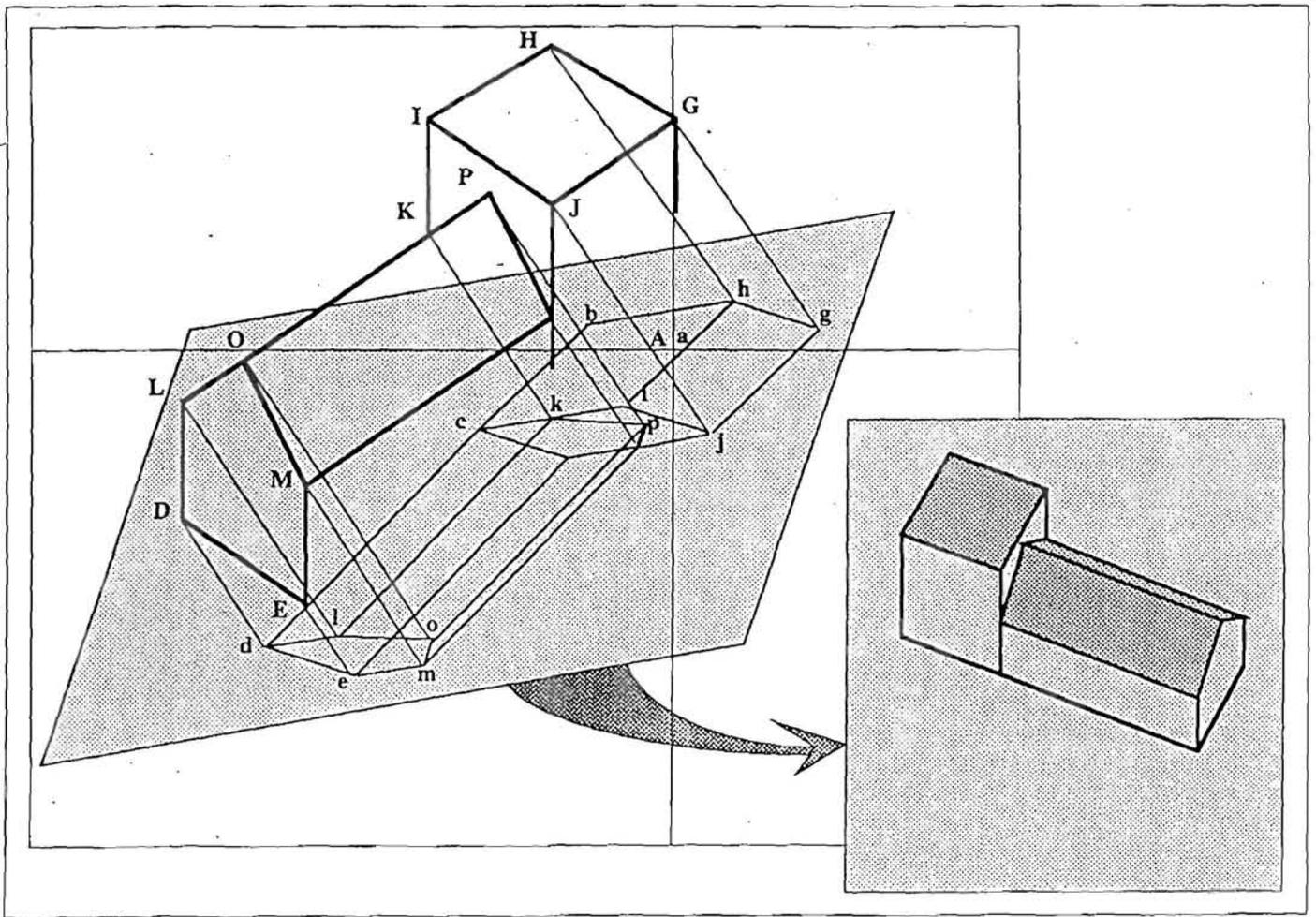
## 2 TABLEAUX

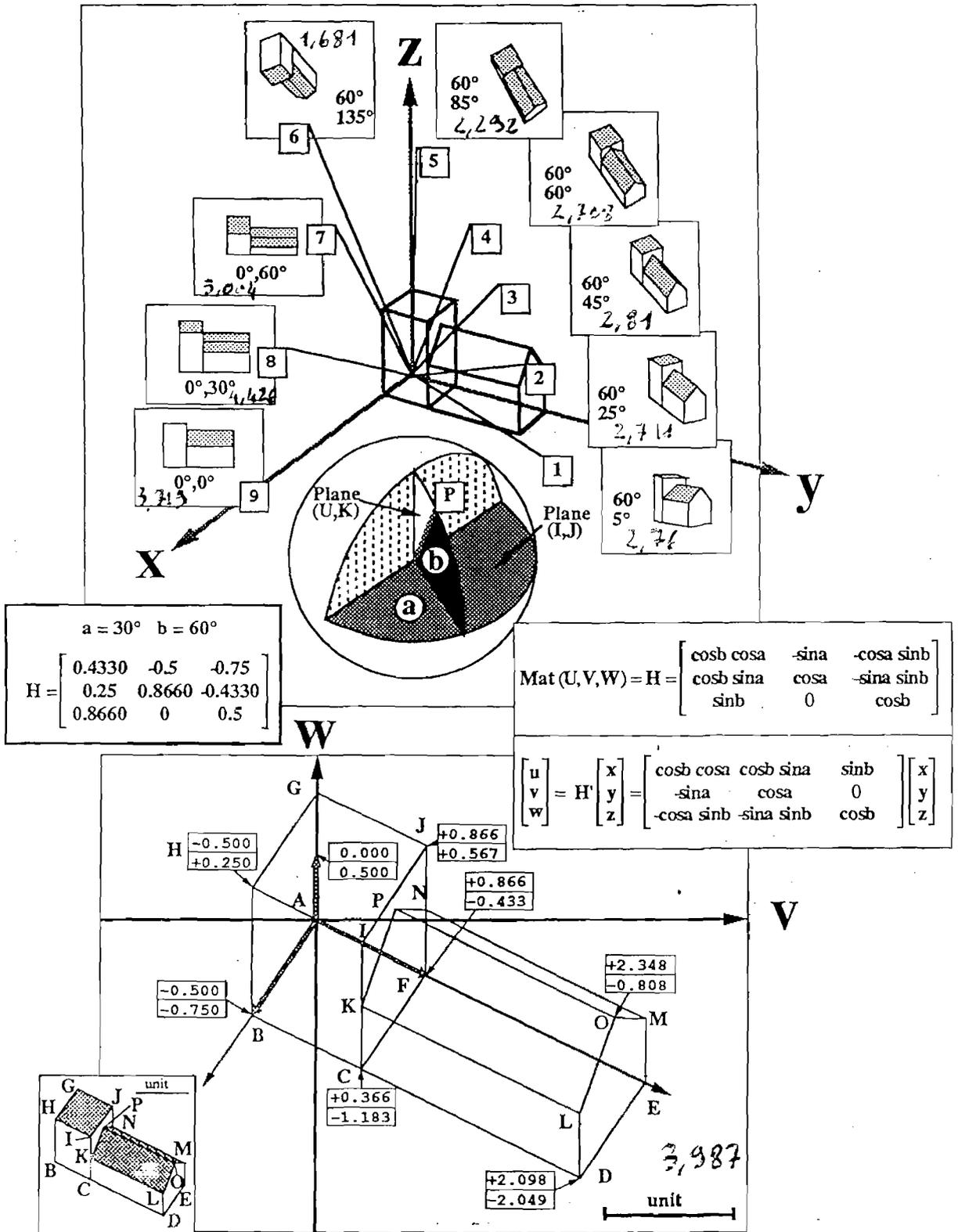
### Liaisons de type NON SYMETRIQUE

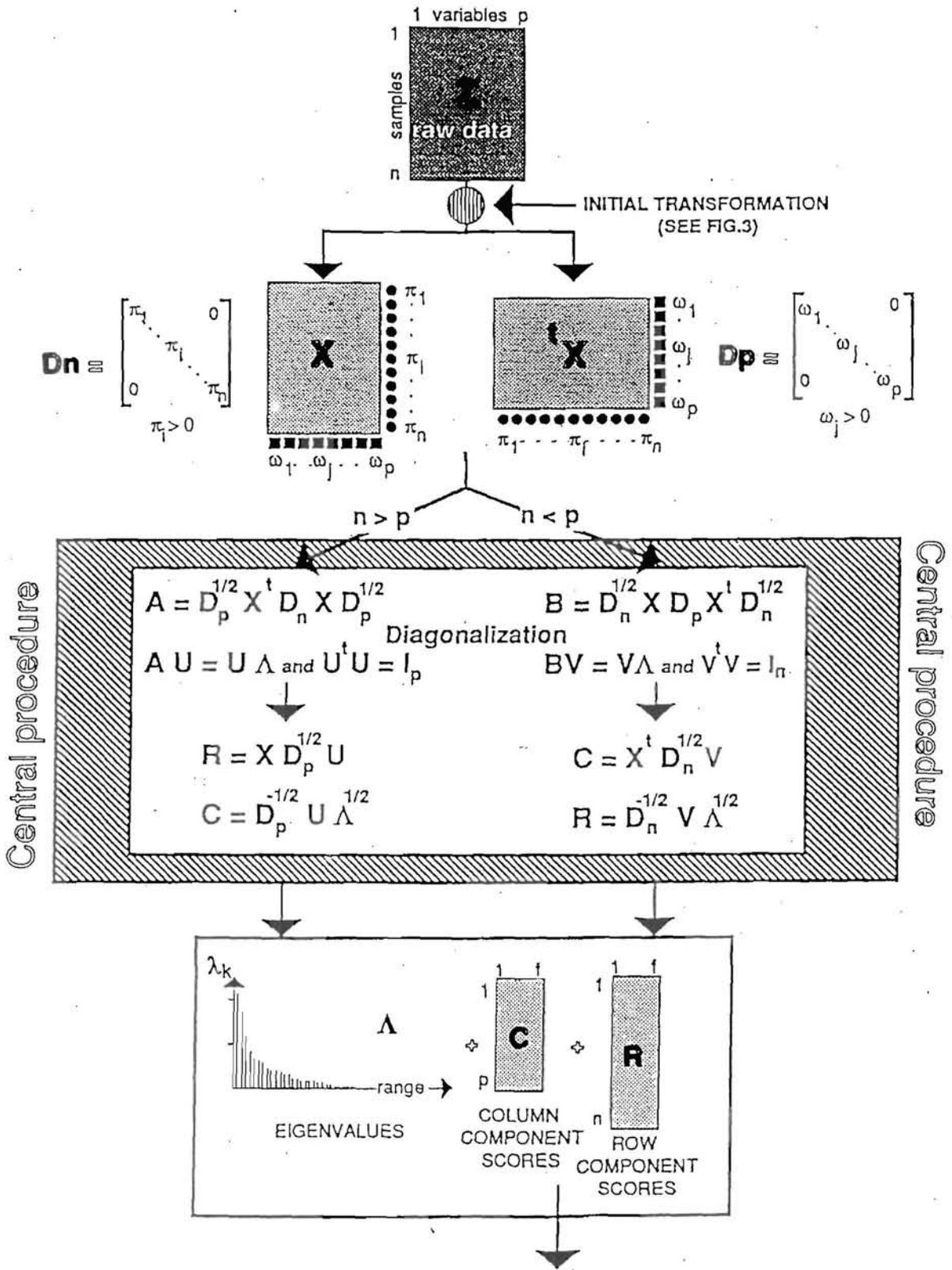
Technique	Nature des variables		
	T1	→	T2
ACPVI ou MANOVA	{ p quantitatives   { p quantitatives		p' quantitatives  q qualitatives
AFCVI ou AFCM	{ q qualitatives   { q qualitatives   {		p' quantitatives  p' quantitatives + q'' qualitatives
AFD	1 qualitative		p quantitatives
AFC non symétrique	1 qualitative		1 qualitative



