

## Hétérogénéité et variabilité de la pêche artisanale : méthodologie d'étude de l'activité de pêche et mortalité induite

MARIAMA BARRY-GERARD, MOUSSA BAKHAYOKHO, FRANCIS LALOE,  
ALASSANE SAMBA, HAMET DIADHIOU, JEAN-JACQUES LEVENEZ

### HETEROGENEITY AND VARIABILITY OF SMALL-SCALE FISHERIES : METHODS OF STUDYING FISHING ACTIVITY AND INDUCED MORTALITY

#### ABSTRACT

*A survey system used in Senegal to obtain data on small-scale fishing activity and results since the start of the 1970s is described. Several situations and solutions relating to regional characteristics are presented, within the general context of a stratified plan, with several levels of observation in each stratum. Certain procedures used to evaluate the qualities of the system are presented and the existence of a sharing of effort between the various species is demonstrated.*

#### INTRODUCTION

Une des principales caractéristiques de la pêche artisanale sénégalaise est son hétérogénéité structurelle. Elle est pratiquée par plusieurs communautés de pêcheurs (*Guet-ndariens, Lebou, Niominka*, etc...) utilisant plus d'une vingtaine de métiers suivant des stratégies qui varient saisonnièrement en fonction de facteurs biologiques et socio-économiques. Ces communautés sont installées dans plus de 200 centres de pêche répartis sur tout le littoral. Du fait de cette variabilité, l'évaluation de l'activité et des résultats (captures et rendements) de la pêcherie impose la mise en place de systèmes d'enquêtes très complexes.

---

*In : La Recherche Face à la Pêche Artisanale, Symp. Int. ORSTOM-IFREMER, Montpellier France, 3-7 juillet 1989, J.-R. Durand, J. Lemoalle et J. Weber (eds.). Paris, ORSTOM, 1991, t. II : 551-558.*

Ce document discute d'une part de l'approche utilisée par le CRODT pour estimer l'activité des différents métiers et d'autre part l'influence de la variabilité de certains facteurs tel que l'environnement notamment sur la répartition des mortalités par pêche subies par les différents stocks.

## 1. APPROCHE UTILISÉE DANS L'ESTIMATION DES ACTIVITÉS DE PÊCHE

Pour estimer l'activité des différents métiers on a recours aux techniques d'échantillonnage stratifié. Le plan adopté consiste à diviser la côte en régions géographiques relativement homogènes et dans chacune d'elles à effectuer des enquêtes dans les centres de débarquement les plus importants. Les résultats obtenus dans ces derniers seront ensuite extrapolés à l'ensemble de la région par l'intermédiaire des résultats des recensements du parc piroguier.

Sept principaux types d'engins de pêche et une centaine d'espèces, dont une trentaine de réelle importance, sont distingués.

### 1.1. Estimation de l'effort de pêche journalier

La méthode utilisée dans chaque centre est adaptée à la physionomie de la pêche. C'est ainsi que le nombre de sorties journalières (qui sera utilisé pour déterminer l'effort de pêche) peut être obtenu par l'une des trois méthodes suivantes :

#### 1.1.1. Système de décompte

Dans les ports de Kayar, Saint-Louis et Soubédioune, où les types de pêche sont en nombre réduit et faciles à identifier, un système de décompte a été mis en place. Il consiste à dénombrer les pirogues restées sur la plage après les départs en pêche le matin, ainsi que le soir après le retour des pirogues. Le nombre de sorties de la journée est obtenu en faisant la différence des résultats des deux comptages (PECHART, 1982).

#### 1.1.2. Système d'interview

Il consiste à dresser la liste des pêcheurs propriétaires de pirogues actives avec l'aide de vieux pêcheurs qui se regroupent sous des abris pour attendre les retours de marée. Chaque jour, l'enquêteur muni de sa liste fait le tour des abris pour actualiser celle-ci et s'informer sur le type de pêche pratiqué par les pirogues sorties. Il fait également confirmer l'engin utilisé la veille par chaque pirogue. L'activité réelle des pirogues un jour donné n'est donc connue qu'après la confirmation du lendemain.