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1/2	1/2
0	0	1	3	3	1	0	0	1	1	1	3	3	1	3	1
0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	1	1	1	1	$\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$

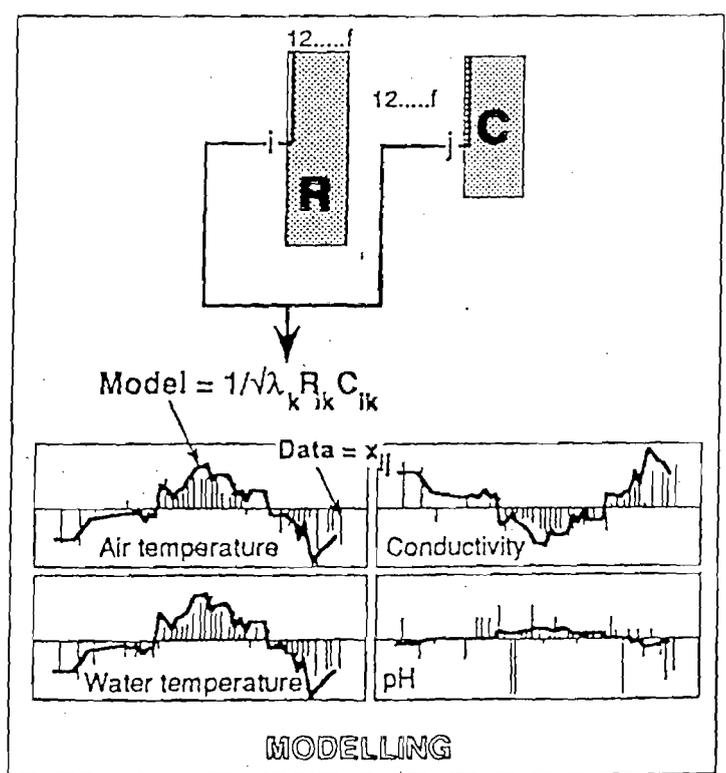
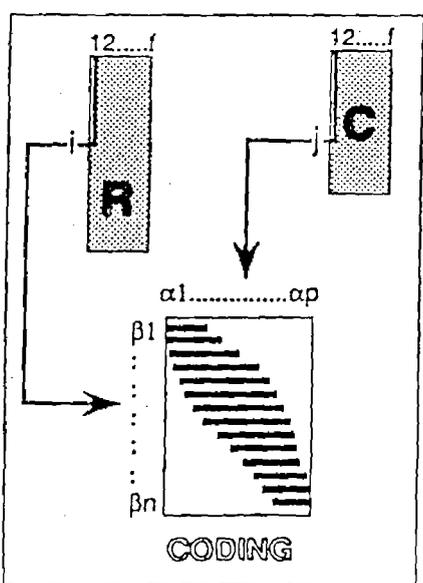
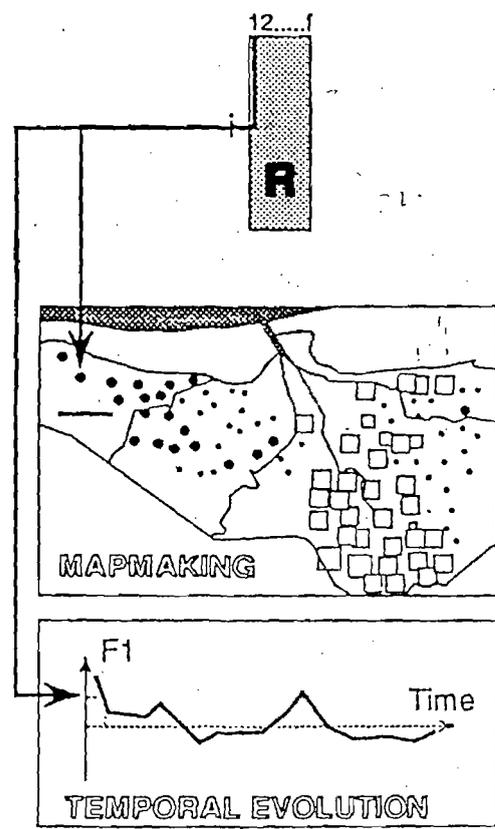
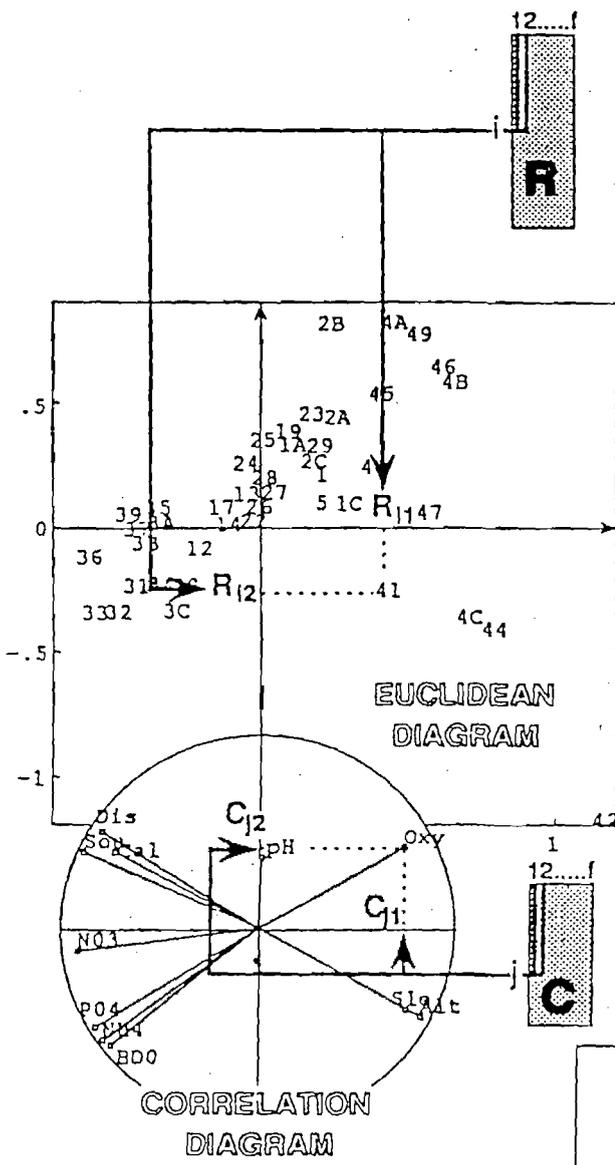


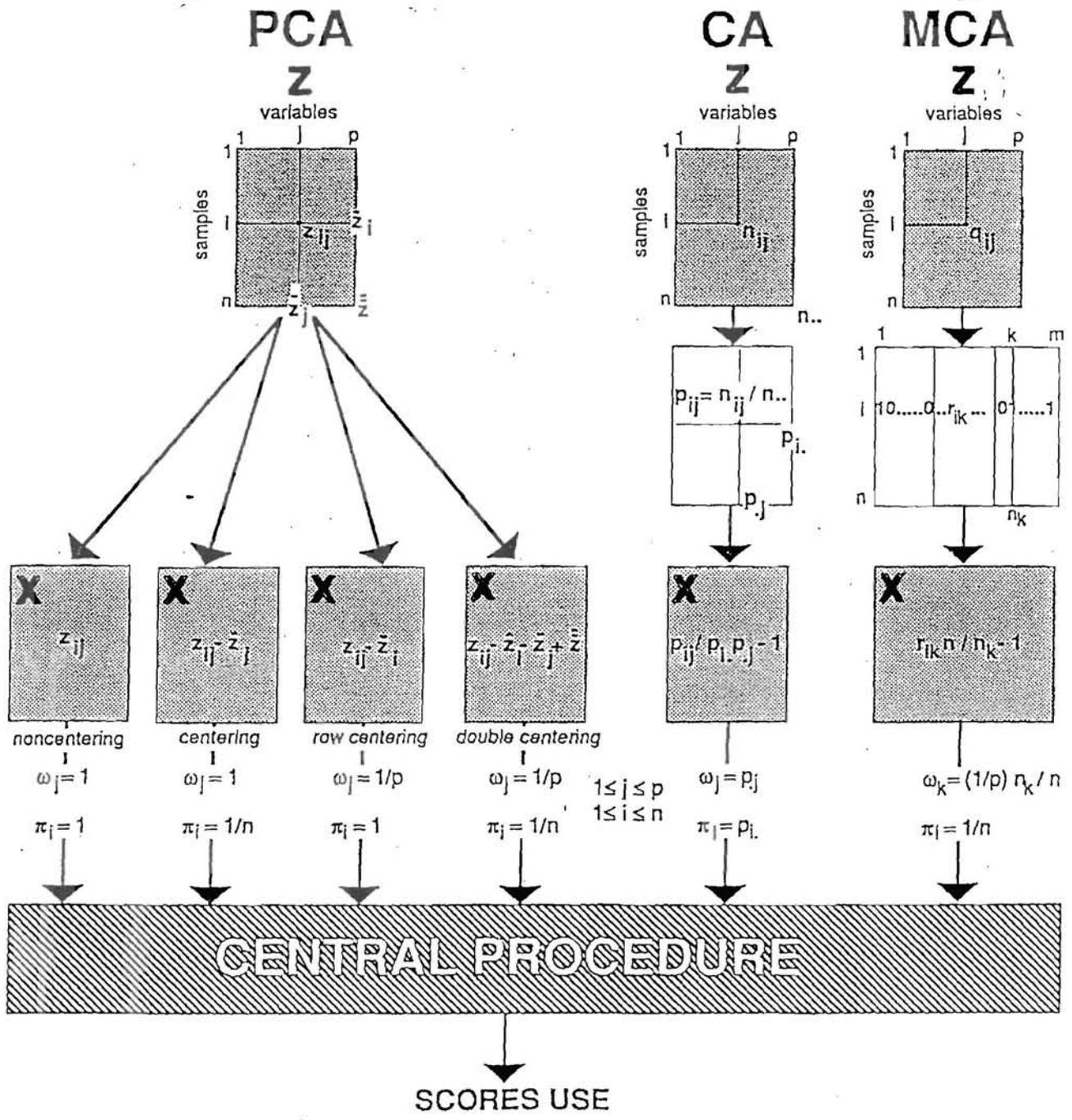




Central procedure

Central procedure





## 2.2. Ce qu'on ne peut pas faire

### \* Limites de la segmentation : Problème de la polyvalence

La polyvalence s'exprime par la succession de métiers-cibles pratiqués par les bateaux d'une même flottille-type. Une espèce, même à l'intérieur d'un segment (flottille-type) peut être considérée successivement comme "cible" ou comme espèce accessoire. Le calcul d'une cpue (capture/effort de la flottille-type) ne saurait donc conduire à une réelle estimation de l'abondance de l'espèce considérée. Se pencher sur le problème de la polyvalence, c'est prendre le risque de tomber dans le pinaillage, mais la définition de métiers-cibles ("purs") doit permettre le calcul de cpues véritables reflétant l'abondance car calculées pour une espèce considérée comme cible par ce métier; d'autre part l'obtention, pour chaque métier-cible d'un vecteur de mortalité propre est la condition sine qua non d'une modélisation prenant en compte des transferts d'effort d'un métier-cible à un autre.

Le tableau 1 montre que les fishery-units sont globalement assez spécialisées dans la recherche des espèces cibles puisque les deux-tiers voire les trois-quarts des débarquements de ces espèces proviennent des bateaux appartenant à la fishery-unit correspondante : cela découle de la définition même des fishery-units. Mais en plus de ces espèces cibles, chaque fishery-unit débarque une part plus ou moins importante d'espèces dites accessoires pour la fishery-unit considérée, mais qui peut être cible pour une autre.

Ainsi, en 1992, les fishery-units "benthiques" (4+14) débarquent 62% des baudroies, 79% de la raie fleurie et 47% de la cardine totale; mais aussi 46% de lingue franche, 35% de merlu, 17% de morue 4% de merlan et 9% de langoustine. La fishery-unit "démersale", très spécialisée en merlan et morue (respectivement 84 et 66%), débarque aussi 48% du merlu, 39% de la lingue franche mais aussi 20% de baudroies et de raie fleurie, 24% de la cardine et 14% de la langoustine totale. Les bateaux de la fishery-unit "langoustine" (8), à l'origine de 77% des débarquements de langoustine, participent également à hauteur de 28% aux débarquements de cardine, 18% pour les baudroies et le merlu, 17% pour la morue, 15% pour la lingue franche et 11% pour le merlan.

### \* Dynamique de flottilles : Danger

Il est tentant, lorsque l'on dispose de typologies sur plusieurs années de les utiliser pour étudier d'éventuels changements de comportements de pêche par le biais de bateaux passant d'une classe à l'autre. Pourtant l'étude d'une modification d'allocation de l'effort de pêche ne peut se concevoir qu'après s'être assuré que les dites classes étaient parfaitement stables dans le temps, ce qui est rarement le cas.

Il est, par contre, possible de mettre en évidence l'émergence de nouveaux métiers-types : chalutage pélagique à anchois, pêche du germon au filet maillant, chalutage d'espèces profondes ...

#### *a). Evolution dans l'appartenance des bateaux aux flottilles-types*

Nous avons comparé les classifications issues de typologies effectuées sur les données 1985 et 1992, en s'attachant particulièrement au chalutage en Mer celtique; 239 bateaux sont actifs et présents dans les typologies de ces deux années (Tableau 2).

Environ la moitié de ces bateaux sont classés dans le même type les deux années. Ce pourcentage varie légèrement d'un trimestre à l'autre ( 47% à 54%). La discrimination entre les classes 4 (chalutage benthique en mer celtique) et 14 (chalutage benthique des accores du golfe de Gascogne) n'est pas toujours aisée, car de plus en plus les navires qui fréquentent les accores du golfe remontent en mer celtique. Considérant que notre propos est de mettre en évidence des modifications d'espèces cibles plus que de secteurs nous avons négligé les passages de la classe 4 à 14 (et réciproquement).

Moins de 10% des navires quittent le chalutage de poissons benthiques pour les poissons démersaux (ou réciproquement), les échanges pouvant s'inverser selon les trimestres, et 5% environ des bateaux passent de la langoustine au poisson (benthique ou démersal), ou inversement.

Cette relativement forte stabilité de l'appartenance des bateaux dans les classes issues des typologies met en évidence la stabilité des tendances (il y a toujours des bateaux plus benthiques que d'autres...) mais masque des modifications profondes de la réalité de chaque classe en terme de pourcentages "objectifs" d'espèces cibles.

*b). Modifications de la composition des débarquements à l'intérieur de chaque classe:*

Le tableau 3 montre que la composition spécifique des débarquements d'une même classe varie très fortement au cours du temps, sans préjuger d'éventuelles modifications de la structure démographique des captures.

Il y a une dizaine d'années, le métier-type "chalutage benthique dans le sud de la Mer celtique" correspondait à un pourcentage moyen d'espèces benthiques (baudroies, cardine, raies), en valeur pondérale, dans les débarquements de 57% (en 1985). Ce pourcentage est maintenant réduit à 46% (en 1992) du fait de la raréfaction des baudroies (le pourcentage moyen de baudroies dans les débarquements des bateaux pratiquant ce métier-type tombe de 36% en 1985 à 24% en 1992, l'écart type restant quant à lui stable, autour de 15%). Il existe, de plus, des variations d'un trimestre à l'autre.

Un métier-type peut avoir le même intitulé d'une année sur l'autre, intitulé qui traduit soit la cible dominante, soit l'absence de capture de l'espèce ciblée par les autres classes (ordination des variables sur les ressemblances-disssemblances et non sur des critères objectifs et stables). En résumé, la présence d'un bateau dans une même classe d'une année sur l'autre, ne signifie pas la stabilité de la composition spécifique des captures, et à la limite, ce bateau peut avoir changé de métier (espèce cible) tout en restant dans la même classe, puisque la classification peut s'effectuer sur les espèces associées. De même, des bateaux peuvent apparaître changer de métier-type sans pour autant modifier sciemment leur activité.

Le suivi des activités des navires année après année effectué à l'aide d'une succession de typologies, ne peut fournir que les évolutions les plus flagrantes. L'évolution des métiers élémentaires, plus subtile, n'en est pas moins fondamentale.

Cette dérive des métiers-types ne remet pas en cause l'utilisation d'une typologie à des fins d'échantillonnage dans la mesure où les vecteurs de mortalités par espèce sont bien calculés à partir d'échantillonnage et de données de captures propres à chaque flottille. Il n'en demeure pas moins que la constance de l'appellation masque une modification de la réalité.

\* Typologie et modélisation de l'allocation de l'effort de pêche : Attention

Toute tentative de modélisation prend en compte la relation effort-mortalité par pêche. Le modèle le plus simple considère une flottille homogène et stable, dans sa composition comme en termes de techniques et pratiques de pêche, à laquelle est associé un vecteur mortalité aux âges par espèce et/ou stock. C'est l'approche du groupe CIEM sur les pêcheries des sous-zones VII et VIII qui, en faisant la confusion entre flottille, fichery-unit et métier a considéré les changements de métiers-cibles comme négligeables (et de fait le modèle utilisé ne les prend pas en compte). En utilisant les unités d'échantillonnage (fishery-units) comme unité de modélisation, il est possible de simuler des augmentations d'effort (en réalité de mortalité par pêche) ou des modifications du profil d'exploitation liées à des changements de maillage dans l'une ou l'autre des unités. Toute modulation de l'effort de pêche se traduit par une variation homothétique de la matrice des mortalités par pêche.

Dans le cas d'une flotte hétérogène, pratiquant diverses activités, il est nécessaire de descendre à un niveau tel que les sous-ensembles définis correspondent à l'hypothèse d'homogénéité précédente. Chaque bateau ou flottille se voit donc affecter, pour chaque espèce capturée, une matrice de mortalité par pêche (il s'agit en fait de capturabilités) pour chacun des métiers-cibles qu'elle est susceptible de pratiquer.

On verra plus loin que toute modélisation impliquant une allocation de l'effort de pêche ne peut se concevoir que sur la base de métiers-cibles. Il faut donc, d'une part disposer de critères permettant de cerner ces métiers-cibles, et d'autre part pouvoir suivre dans le temps des modifications de l'allocation entre les métiers-cibles et non plus une même allocation sur des métiers-types modifiés.

### **3. METIER-TYPE ET METIERS-CIBLES OU LA TYPOLOGIE A L'EPREUVE DE CRITERES OBJECTIFS**

Compte-tenu de la subjectivité des typologies, de la polyvalence des métiers-types qui en sont issus et de leur instabilité dans le temps, une autre approche de l'analyse des activités de pêche est nécessaire. Elle repose sur les métiers-cibles définis par des seuils d'activité et/ou d'espèces cibles. Si l'expérience prévaut dans la détermination de seuils suffisamment discriminants mais également stables dans le temps, la ventilation de l'activité et de la production propre à chacun des métiers-cibles devient beaucoup plus objective et beaucoup plus rapide.

Partant du plus petit élément dont on dispose (sous réserve de précision), c'est à dire la marée\*rectangle\*engin (croisement des niveaux 1 et 3 des fichiers ZA), on peut poser l'hypothèse que chacune de ces "marées" est dédiée à la recherche (capture) d'une espèce cible (ou d'un groupe d'espèces cibles, par exemple : poissons benthiques), recherche que l'on suppose pouvoir être mise en évidence par un certain pourcentage (par exemple) de cette (ces) espèce(s) dans les débarquements de chaque marée. Fort de cette hypothèse, l'ensemble des marées de tous les bateaux présents dans les fichiers statistiques de pêche peut être discriminé, d'abord par les engins utilisés et les secteurs fréquentés, puis à l'aide de ces seuils d'espèces cibles. Cette approche présente l'avantage d'associer de façon rigoureuse un effort de pêche à une production (en réalité débarquements en l'absence de données fines sur les rejets); elle ne permet pas de classer des bateaux.

#### **3.1. Un exemple révélateur : cpue de lieu noir dans l'ouest de l'Ecosse**

La méthode des seuils a été appliquée aux pêcheries chalutières de mer celtique et de l'ouest de l'Ecosse. Elle a mis en évidence que 73% des débarquements de lieu noir de l'ouest de l'Ecosse proviennent de marées ciblées sur le lieu noir (plus de 15% de lieu noir dans les débarquements de la marée). Ceci n'est pas une grande découverte; ce qui l'est plus c'est que ces marées à lieu noir ne représentent que 28% du temps de pêche total affecté à ce secteur. Traditionnellement, en l'absence d'autres moyens, les c.p.u.e de lieu noir étaient calculées par le simple ratio "débarquements / effort" pour l'ensemble de la zone; ainsi, pour 1992 obtenait-on une capture par unité d'effort de 47 kg/heure de pêche; la méthode des seuils par marée donne une c.p.u.e (des spécialistes du lieu noir) de 123 kg/heure.

#### **3.2. Définition des métiers-cibles**

Les typologies ont fait apparaître un certain nombre de métiers-types plus ou moins purs. L'ordination des variables renforce donc l'intuition et l'expérience. Ainsi, pour le chalutage en mer celtique, trois grands axes orientent les activités : la recherche des espèces benthiques, des espèces démersales et de la langoustine.

Pour chaque marée, il est possible à partir des pourcentages respectifs des espèces débarquées (rejets supposés nuls ou proportionnels), d'apprécier, a posteriori, l'espèce ou le groupe d'espèces cibles. Chaque cible est déterminée par un pourcentage seuil. Ce seuil doit être aussi discriminant que possible, à l'épreuve du temps, et les cibles ainsi définies aussi exclusives que possible les unes des autres; la disjonction parfaite ne peut être obtenue qu'avec des valeurs seuils très élevées ce qui entraînerait un grand nombre de marées inclassables ("autres"). Nous avons opté pour des seuils relativement faibles, accepté des interactions entre cibles, et un nombre de marées "autres" de l'ordre de 10% du total.