Ce système est appliqué à Joal où il existe plusieurs types d'engins et où les sorties et les retours de pirogues peuvent avoir lieu à toute heure du jour ou de la nuit.

#### 1.1.3. Système de pointage des arrivées

Cette méthode est utilisée dans les centres comme Mbour, Hann, Yoff qui ont les particularités suivantes : nombre élevé de types de pêche, étalement des heures de débarquement, existence du phénomène de navette entre deux centres de débarquement et de doubles sorties.

Pour déterminer les nombres de sorties par cette méthode, l'enquêteur qui reste sur la plage pendant toute la durée des débarquements pointe les pirogues sur des bordereaux établis à cet effet au fur et à mesure qu'elles arrivent. Ce pointage donne directement les nombres de sorties.

## 1.2. Estimation des captures

Il faut tenir compte de l'existence de plusieurs types de pêche, de plusieurs centres de débarquement et de plusieurs saisons (GÉRARD, 1985 ; LALOÉ, 1985). Ceci a conduit à mettre au point un système d'échantillonnage à plusieurs niveaux. Pour un engin, une espèce et un centre de débarquement donnés, on a ainsi cinq niveaux d'observations : le poisson, la prise d'une pirogue de retour de pêche, le jour où a eu lieu la sortie, la saison et l'année.

L'échantillonnage s'effectue choisissant au hasard un certain nombre de pirogues et en sélectionnant ensuite à l'intérieur de celles-ci. En fait, à chaque étape, des unités de rang «inférieur» sont tirées dans l'unité de rang «immédiatement supérieur».

### 1.2.1. Estimation de la prise réalisée au cours d'une sortie

Pour estimer la quantité de poissons présente dans une pirogue, les calculs s'effectuent différemment selon que l'estimation est faite par comptage des poissons ou par estimation à vue du poids.

a) Estimation par le nombre d'individus: si le nombre  $M$  de poissons est peu important et que l'enquêteur peut les compter sans difficulté, il le fait et en mesure un certain nombre  $m_i$ , tirés au hasard. Le poids d'un individu mesuré peut être estimé à l'aide d'une relation taille-poids. L'estimation du poids total de la pirogue est obtenue en multipliant le nombre de poissons contenus dans la pirogue par le poids moyen des individus mesurés.

Si  $P_{ik}$  est l'estimation du poids du  $k$ ème poisson,  $M_i$  le nombre de poissons contenus dans la pirogue et  $m_i$  le nombre de poissons mesurés dans cette même pirogue ; le poids moyen des individus mesurés dans la pirogue  $i$  est donné par la formule :

$$P_i = (1/m_i) \sum_{k=1}^{m_i} P_{ik}$$

L'estimation du poids total de la pirogue échantillonnée sera alors :  $P_{io} = M_i \cdot P_i$ .

b) Estimation directe du poids : si les poissons sont trop nombreux pour pouvoir être rapidement dénombrés de manière exacte, l'enquêteur estime « à vue » le poids de la prise.

### 1.2.2. Sélection des pirogues enquêtées pendant une journée.

Au cours d'une journée, l'enquêteur sélectionne des pirogues qu'il échantillonne. La prise ( $P_j$ ) de la journée est estimée en multipliant la prise moyenne des pirogues échantillonnées par le nombre de sorties.

$$P_j = \frac{N_j}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} P_{io}$$

$N_j$  = nombre de sorties pendant la journée  $j$

$n_j$  = nombre de pirogues échantillonnées pendant la journée  $j$

$P_{io}$  = estimation de la prise totale de la pirogue  $i$  pour l'espèce.