### 3.3. Définition des seuils

La valeur moyenne des variables (et les écarts-types) à l'intérieur des métiers-types les plus "purs" peuvent servir de base à la fixation des seuils discriminants les métiers-cibles, puis affinés après quelques essais préliminaires. Il s'avère, par ailleurs, que les pourcentages en valeurs sont, souvent, beaucoup plus discriminants que ceux exprimés en tonnage, car ils accordent une moindre importance aux espèces dites de masse, et ce, malgré les fluctuations du marché...

Une indexation des seuils sur les niveaux annuels d'abondance des espèces considérées pourrait être prise en compte. Les essais préliminaires sur l'ensemble des données disponibles (10 ans) permettent, de façon empirique, de prendre en compte ces variations d'abondance, en considérant, pour chaque espèce ou groupe d'espèces, le seuil qui reste discriminant même les années de faible abondance.

Le critère retenu pour la discrimination de chaque marée est le ratio "débarquement de(s) espèce(s) cible(s) / débarquements totaux de la marée". Un bon compromis dans le choix des seuils semble être, pour la mer celtique :

Métier-Cible	: Seuil	: Espèces
Benthique	: 20 %	: Baudroies, cardine et raie fleurie
Démersal	: 40 %	: Totalité des gadidés.
Langoustine	: 10 %	: Langoustine
Benthique + Démersal	: les deux premiers seuils sont atteints au cours de la même marée	
Benthique + Langoustine	: seuils 1 et 3	
Démersal + Langoustine	: seuils 2 et 3	
Benthique + Démersal + Langoustine	: les trois seuils sont atteints simultanément.	
Autre	: aucun des seuils n'est atteint	

### 3.4. Métiers-cibles et polyvalence

L'application de la méthode des seuils aux débarquements en provenance de la mer celtique met en évidence trois métiers-cibles : "benthique", "démersal", "langoustine", des métiers mixtes et un métier "autre". Les métiers-cibles sont très spécialisés, avec des espèces accessoires dont l'importance varie (Tableau 4)

Ainsi, en 1992, le métier-cible "benthique" contribue au débarquement de 59% des baudroies, 79% de la raie fleurie et 47% de la cardine, mais aussi de 31% de la lingue franche, 27% du merlu, 11% de la morue, et 2% du merlan et de la langoustine.

Le métier-cible "démersal" est à l'origine de 57% des débarquements de morue, 81% de merlan, 38% de lingue franche et 34% de merlu, mais aussi de 15% des débarquements de cardine, 10% de baudroies, 11% de la raie fleurie.

Les marées dédiées au métier-cible "langoustine" ne contribuent qu'à 41% des débarquements totaux de langoustine, et à moins de 10% pour les autres espèces.

Outre la diversité des espèces accessoires à l'intérieur des métiers-cibles, la polyvalence s'exprime fortement à travers les métiers mixtes. Ainsi le métier mixte "benthique + langoustine" contribue-t-il à 42% des débarquements de langoustine et à 15% des débarquements de baudroies.

Dans un but simplificateur, il est possible d'envisager le regroupement de tous les métiers mixtes "langoustine" dans un grand métier langoustine. Ce dernier est à l'origine des débarquements de 95% de la langoustine, mais aussi de 33% de la cardine, 24% des baudroies et du merlu, 23% de la morue, 18% de la lingue franche et 14% du merlan.

De la même façon, on peut regrouper le métier-cible "benthique" et le métier mixte "benthique + démersal" dans un grand métier "benthique", voire le métier-cible "démersal" avec le métier "autre". Ces deux derniers choix sont très arbitraires et donc critiquables, mais sont utiles pour comparer les résultats de cette approche avec ceux issus d'une typologie.

### 3.5. Incidence de la méthode des seuils sur les cpue : exemple du merlan de mer celtique

En 1992, 7970 tonnes de merlan sont débarquées par les bateaux fréquentant la mer celtique et pris en compte dans la typologie (sur les 8775 tonnes totales). 84 % de ces débarquements proviennent de bateaux de la fishery-unit "démersale" (F-U 5), pour un effort qui représente 34 % du temps de pêche total. La CPUE moyenne des bateaux de cette fishery-unit est de 21.7 kg/heure.

L'utilisation des seuils montre que 81% des débarquements de merlan provient de marées dédiées au métier-cible "démersal", marées qui ne représente que 22% du temps de pêche total, soit une CPUE de 32.4 kg/heure. Par ailleurs, la CPUE en merlan obtenue par les marées dédiées au métier-cible "démersal" par les bateaux appartenant à la fishery-unit "démersal" est de 37.1 kg/heure. La calibration des analyses de cohortes doit s'appuyer sur une série cohérente, les valeurs données par la typologie ne sont pas les plus représentatives des tendances.

### 3.6. Part des métiers-cibles dans chaque métier-type:

Les seuils ont été appliqués à l'intérieur de chaque métier-type, successivement pour la répartition du nombre de "marées", du temps de pêche, du tonnage total et de la valeur débarquée. Les résultats sont présentés au tableau 5.1.

Les flottilles-types "langoustiniers en été", "démersaux" et "benthiques" sont considérées à l'issue de la typologie préalable comme regroupant des navires pratiquant des métiers relativement "purs". Les seuils définis ci-dessus permettent de dire que 85% de la valeur débarquée par les bateaux de la flottille langoustinière provient effectivement de marées ciblées sur la langoustine. De même 93% de la valeur débarquée par les navires de la flottille "démersale" provient de marées ciblées sur les espèces démersales (morue et merlan), et 89% pour les marées benthiques des bateaux "benthiques".

Ces résultats sont très satisfaisants mais ne prouvent que la pertinence du choix des seuils et la bonne discrimination des flottilles-types très spécialisées.

Bien que ce ne soit pas véritablement le propos, il est intéressant de soumettre les fishery-units définies pour le groupe VII-VIII à l'épreuve des seuils (Tableau 5.2).

Si une certaine spécialisation subsiste (et le contraire aurait remis sérieusement en cause l'intérêt de ces fishery-units), on voit que l'arbitraire qui a présidé à la constitution des fishery-units (somme de plusieurs flottilles-types) conduit à une certaine hétérogénéité. Si les marées ciblées sur les espèces figurant dans l'intitulé de la classe restent majoritaires, il apparaît, non seulement des métiers mixtes, mais également une certaine polyvalence. C'est surtout visible pour la fishery-unit 8 dite langoustinière pour laquelle les marées ciblées sur la seule langoustine ne représentent que 55% de la valeur totale des débarquements de cette fishery-unit. 8% provient des marées ciblées sur les espèces benthiques, 11% sur les démersales et 13% sont issues du métier mixte : à la fois langoustinier et démersal.

### 3.7. Conséquence sur la segmentation

#### a) Ventilation de l'effort et de la production totale par une typologie ou par la méthode des seuils

En 1985, les fishery-units "benthiques" (f.u.4 et 14) produisent 34% du tonnage total en provenance de la mer celtique, pour 37% de l'effort total. L'utilisation de la méthode des seuils met en

évidence une répartition différente : 47% du tonnage débarqué est le fait de marées dédiées aux métiers-cibles "benthique" et "benthique + démersal" pour 53% de l'effort total (Tableau 6.1).

La fishery-unit "démersale" (f.u.5) produit 46% du tonnage pour 36% de l'effort total. Les marées "démersales" représentent, elles, respectivement 24 et 13%.

La fishery-unit langoustinière (f.u.8) produit 20% du tonnage pour 27% de l'effort; l'ensemble des marées "langoustine" (métier-cible "langoustine" et mixtes "benthiques + langoustine", "démersal + langoustine"...), 19 et 26%.

Les résultats (Tableau 6.2) pour 1992 font apparaître une meilleure concordance entre les deux approches (surtout si l'on inclut le métier "autre" dans le métier-cible "démersal"). Ce n'est qu'un artefact car la valeur des seuils a été choisie dans ce but. Les deux approches ne sont pas identiques, même si on peut considérer que la part des bateaux polyvalents à l'intérieur d'une fishery-unit équivaut à celle des métiers mixtes à l'intérieur d'un grand type de métier.

#### *b) Impact sur la ventilation de la production par espèce*

Les tableaux 7.1 et 7.2 montrent la contribution des métiers-cibles d'une part et des fishery-units d'autre part dans les débarquements des différentes espèces. Ainsi, en 1992, les marées "langoustine" contribuent à 95% des débarquements de cette espèce, alors que 77%, seulement, provient de la fishery-unit dite "langoustinière" (f.u.8). L'importance relative des marées "langoustine" dans les débarquements des autres espèces est plus grande, pour la plupart des espèces, que celle de la fishery-unit "langoustine".

Pour les espèces benthiques, si on compare les pourcentages cumulés donnés par les marées "benthiques" et "benthiques + démersales" d'une part et par les flottilles 4 et 14 d'autre part, on constate que les contributions sont relativement similaires: Cardine : 51 contre 47%, Baudroies : 63 contre 62%, Raie fleurie : 82 contre 78%. Il en est de même pour deux espèces accessoires : merlu et morue. Par contre, la fishery-unit "benthique" a une plus forte contribution que les marées "benthiques" dans les débarquements de lingue franche (46% contre 36%) et de langoustine (9% contre 3%).

En ce qui concerne les contributions des marées dédiées au métier-cible "démersal" d'une part et de la fishery-unit "démersale" d'autre part, elles sont relativement similaires pour la plupart des espèces; seules font exception la lingue franche (47% contre 39%) et la langoustine (2% contre 14%).

L'analyse par espèce confirme la légère polyvalence des fishery-units qui restent néanmoins spécialisées dans leur ensemble: chaque espèce n'est pas une cible unique et exclusive, ni des métiers-cibles et encore moins des métiers-types ou des fishery-units.

Il faut noter qu'une légère augmentation du seuil "benthique" de 20 à 30% réduit considérablement l'importance des métiers mixtes "benthique + démersal", et surtout, "benthique + langoustine". Avec un tel seuil, 80% de la langoustine débarquée de mer celtique provient du métier-cible "langoustine" et seulement 11% du métier mixte "benthique + langoustine". Cela montre, une fois et encore, que la langoustine n'est pas une espèce cible exclusive.

Un prolongement de cette approche pourrait permettre la mise en évidence des spécialisations par sous-divisions CIEM et/ou rectangles statistiques, de même que les interactions (soit la coexistence de plusieurs cibles dans une même zone (pas forcément pour les mêmes bateaux), soit des "métiers mixtes").

#### 4. EVOLUTION DANS LE TEMPS DE L'ALLOCATION DE L'EFFORT VERS LES DIVERS METIERS-CIBLES, ET CONSEQUENCE SUR LA VENTILATION DE LA PRODUCTION

La présentation qui suit n'est pas l'analyse des stratégies individuelles, et encore moins de leur évolution, mais une approche globale qui n'a pour ambition que de mettre en évidence les grandes tendances de la pêcherie, vues d'une part par la méthode des seuils et, d'autre part, par les typologies, à travers les résultats de deux années: 1985 et 1992. Il est bien évident que la "stratégie" globale peut masquer des évolutions contradictoires des stratégies individuelles. Celles-ci font l'objet d'une étude parallèle...

Un certain nombre de ratios ou d'indices peuvent être examinés, certains servant à établir le constat de l'évolution, d'autre permettant d'entrevoir la causalité :

\* La part du temps de pêche total allouée à un métier met en évidence l'intérêt porté par la flottille à ce métier.

\* La cpue toutes espèces confondues, en valeur, mesure l'impact financier lié à la pratique de chacun des métiers.

\* Les cpue pour chacune des espèces montrent l'efficacité des bateaux dans la pratique des divers métiers, un bateaux pratiquant un métier développant -a priori- une forte efficacité dans la capture des espèces cibles définissant ce métier.

\* L'importance relative de chaque espèce dans les débarquements des navires pratiquant un métier donné est à la base de la discrimination des marées par la méthode des seuils; elle permet d'apprécier le niveau de spécialisation à l'intérieur du métier. Cette importance relative est fortement tributaire du niveau de capture des espèces accessoires et de l'abondance des espèces étudiées.

\* La contribution de chaque métier à la production totale de chaque espèce : peu influencée par le niveau d'abondance des espèces étudiées elle est, par contre, tributaire du niveau d'intérêt des autres métiers. Cette contribution peut être utilisée comme un indicateur de l'exclusivité de la spécialisation du métier.

\* La contribution à la production d'une espèce ramenée à la contribution du métier à l'effort total, qui est, en fait, le ratio de la cpue pour l'espèce par le métier divisée par la cpue globale pour l'espèce, peut être considéré comme un indice d'efficacité du métier vis à vis de cette espèce. Un indice supérieur à 1 signifie que le métier débarque proportionnellement plus de l'espèce considérée que la part de l'effort qui lui est dédié. Il s'agit là, malgré tout d'un indice très relatif car, nous l'avons dit, la part du métier dans les débarquements d'une espèce dépend des débarquements de cette espèce par les autres métiers. L'évolution de cet indice traduit le degré d'évolution de l'efficacité relative.

##### 4.1. Sur la totalité de l'activité chalutière en mer celtique

L'ensemble des marées des bateaux pratiquant régulièrement le chalutage en mer celtique et sur les accores du golfe de Gascogne en 1985 et/ou en 1992, est ventilé selon les seuils définis plus haut. Les résultats sont présentés dans les tableaux 8.1 à 8.4.

Le temps de pêche total en mer celtique est resté stable (-0.7%). Les débarquements de la plupart des espèces ont chuté, certains très fortement comme les baudroies (-59%), le merlu (-55%) ou la lingue franche (-54%). Les débarquements de merlan sont, eux, en légère progression (+9%).

La part du temps de pêche total accordé à la recherche de cibles benthiques diminue entre 1985 et 1992 ( de 45 à 36% et de 53 à 40% en tenant compte du métier mixte "benthique + démersal"), au bénéfice des cibles démersales (de 13 à 22%). La contribution des marées dédiées à la langoustine augmente également (26 à 31%).

Par ailleurs, si 68% des baudroies étaient débarquées en 1985 à la suite de marées ciblées sur les espèces benthiques, cette proportion n'est plus que de 59% en 1992 (sur cette période, les cpue de baudroies en mer celtique, pour le métier-cible "benthique", ont chuté de 23 à 10 kg/heure de pêche ). Cependant, la contribution du métier-cible "benthique" aux débarquements de baudroies a diminué moins vite que la part de l'effort total alloué à ce métier : le ratio ( part de baudroies / part

d'effort ) a ainsi augmenté de 7% entre 1985 et 1992, passant de 1.53 à 1.63. Ce ratio est également en augmentation pour la raie fleurie (+13%), la cardine (+22%).

On constate donc un désintérêt pour le métier-cible benthique, et dans le même temps, une augmentation de l'efficacité relative vers les espèces benthiques des bateaux pratiquant ce métier.

Même si la contribution du métier-cible "démersal" aux débarquements de morue et de merlan augmente de façon importante (de 42 à 58% pour la morue et de 61 à 81% pour le merlan), elle a augmenté moins vite que la part de l'effort dédiée à ce métier (l'indice d'efficacité diminue de -22% pour la morue et -24% pour le merlan) et ce, même si les pourcentages moyens de ces deux espèces augmentent dans les débarquements de ce métier. La baisse de l'indice d'efficacité est générale (hormis la raie fleurie qui ne représente que 1% des débarquements de ce métier); il en est de même des cpue.

Cela montre que l'engouement pour le métier-cible "démersal", constaté en 1992, s'appuie (ou s'est appuyé) sur les abondances exceptionnelles de gadidés (morue et merlan) de l'année 1989 (anon, 1993). Ces fortes abondances ont permis un accroissement simultané de l'effort dédié au métier "démersal" et de l'importance relative de ces espèces dans les débarquements de ce métier, tout en profitant également aux autres métiers.

Les métiers "langoustine" sont les seuls à voir leur contribution à la production totale augmenter plus vite que la part de l'effort total dédiée à ces métiers (cela n'empêche pas la cpue toutes espèces confondues de chuter de 28%). La part de ces métiers dans les débarquements de langoustine augmente moins vite que la part de l'effort total dédiée à ces métiers (diminution de l'indice d'efficacité de 15%). Par contre, l'indice d'efficacité augmente pour toutes les espèces accessoires, et spécialement le merlu (+100%), exception faite de la morue (-8%) et de la lingue franche (-11%).

La comparaison des résultats de ces deux années ne préjuge pas de ce qui s'est passé dans l'intervalle. Il est probable que la part d'effort dédiée au métier-cible "démersal" a atteint un maximum en 1989-1990, et que le chiffre constaté en 1992, s'il est supérieur à celui de 1985 traduit une désaffection pour ce métier, par rapport à ces années fastes. On peut dire néanmoins que les variations observées traduisent bien une évolution objective des tactiques de pêche liée à la raréfaction des baudroies et aux fortes abondances de gadidés. Même si leurs ampleurs sont assez modérées, elles ne traduisent pas moins une désaffection du métier benthique au profit du métier "démersal", voir du métier "langoustine", par le biais des espèces accessoires. De fait, on observe également une augmentation de la polyvalence, même au sein des métiers-cibles.

#### **4.2. A l'intérieur de chaque fishery-unit**

Pour les deux années considérées, toutes les marées des navires appartenant à chaque fishery-unit sont discriminées selon les critères retenus plus haut. Les résultats sont présentés dans les tableaux 9.1 à 9.3.

##### **\* fishery-unit 4 : chalutage benthique en mer celtique**

Cette unité est, nous l'avons vu, relativement pure en termes de métier-cible pratiqué puisque, en 1985, 83% du temps de pêche des bateaux appartenant à cette unité est ciblé sur les espèces benthiques; cette part diminue mais reste élevée en 1992 (75%). On constate un doublement du pourcentage d'activité dédiée aux espèces démersales (4 à 8%), au détriment du métier mixte "benthique + démersal" (8 à 4%). La contribution du métier-cible "benthique" dans les débarquements de baudroies de cette unité diminue légèrement (90% en 1985 contre 86% en 1992); rappelons que les bateaux de l'unité 4 débarquent près de la moitié des baudroies provenant du chalutage en Mer celtique. L'assimilation fishery-unit / métier-cible peut continuer à se justifier pour cette unité.

##### **\* fishery-unit 14 : chalutage d'espèces benthiques sur les accores du Golfe de Gascogne:**

Les marées des navires appartenant à cette unité sont très spécialisées : en 1985, 94% du temps de pêche est consacré à des marées ciblant les espèces benthiques. Ce pourcentage diminue en 1992 mais reste élevé (72%)

*\* fishery-unit 5 : chalutage d'espèces démersales en Mer celtique*

La part du temps de pêche des bateaux de cette unité consacré au métier-cible "démersal" a considérablement augmenté entre 1985 et 1992, de 28 à 54%. Cette "spécialisation" s'est faite au détriment des métiers "benthique" (33 à 13% du temps de pêche), mixtes "benthique + démersal" (de 13 à 6%) et "autre" (de 21 à 14%). La contribution de ce métier-cible "démersal" aux débarquements de merlan et morue de cette fishery-unit s'est accrue: de 73% à 92% pour le merlan entre 1985 et 1992, et de 58 à 80% pour la morue. En 1992, les débarquements de merlan par les bateaux de cette fishery-unit pratiquant ce métier-cible représentent 84% des débarquements totaux en mer celtique, contre 75% en 1985, et 66% contre 61% pour la morue. En 1985, les cpue pour ces deux espèces, sont deux fois plus importantes pour ce métier-cible que pour l'ensemble de la fishery-unit 5 (24 kg/heure, contre 12 kg/heure, pour la morue et 44 kg/heure, contre 17 kg/heure pour le merlan); elles ont diminué en 1992 (respectivement 19 et 37 kg/h) et sont plus proches des valeurs obtenues pour l'ensemble de la fishery-unit (13 et 22 kg/h).

En 1985, 33% de l'activité des bateaux de cette fishery-unit est consacré à la recherche d'espèces benthiques et 13% à la fois aux benthiques et aux démersales. Cette part de l'activité des bateaux de cette unité, totalement masquée par l'appellation "pêcherie démersale" diminue fortement en 1992 (13 et 6%); si elle contribuait pour 14% aux débarquements totaux de baudroies en 1985, la part des métiers-cible "benthique" de cette fishery-unit n'est plus que de 4% en 1992. Rappelons que les bateaux de l'unité 5 débarquaient 27% des baudroies provenant du chalutage en mer celtique en 1985 pour 20% en 1992. Les marées inclassables selon les critères retenus ("autres") qui représentaient 21% de l'activité en 1985 (il s'agit vraisemblablement de marées au cours desquelles ont été capturées des espèces dites de masse, aiguillat notamment), ne représentent plus que 14% en 1992.

*\* fishery-unit 8 : chalutage à langoustine en Mer celtique :*

La faible valeur du seuil discriminant une marée à langoustine (10% de langoustine dans les débarquements) fait que les marées ciblées uniquement sur la langoustine ne représentent que 31% du temps de pêche en 1985 comme en 1992, pour 47% aux marées mixtes langoustine-poissons benthiques; les marées mixtes langoustine-poissons démersaux voient leur importance relative doubler: 6% en 1985 pour 12% en 1992. La part de l'effort de pêche consacrée à l'ensemble des métiers recherchant la langoustine augmente de 86 à 91%. La diversité des cibles recherchées par les bateaux de cette unité (dits langoustiniers) n'est cependant pas un simple artefact d'un seuil modeste; c'est bien une réalité, car la langoustine ne se pêchant que le jour, les navires, durant la nuit, et sur des zones très proches, peuvent capturer du poisson (gadidés ou espèces benthiques) (Charuau, 19..). Cette mixité s'accroît encore lorsque en automne et en hiver l'enfouissement des femelles grainées s'ajoute à la brièveté de la durée de jour; ainsi, en 1985, la part du temps de pêche des langoustiniers dédié à la seule recherche de la langoustine n'est au premier trimestre que de 23%, pour 67% aux marées mixtes "langoustine" + "benthique".