La sélection des pirogues enquêtées pendant la journée est une opération extrêmement délicate et de très nombreuses sources de biais peuvent exister. En effet, si le centre de débarquement est important, il sera pratiquement impossible de satisfaire aux conditions de l'E.A.S. (Echantillonnage Aléatoire Simple), à cause de la structure des débarquements dans le temps et dans l'espace :

- si une pirogue est sélectionnée, les pirogues qui rentreront pendant le temps d'enquête auront une probabilité nulle d'être sélectionnées ;

- si le rythme des débarquements est irrégulier, les pirogues débarquant aux heures de pointe ont moins de chances d'être sélectionnées que celles qui arrivent aux heures creuses ;
- si la plage est très étendue et divisée en zones relativement spécialisées, la probabilité d'enquête d'une pirogue est d'autant plus grande que celle-ci débarque à proximité de l'enquêteur. Le trajet de l'enquêteur est lui-même influencé par la structure spatio-temporelle des débarquements.

S'il n'existe pas de liaison entre les quantités débarquées et l'heure ou la place de débarquement, ces faits ne seront pas source de biais. Il convient donc de mener des études descriptives de l'activité de pêche dans chaque centre de débarquement où des enquêtes peuvent avoir lieu.

### 1.2.3. Sélection des jours d'enquête

Les difficultés sont sans doute moindres qu'au niveau précédent. Il y a un ordre chronologique évident qui doit être pris en compte. Autant que faire se peut les jours d'enquêtes seront répartis régulièrement. Toutefois un problème peut se poser lorsqu'il existe des jours dont la probabilité de sélection est nulle.

De même que dans le paragraphe précédent, la prise ( $P_q$ ) au cours d'une période donnée est estimée par :

$$P_q = \frac{N_q}{n_q} \sum_{j=1}^n P_j \cdot \rho$$

$N_q$  = nombre de jours pendant la période  $q$ ,

$n_q$  = nombre de jours d'enquêtes pendant cette période.

### 1.2.4. Choix de la longueur des périodes

Nous n'évoquerons pas ici la sélection de périodes dans la mesure où on dispose généralement d'estimations pour chacune d'entre elles. Le choix de la longueur des périodes est à déterminer en fonction de deux contraintes :

- il faut des périodes assez courtes pour que les effets jours soient les plus réduits, en particulier il ne faut pas qu'une période «chevauche» plusieurs saisons ;
- il ne faut pas trop de périodes, ce qui conduirait à un nombre trop élevé d'estimations sans intérêt.

### 1.2.5. Estimation des captures en tenant compte des centres non enquêtés

Dans la stratégie d'échantillonnage adoptée pour la pêche artisanale, les enquêtes se font toujours dans les mêmes centres de débarquement. Ceci se justifie par le fait que l'ensemble des lieux sélectionnés regroupe actuellement environ 60 % du parc piroguier maritime sénégalais (SOCECO-PECHART, 1982).

Pour estimer les résultats de la pêcherie en tenant compte des points non enquêtés, il faut effectuer des extrapolations. Il faut donc connaître l'importance de ces points. Pour ce faire, nous utilisons les résultats des recensements du parc piroguier maritime (SOCECO-PECHART, 1982, 1983, 1985). La côte est découpée en régions et l'année en deux saisons, pour chaque engin les captures réalisées sont estimées par :

$$P_{ijrs} = C_{ijrs} \cdot E_{jrs}$$

$$E_{jrs} = \frac{N_{jrst}}{N_{jrsr}}$$

- $P_{ijrs}$  est la capture totale pour l'espèce  $i$  réalisée par l'engin  $j$  pendant la saison  $s$  dans l'ensemble de la région  $r$ .

•  $C_{ijrs}$  est la capture totale pour l'espèce  $i$  réalisée par l'engin  $j$  pendant la saison  $s$  dans l'ensemble des points enquêtés dans la région  $r$ .

•  $E_{jrs}$  est un coefficient d'extrapolation dépendant de l'engin  $j$ , de la saison  $s$  et de la région  $r$ .

•  $N_{jrs}$  est le nombre total de pirogues «actives», utilisant l'engin  $j$ , observées dans la région  $r$  au cours du recensement effectué pendant la saison  $s$ .

•  $N_{jrc}$  est le nombre total de pirogues «actives», utilisant l'engin  $j$ , observées au cours du recensement effectué pendant la saison  $s$ , dans les points de la région  $r$  où il y a des enquêtes de routine.