## CONCLUSION

Une typologie permet de classer des bateaux en fonction de l'importance relative d'un certain nombre d'espèces dans les débarquements, à l'échelle d'un trimestre. Un métier-type ainsi défini rend compte d'une tendance dans le choix des espèces cibles. Cependant, chaque bateau d'une flottille-type peut pratiquer successivement plusieurs métiers-cibles. Cette polyvalence est totalement masquée par l'appellation de la flottille-type, même à l'échelle du trimestre. Les unités d'exploitation présentées ci-dessus sont celles qui ont été définies par le groupe de travail CIEM sur la pêcherie des sous-zones VII et VIII. La typologie a parfois été forcée pour que les flottilles-types qui en sont issues coïncident avec lesdites unités. Un choix arbitraire a donc pu être fait pour affecter dans une unité une classe mixte (Benthiques+Démersaux par exemple). Cette manipulation peut expliquer en partie la polyvalence de certaines unités, mais ne saurait masquer la réalité des changements de tactique des bateaux au cours d'un trimestre. Tous les navires ne sont pas polyvalents, et l'on considérerait jusqu'à présent les navires pratiquant le chalutage d'espèces benthiques comme les moins sujets à modifier leur tactique. La raréfaction des baudroies leur a forcé la main.

L'identification du métier-cible s'effectue a posteriori sur la base des résultats d'une marée, ou d'une portion de marée s'il existe des informations le permettant; il s'agit donc d'une approximation, car la cible mise en évidence pourrait ne pas être celle voulue par le pêcheur. Mais si cette éventualité peut être retenue pour un trait de chalut (absence de l'espèce cible, mauvais réglage du chalut), il est douteux, compte tenu de la compétence des patrons pêcheurs, que cela puisse être le cas sur l'ensemble d'une marée.

On peut s'interroger sur les variations relatives de l'importance des métiers-cibles d'une année à l'autre: une modification de métier-cible constatée par la méthode des seuils traduit-elle une réelle modification de l'activité de pêche ou est-elle le reflet des fluctuations d'abondance des espèces traditionnellement ciblées, même si la valeur des seuils a été fixée pour tenir compte de ces variations?

La pertinence des seuils peut également être remise en question lorsque l'on constate une augmentation de la polyvalence, soit à l'intérieur d'un métier-cible, soit par un plus grand attrait des métiers mixtes, polyvalence qui semble être utilisée comme adaptation à la crise... Néanmoins, cette polyvalence est encore plus difficile à appréhender par une typologie.

Même si les résultats provenant de chacune des deux approches développées ci-dessus (typologie et méthode des seuils) étaient assez voisins, la deuxième méthode présente l'avantage d'être incomparablement plus rapide.

## **Une analyse de flottille liée à la modélisation**

Partant d'une flottille définie selon des critères particuliers (port d'attache, classe de longueur puissance, secteur fréquenté, engin utilisé...), l'impact sur les stocks peut être quantifié. Mais dans la mesure où la part dévolue à chaque métier-cible n'est pas forcément figée année après année, cet impact évalué pour l'année zéro ne peut raisonnablement pas être extrapolé aux années ultérieures. C'est bien là toute l'ambiguïté d'une segmentation de type POP, et le rapport Gulland souligne bien ce fait en parlant d'effort de pêche potentiel pour tenter une adéquation entre capacité de flotte et ressource.

L'approche "prospective" du modèle bio-économique de Mer Celtique (SIMUCEL) repose, non plus sur la notion de fishery-units, mais sur la notion de métier instantané: chaque bateau/flottille peut pratiquer successivement plusieurs métiers "purs" en terme d'espèces cibles et secteurs fréquentés. Il est donc nécessaire de disposer d'autant de vecteurs de mortalité que de métiers(cible) pratiqués par flottille, et non plus un profil d'exploitation pour un mélange homogène de plusieurs métiers purs (métier-type).

L'originalité du modèle réside dans la tentative de modélisation des transferts d'effort: à partir d'une matrice initiale, l'allocation de l'effort de pêche sera modulée en fonction de choix "tactiques".

Comme il serait illusoire de vouloir raisonner au niveau bateau, des flottilles de base doivent être définies. Les résultats d'une typologie n'étant ici d'aucune utilité puisque l'aspect métier est pris en compte par ailleurs, il faut s'attacher à définir des ensembles les plus homogènes possibles en terme d'efficacité et surtout en terme de coûts d'exploitation; c'est pourquoi les bateaux sont regroupés par port d'attache, et par structure de taille et d'armement: exemple: artisans concarnois de plus de 19 mètres. c'est ce que l'on pourrait appeler une flottille "portype".

Chaque flottille ainsi définie développe un certain effort à la recherche d'espèces cibles dans tels ou tels secteurs (chalut exclusivement), c'est à dire peut pratiquer plusieurs métiers. Il paraît évident que les transferts sont plus faciles et plus fréquents entre secteurs pour une même espèce cible qu'entre cibles pour un même secteur. Il est nécessaire de connaître avec précision le temps de pêche (voire de mer) affecté à chaque métier, les débarquements qui en résultent, pour des calculs

de puissances de pêche, et de disposer d'un échantillonnage des captures afin de déterminer, pour chaque flottille et chaque métier un vecteur de mortalité par pêche.

Les unités de base (flottille\*port) ont été choisies pour être les plus homogènes possible, il est néanmoins nécessaire de s'assurer qu'il n'y a pas de trop grandes disparités en termes d'efficacité à l'intérieur de chacune d'elles. La standardisation de l'effort par les puissances de pêche permet de s'affranchir de ces éventuelles disparités. Il est alors possible d'affecter, à chaque flottille-port une matrice de capturabilités aux âges pour chaque espèce et chaque métier.

Les typologies ont leur intérêt en tant que photographies du présent **ou du** passé, mais aussi leur limite car elles ne peuvent servir à une quelconque prospective. Il convient dans ce cas de descendre à un niveau plus fin qui est le métier pur, auquel on associe un vecteur de mortalité sur les espèces cibles et accessoires, puis analyser les transferts d'effort entre métier, essayer d'en saisir la causalité et enfin tenter une modélisation de ces transferts.

Le problème qui se pose est moins un problème de sémantique qu'un problème de point de vue et donc d'objectif: il convient de déterminer préalablement à toute analyse d'une pêcherie, si on privilégie l'approche flottille ou l'approche ressource d'une part, et d'autre part si l'on cherche à décrire ou à modéliser.

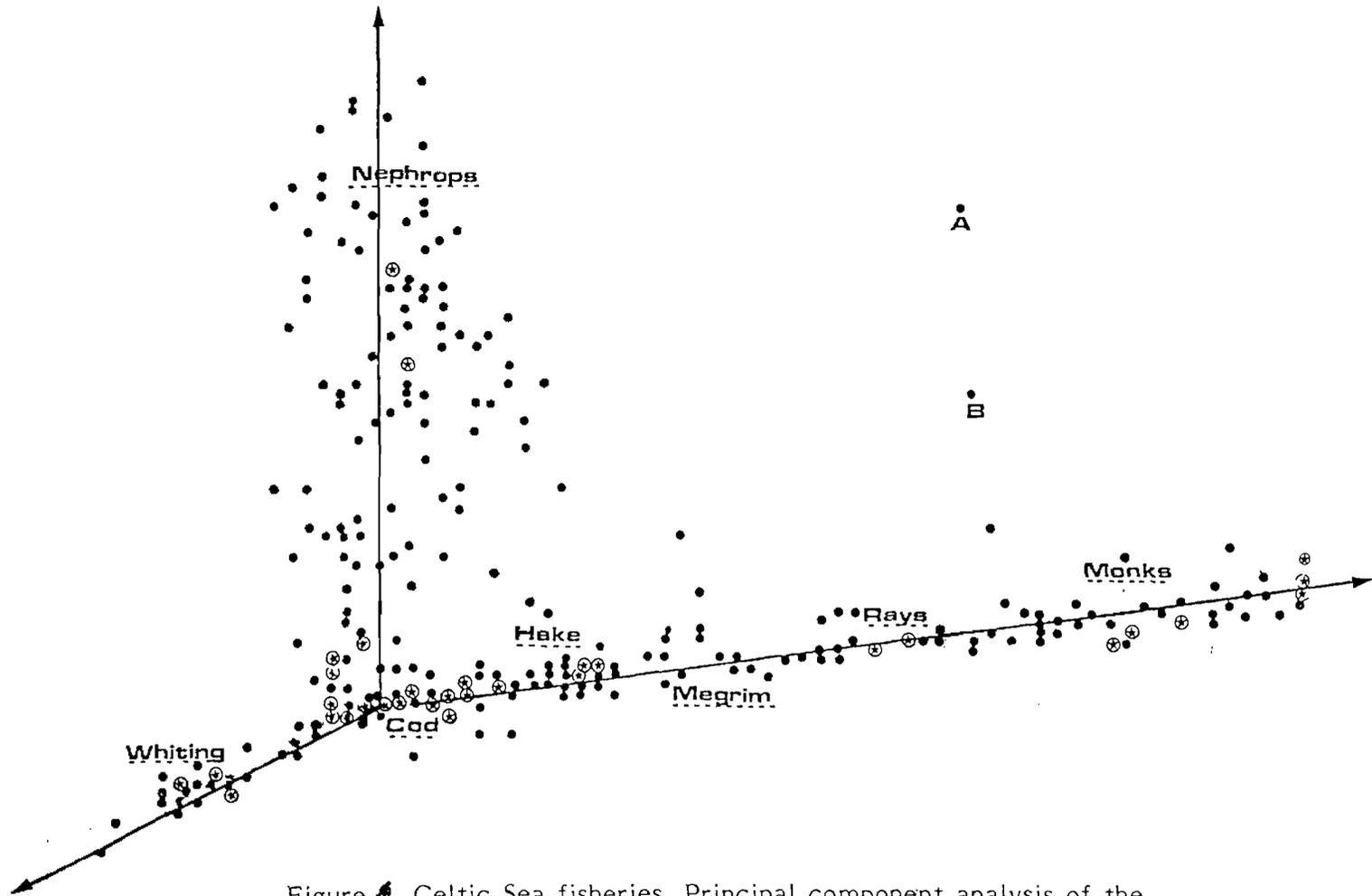


Figure 1 Celtic Sea fisheries. Principal component analysis of the proportions of the main species in the monthly landings of each vessel. ⊗ denotes several vessels-months projections superimposed.

	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
Fishery-Unit Benthiques (4+14)	47	35	17	4	46	62	79	9
Fishery-Unit Démersaux (5)	24	48	66	84	39	20	20	14
Fishery-Unit Langoustine (8)	28	18	17	11	15	18	1	77
Somme	100	100	100	100	100	100	100	100
Total (tonnes)	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576

**Tableau 1. : Segmentation de la flotille "Mer celtique" en Fishery-Units**  
**Part de chaque segment en % de la production de quelques espèces**  
**Chiffres 1992 (Seuils : 10,40,20) (cibtypomc.f)**

### Trimestre 1

Flottilles-types 1992 1985	Inclassables	Benthiques	Démersaux	Ouest-Ecosse	Lg MC	Bent Accores	Autres Golfe	Total
Inclassables	2	5	6	0	3	5	7	28
Benthiques	1	17	8	0	3	19	12	60
Démersaux	5	2	21	0	3	1	2	34
Ouest-Ecosse	0	2	16	28	0	0	0	46
Langoustine Mer celtique	1	1	7	0	17	2	6	34
Benthiques Accores Golfe	0	0	0	0	0	10	7	17
Autres Golfe Gascogne	10	0	1	0	0	3	6	20
<b>Total</b>	19	27	59	28	26	40	40	239

### Trimestre 2

Flottilles-types 1992 1985	Inclassables	Benthiques	Démersaux	Ouest-Ecosse	Lg MC	Bent Accores	Autres Golfe	Total
Inclassables	0	5	0	0	2	0	7	14
Benthiques	3	33	4	6	1	6	8	61
Démersaux	8	13	14	3	3	0	6	47
Ouest-Ecosse	0	0	1	21	0	0	0	22
Langoustine Mer celtique	4	7	0	0	39	2	11	63
Benthiques Accores Golfe	0	2	0	0	1	8	11	22
Autres Golfe Gascogne	0	0	0	0	0	2	8	10
<b>Total</b>	15	60	19	30	46	18	51	239

### Trimestre 3

Flottilles-types 1992 1985	Inclassables	Benthiques	Démersaux	Ouest-Ecosse	Lg MC	Bent Accores	Autres Golfe	Total
Inclassables	0	2	2	0	3	1	6	14
Benthiques	2	11	4	0	1	17	12	47
Démersaux	13	10	35	3	2	3	4	70
Ouest-Ecosse	0	0	0	23	0	0	0	23
Langoustine Mer celtique	8	0	0	0	35	2	17	62
Benthiques Accores Golfe	0	0	0	0	0	7	9	16
Autres Golfe Gascogne	0	1	0	0	0	1	5	7
<b>Total</b>	23	24	41	26	41	31	53	239

### Trimestre 4

Flottilles-types 1992 1985	Inclassables	Benthiques	Démersaux	Ouest-Ecosse	Lg MC	Bent Accores	Autres Golfe	Total
Inclassables	0	2	1	0	1	0	3	7
Benthiques	4	15	14	0	0	8	6	47
Démersaux	14	3	28	4	2	1	4	56
Ouest-Ecosse	0	0	2	21	0	1	1	25
Langoustine Mer celtique	5	0	2	0	31	1	6	45
Benthiques Accores Golfe	1	0	0	0	2	22	17	42
Autres Golfe Gascogne	5	1	1	0	0	1	9	17
<b>Total</b>	29	21	48	25	36	34	46	239

Tableau 2 : Répartition des bateaux "Mer Celtique" (et "Ouest-Ecosse") dans les flottilles-types trimestrielles en 1985 et 1992 (en nombre de navires)

Fishery-Unit		Baudroles	Cardine	Rale fleurie	Lingue franche	Merlu	Morue	Merlan	Langoustine
Chalutage benthique en mer celtique (4)	1985	36 (15)	8 (4)	13 (8)	5 (4)	4 (5)	3 (4)	2 (4)	2 (6)
	1992	24 (13)	9 (6)	13 (10)	5 (4)	4 (4)	6 (6)	2 (3)	2 (4)
Chalutage benthique sur les accores du Golfe de Gascogne	1985	48 (11)	7 (4)	18 (8)	2 (2)	3 (4)	0 (1)	0 (1)	1 (2)
	1992	29 (17)	8 (5)	14 (10)	3 (4)	4 (5)	1 (2)	1 (2)	3 (6)
Chalutage démersal en mer celtique (5)	1985	12 (10)	3 (4)	3 (4)	5 (5)	6 (5)	11 (9)	12 (12)	1 (4)
	1992	7 (5)	4 (3)	3 (3)	3 (3)	4 (3)	17 (8)	21 (18)	3 (5)
Chalutage à langoustine en mer celtique (8)	1985	14 (4)	8 (4)	1 (2)	5 (3)	3 (2)	10 (4)	6 (7)	31 (12)
	1992	11 (4)	9 (4)	0 (1)	3 (1)	3 (2)	11 (4)	10 (8)	31 (9)

**Tableau 3 : Dérive des caractéristiques des métiers-types (Fishery-Units)**

Moyennes (écart-types) des pourcentages de diverses espèces pour l'ensemble des marées des bateaux de chaque fishery-unit  
(production pondérale de l'espèce / production totale de la marée)

Métier-Cible	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
Benthique	47	27	11	2	31	59	79	2
Démersal	15	34	57	81	38	10	11	1
Langoustine	6	8	7	4	6	6	1	41
Autre	2	11	5	2	8	4	5	1
Bent + Dem	4	4	5	3	5	4	3	1
Bent + Lg	24	14	10	3	9	15	1	42
Dem + Lg	2	2	5	6	3	2	0	11
Bent + Dem + Lg	1	0	1	1	0	1	0	1
(Total Langoustine)	33	24	23	14	18	24	2	95
Somme	101	100	101	102	100	101	100	100
Total (tonnes)	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576

**Tableau 4. : Contribution de chaque métier-cible aux débarquements de quelques espèces**  
**Production pondérale de l'espèce pour le métier / production totale "mer celtique" de l'espèce**  
**Chiffres 1992 (Seuils : 10,40,20) (cibmctypo.f)**

Métier-cible	Benthique	Démersal	Langoustine	Autre	Bent+Dem	Bent+Lg	Dem+Lg	B+D+Lg	Total	(Total Lg)
<b>Métier-type</b>										
<b>Langoustine en été</b>										
166 tonnes	11	0	81	0	0	2	5	0	99	88
9839 KF	9	0	85	0	0	2	4	0	100	91
<b>Langoustiniers</b>										
6100 tonnes	7	11	55	2	3	7	14	1	100	77
106644 KF	6	6	64	2	2	8	12	1	101	86
<b>Langoustine+Démersaux</b>										
5844 tonnes	10	28	31	4	4	4	17	1	99	53
87073 KF	10	19	41	4	3	5	16	1	99	63
<b>Démersaux+Benthiques</b>										
9207 tonnes	7	73	0	10	9	0	1	0	100	0
98587 KF	9	68	0	12	9	0	1	0	99	0
<b>Démersaux</b>										
13794 tonnes	1	95	0	3	1	0	0	0	100	0
119008 KF	1	93	0	3	2	0	0	0	99	0
<b>Benthiques</b>										
12499 tonnes	89	1	0	9	1	0	0	0	100	0
188189 KF	89	1	0	9	1	0	0	0	100	0
<b>Benthiques+Langoustine</b>										
1461 tonnes	60	3	21	2	2	9	3	1	101	34
22337 KF	56	2	24	2	2	10	3	0	99	37
<b>Benthiques+Morue</b>										
7829 tonnes	41	26	3	16	10	2	1	0	99	6
104521 KF	44	22	4	17	9	3	1	0	100	8

**Tableau 5.1. : Importance relative des divers métiers-cibles à l'intérieur de quelques métiers-types**  
**Production et Valeur toutes espèces confondues métier-cible / métier-type**  
**Chiffres de 1989**

Métier-cible	Benthique	Démersal	Langoustine	Autre	Bent+Dem	Bent+Lg	Dem+Lg	B+D+Lg	Total	(Total Lg)
<b>Fishery-Unit</b>										
<b>Benthiques (4)</b>										
21789 tonnes	70	10	2	11	4	1	1	0	99	4
315047 KF	72	8	3	11	4	2	1	0	101	6
<b>Démersaux (6)</b>										
26987 tonnes	5	83	1	6	5	0	1	0	101	2
262590 KF	7	77	1	8	6	1	1	0	101	3
<b>Langoustiniers (8)</b>										
12173 tonnes	9	19	45	3	3	6	15	1	101	67
203556 KF	8	11	55	3	3	6	13	1	100	75

**Tableau 5.2. : Importance relative des divers métiers-cibles à l'intérieur de quelques Fishery-Units**  
**Production et Valeur toutes espèces confondues métier-cible / Fishery-Unit**  
**Chiffres de 1989**

Seuils (en valeur):  
 Benthique 30% Baudroies + Cardline + Rale fleurie  
 Démersal 20% Morue + Merlan  
 Langoustine 10% Langoustine

1985	Temps de Pêche	Production
Fishery-Unit Benthiques (4+14)	37	34
Somme métiers-cibles Benthiques et B+D	53	47
Fishery-Unit Démersaux (5)	36	46
Métier-cible Démersaux	13	24
Fishery-Unit Langoustine (8)	27	20
Somme métiers-cibles Langoustine	26	19
Métier Autres	9	11
Somme Fishery-Units	100	100
Somme métiers-cibles	100	100
Total Fishery-Units	907347	73442
Total métiers-cibles	907347	73442

**Tableau 6.1. : Segmentation de la flottille "Mer celtique" par les métiers-cibles ou par les Fishery-Unit**  
**Part de chaque segment en % du temps de pêche et de la production totale**  
**Chiffres 1985 (Seuils : 10,40,20) (cibmctypo.f et cibtypomc.f)**

1992	Temps de Pêche	Production
Fishery-Unit Benthiques (4+14)	40	33
Somme métiers-cibles Benthiques	40	29
Fishery-Unit Démersaux (5)	34	48
Métier-cible Démersaux	22	38
Fishery-Unit Langoustine (8)	26	19
Somme métiers-cibles Langoustine	31	24
Métier Autres	8	8
Somme Fishery-Units	100	100
Somme métiers-cibles	100	100
Total Fishery-Units	900776	47641
Total métiers-cibles	900776	47641

**Tableau 6.2. : Segmentation de la flottille "Mer celtique" par les métiers-cibles ou par les Fishery-Unit**  
**Part de chaque segment en % du temps de pêche et de la production totale**  
**Chiffres 1992 (Seuils : 10,40,20) (cibmctypo.f et cibtypomc.f)**

1985	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
Fishery-Unit Benthique (4+14)	43	31	16	11	39	58	77	4
Somme métiers-cibles Benthique et B+D	63	49	30	24	53	76	92	3
Fishery-Unit Démersale (5)	29	57	61	75	42	27	21	6
Métier-cible Démersal	9	25	42	61	24	6	5	1
Fishery-Unit Langoustine (8)	27	12	23	14	19	14	1	89
Somme métiers-cibles Langoustine	25	10	21	9	16	13	1	96
Métier Autres	3	16	7	5	6	4	3	1
Somme Fishery-Units	99	100	100	100	100	99	99	99
Somme métiers-cibles	100	100	100	99	99	99	101	101
Tonnage total	4512	3973	6200	7342	3758	13776	3817	4836

**Tableau 7.1. : Segmentation de la flottille "Mer celtique" par les métiers-cibles ou par les Fishery-Units**  
**Part de chaque segment en % du temps de la production totale de quelques espèces**  
**Chiffres 1985 (Seuils : 10,40,20) (cibmctypo.f et cibtypomc.f)**

1992	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
Fishery-Unit Benthique (4+14)	47	34	17	4	46	62	78	9
Somme métiers-cibles Benthique et B+D	51	31	16	5	36	63	82	3
Fishery-Unit Démersale (5)	24	48	66	84	39	20	20	14
Métier-cible Démersal	15	34	57	81	39	10	11	1
Fishery-Unit Langoustine (8)	28	18	17	11	15	18	1	77
Somme métiers-cibles Langoustine	33	23	23	14	18	24	2	95
Métier Autres	2	11	5	2	8	4	5	1
Somme Fishery-Units	99	100	100	99	100	100	99	100
Somme métiers-cibles	101	99	101	102	101	101	100	100
Tonnage total	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576

**Tableau 7.2. : Segmentation de la flottille "Mer celtique" par les métiers-cibles ou par les Fishery-Units**  
**Part de chaque segment en % du temps de la production totale de quelques espèces**  
**Chiffres 1992 (Seuils : 10,40,20) (cibmctypo.f et cibtypomc.f)**

Métier-Cible		Temps Pêche	Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Raie fleurie	Langoustine
Benthique	1985	44.5	36.5	47.7	36.0	13.7	8.4	39.5	68.1	86.3	1.6
	1992	35.9	26.1	46.8	27.2	10.7	2.0	31.0	58.6	78.7	1.8
Démersal	1985	12.6	23.8	9.5	25.0	42.3	60.9	24.1	6.4	4.5	1.0
	1992	21.9	38.1	14.6	33.6	57.5	80.6	38.5	10.4	11.3	1.4
Langoustine	1985	9.3	6.5	3.9	3.0	5.8	2.5	3.6	3.3	0.2	46.1
	1992	10.4	8.1	5.7	7.7	6.8	3.7	5.5	5.8	0.8	41.2
Autre	1985	8.6	10.9	2.6	16.2	7.2	5.3	5.8	3.9	2.6	0.6
	1992	7.7	8.5	2.4	11.3	4.9	2.2	8.2	4.1	5.1	0.6
Bent + Dem	1985	8.1	10.2	15.6	12.7	16.3	16.2	14.0	8.1	5.6	0.9
	1992	3.7	3.3	4.4	3.9	4.7	2.6	4.7	3.7	2.7	0.6
Bent + Lg	1985	14.2	9.9	18.7	5.9	9.8	3.3	10.1	9.0	0.7	43.0
	1992	15.9	11.8	23.6	13.5	9.9	2.7	8.6	14.9	1.2	42.1
Dem + Lg	1985	2.2	1.8	1.2	1.0	4.1	2.7	2.5	0.9	0.1	5.8
	1992	4.1	3.7	1.8	2.2	4.8	5.7	3.1	2.1	0.2	11.4
Bent + Dem + Lg	1985	0.6	0.4	0.7	0.2	0.8	0.7	0.5	0.3	0.0	1.0
	1992	0.6	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5	0.3	0.5	0.0	0.9
(Total Langoustine)	1985	26.3	18.6	24.6	10.1	20.6	9.2	16.6	13.5	0.9	95.8
	1992	30.9	24.0	31.7	24.0	22.2	12.6	17.6	23.2	2.2	95.6
Somme	1985	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1992	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total (tonnes ou heures)	1985	907348	73442	4512	3973	6200	7342	3758	13776	3817	4836
	1992	900777	47641	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576
Variation 1985-1992		-0.7	-35.1	-32.5	-55.2	-3.6	8.6	-54.4	-59.0	-34.7	-26.1

Tableau 8.1.: Importance relative des différents métiers-cibles (en pourcentage du temps de pêche total des bateaux fréquentant la mer celtique)  
 Contribution de chacun aux débarquements des principales espèces  
 (en pourcentage des débarquements totaux de l'espèce par les bateaux fréquentant la mer celtique)  
 Comparaison 1985 - 1992 pour tous les bateaux (Seuils : 10,40,20) (cibtypomc2.f)

Métier-Cible		Temps Pêche	Production	Cardine	Merlu	Morue	Mertan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine	Somme
Benthique	1985	403382	26799	8.0	5.3	3.2	2.3	5.5	35.0	12.3	0.3	72.0
	1992	323170	12433	11.5	3.9	5.2	1.3	4.3	26.6	15.8	0.5	69.0
Démersal	1985	114138	17473	2.4	5.7	15.0	25.6	5.2	5.1	1.0	0.3	60.2
	1992	197225	18153	2.4	3.3	18.9	35.4	3.6	3.2	1.5	0.3	68.7
Langoustine	1985	84797	4778	3.7	2.5	7.6	3.8	2.9	9.5	0.1	46.7	76.8
	1992	93299	3859	4.5	3.6	10.5	7.7	2.4	8.4	0.5	38.1	75.9
Autre	1985	77614	8007	1.5	8.0	5.6	4.8	2.7	6.7	1.2	0.4	31.0
	1992	68950	4060	1.8	5.0	7.2	4.3	3.5	5.7	3.1	0.5	31.1
Bent + Dem	1985	73362	7472	9.4	6.7	13.5	15.9	7.1	14.8	2.9	0.6	71.0
	1992	33285	1566	8.6	4.5	18.1	13.3	5.2	13.3	4.3	1.3	68.6
Bent + Lg	1985	129071	7248	11.6	3.2	8.4	3.4	5.2	17.1	0.4	28.7	78.0
	1992	142939	5608	12.8	4.3	10.6	3.9	2.6	15.0	0.5	26.9	76.5
Dem + Lg	1985	19857	1343	4.2	2.8	19.1	14.8	6.9	8.9	0.1	20.8	77.7
	1992	36944	1755	3.2	2.3	16.4	25.8	3.1	6.6	0.3	23.2	80.9
Bent + Dem + Lg	1985	5127	322	10.2	2.8	14.9	15.5	5.3	14.9	0.3	14.9	78.9
	1992	4965	207	8.2	3.9	17.4	19.8	2.9	15.0	0.5	15.0	82.6
(Total Langoustine)	1985	238852	13691	8.1	2.9	9.3	4.9	4.6	13.6	0.3	33.8	77.6
	1992	278147	11429	8.5	3.7	11.6	8.8	2.6	11.5	0.5	29.9	77.1
Tous métiers	1985	907348	73442	6.1	5.4	8.4	10.0	5.1	18.8	5.2	6.6	65.6
	1992	900777	47641	6.4	3.7	12.5	16.7	3.6	11.8	5.2	7.5	67.6
Total (tonnes ou heures)	1985	907348	73442	4512	3973	6200	7342	3758	13776	3817	4836	48214
	1992	900777	47641	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576	32199
Variation 1985-1992		-0.7	-35.1	-32.5	-55.2	-3.6	8.6	-54.4	-59.0	-34.7	-26.1	-33.2

Tableau 8.2.: Importance relative des différentes espèces à l'intérieur de chaque métier-cible - en poids  
 Comparaison 1985 - 1992 pour tous les bateaux (Seuils : 10,40,20)

Métier-Cible		Temps Pêche	Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
Benthique	1985	403382	66.4	5.3	3.5	2.1	1.5	3.7	23.3	8.2	0.2
	1992	323170	38.5	4.4	1.5	2.0	0.5	1.6	10.2	6.1	0.2
Démersal	1985	114138	153.1	3.7	8.7	23.0	39.2	7.9	7.7	1.5	0.4
	1992	197225	92.0	2.2	3.0	17.4	32.5	3.3	3.0	1.4	0.3
Langoustine	1985	84797	56.3	2.1	1.4	4.3	2.1	1.6	5.4	0.1	26.3
	1992	93299	41.4	1.9	1.5	4.4	3.2	1.0	3.5	0.2	15.8
Autre	1985	77614	103.2	1.5	8.3	5.8	5.0	2.8	6.9	1.3	0.4
	1992	68950	58.9	1.1	2.9	4.2	2.5	2.0	3.4	1.8	0.3
Bent + Dem	1985	73362	101.9	9.6	6.9	13.8	16.2	7.2	15.1	2.9	0.6
	1992	33285	47.0	4.1	2.1	8.5	6.3	2.4	6.3	2.0	0.6
Bent + Lg	1985	129071	56.2	6.5	1.8	4.7	1.9	2.9	9.6	0.2	16.1
	1992	142939	39.2	5.0	1.7	4.1	1.5	1.0	5.9	0.2	10.5
Dem + Lg	1985	19857	67.6	2.8	1.9	12.9	10.0	4.7	6.0	0.1	14.1
	1992	36944	47.5	1.5	1.1	7.8	12.2	1.5	3.1	0.2	11.0
Bent + Dem + Lg	1985	5127	62.8	6.4	1.8	9.4	9.8	3.3	9.4	0.2	9.4
	1992	4965	41.7	3.4	1.6	7.3	8.3	1.2	6.2	0.2	6.2
(Total Langoustine)	1985	238852	57.3	4.6	1.7	5.3	2.8	2.6	7.8	0.2	19.4
	1992	278147	41.1	3.5	1.5	4.8	3.6	1.1	4.7	0.2	12.3
Tous métiers	1985	907348	80.9	5.0	4.4	6.8	8.1	4.1	15.2	4.2	5.3
	1992	900777	52.9	3.4	2.0	6.6	8.8	1.9	6.3	2.8	4.0
Total (tonnes ou heures)	1985	907348	73442	4512	3973	6200	7342	3758	13776	3817	4836
	1992	900777	47641	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576
Variation 1985-1992		-0.7	-35.1	-32.5	-55.2	-3.6	8.6	-54.4	-59.0	-34.7	-26.1

Tableau 8.3.: Capture par unité d'effort (kg/heure)

Comparaison 1985 - 1992 pour tous les bateaux (Seuils : 10,40,20)

Métier-Cible		Temps Pêche	Production	Cardine	Merlu	Morue	Merlan	Lingue franche	Baudroies	Rale fleurie	Langoustine
Benthique	1985	44.5	0.82	1.07	0.81	0.31	0.19	0.89	1.53	1.94	0.04
	1992	35.9	0.73	1.31	0.76	0.30	0.06	0.86	1.63	2.19	0.05
Démersal	1985	12.6	1.89	0.75	1.99	3.36	4.84	1.91	0.51	0.36	0.08
	1992	21.9	1.74	0.66	1.54	2.63	3.68	1.76	0.47	0.52	0.06
Langoustine	1985	9.3	0.70	0.42	0.33	0.62	0.26	0.39	0.35	0.02	4.93
	1992	10.4	0.78	0.56	0.75	0.66	0.36	0.53	0.56	0.07	3.97
Autre	1985	8.6	1.27	0.31	1.89	0.84	0.61	0.68	0.45	0.30	0.07
	1992	7.7	1.11	0.32	1.47	0.64	0.29	1.07	0.53	0.66	0.08
Bent + Dem	1985	8.1	1.26	1.93	1.57	2.01	2.01	1.73	1.00	0.70	0.11
	1992	3.7	0.89	1.20	1.06	1.28	0.71	1.28	1.00	0.73	0.16
Bent + Lg	1985	14.2	0.69	1.32	0.42	0.69	0.23	0.71	0.63	0.05	3.02
	1992	15.9	0.74	1.49	0.85	0.63	0.17	0.54	0.94	0.08	2.66
Dem + Lg	1985	2.2	0.84	0.57	0.44	1.89	1.24	1.13	0.39	0.02	2.64
	1992	4.1	0.90	0.45	0.55	1.18	1.38	0.77	0.50	0.06	2.78
Bent + Dem + Lg	1985	0.6	0.78	1.29	0.40	1.37	1.21	0.80	0.62	0.05	1.76
	1992	0.6	0.79	1.01	0.81	1.09	0.93	0.63	1.00	0.07	1.57
(Total Langoustine)	1985	26.3	0.71	0.93	0.39	0.78	0.35	0.63	0.51	0.04	3.64
	1992	30.9	0.78	1.03	0.78	0.72	0.41	0.57	0.75	0.07	3.10
Total (tonnes ou heures)	1985	907348	73442	4512	3973	6200	7342	3758	13776	3817	4836
	1992	900777	47641	3045	1781	5976	7970	1715	5645	2491	3576
Variation 1985-1992		-0.7	-35.1	-32.5	-55.2	-3.6	8.6	-54.4	-59.0	-34.7	-26.1

Tableau 8.4.: Indice d'efficacité = (Part de production / Part d'effort)  
 Comparaison 1985 - 1992 pour tous les bateaux (Seuils : 10,40,20) (clbtypomc2.f)