Le choix des pirogues actives (c'est-à-dire ayant effectué des sorties au cours du mois écoulé) est fait pour tenir compte de l'éventuelle différence d'activité dans les centres principaux (où il y a des enquêtes) et secondaires (où il n'y en a pas).

### 1.2.6. Système d'enquête intégré Recherche/Développement

D'une manière générale, le CRODT ne dispose pas de moyens humains suffisants pour assurer la couverture statistique de tous les points de débarquement. Pour combler cette lacune, particulièrement ressentie en Casamance avec l'existence d'un milieu estuarien et d'une multitude de petits points de débarquement, un système d'enquête a été mis en place (DIADHIOU, 1988) en collaboration avec des agents du Développement (Direction de l'Océanographie et des pêches Maritimes (DOPM), Eaux et Forêts, Elevage). Ces derniers sont chargés de la collecte de données statistiques en rapport avec leurs prérogatives, c'est-à-dire le mareyage, tandis que les agents du CRODT se chargent d'estimer des coefficients d'extrapolation permettant de passer des données de mareyage à la production totale.

## 2. APPROCHES UTILISÉES POUR TESTER LA VALIDITÉ DES SYSTÈMES D'ENQUÊTES

Nous supposons en général que dans chaque niveau où il y a tirage d'un échantillon, celui-ci est fait selon la technique de l'échantillonnage aléatoire simple sans remise. Pour que ces règles soient respectées, ou pour éviter que des biais viennent entacher les estimations réalisées, certaines hypothèses sur la structure des débarquements doivent être satisfaites. Ceci conduit à des analyses de cette structure qui doivent être faites à tous les niveaux d'échantillonnage.

C'est ainsi qu'un certain nombre d'opérations et d'études ont été menées pour évaluer la fiabilité du système et la précision des estimations réalisées :

• des tests ont été effectués à Mbour et à Joal pour apprécier la précision des données d'efforts par type de pêche. Ils ont consisté à comparer les résultats du travail de l'agent chargé de la collecte journalière de l'effort à ceux obtenus par pointage des arrivées effectués par une équipe d'enquêteurs répartis tout le long de la plage (Tab. 1 et 2).

**Tableau 1 - Nombre de sorties obtenu par l'enquêteur collectant habituellement l'effort de pêche et par l'équipe de contrôle à Mbour le 17/11/85**

Types de pêche	PVL	PML	LRH	FDS	FDE	FDY	FD SURF		ST	FME	LSE	PSM	SP
							PVL	PML					
Enquêteur	15	78	7	3	1	1	2	6	32	16	1	1	0
Equipe	17	83	4	3	1	1	3	4	32	18	1	1	0

**Tableau 2 - Nombre de sorties obtenu par l'enquêteur collectant habituellement l'effort de pêche et par l'équipe de contrôle à Joal (19/11/85).**

Types de pêche	PVL	PML	PGL	LSE	FDS	FDY	LT	FME	ST	SP
Enquêteur	3	37	38	10	84	23	0	20	21	3
Equipe	5	37	36	9	85	21	0	17	19	3

PVL = pirogue à voile pêchant à la ligne

PML = pirogue à moteur pêchant à la ligne

LRH = ligne à rhinobatos ; FDS = filet dormant à sole

FDE = filet dormant à ethmalose ; FDY = filet dormant à yeet

FD SURF = filet dormant de surface ; ST = senne tournante

FME = filet maillant encerclant ; LSE = ligne seiche

PSM = pêche sous marine ; SP = senne de plage

PGL = ligne glacière ; LT = ligne traîne.

◦ DESTANQUES (1982) a analysé la distribution des erreurs commises par les enquêteurs lors de l'estimation «à vue» du poids d'une prise ; elle a montré l'existence de biais d'enquêteurs ainsi que l'effet catégorie de taille et d'interaction entre les deux effets ;

◦ en 1985, une étude de la précision des estimations de captures et prises par unité d'effort (LALOÉ, 1985) a permis d'apprécier la variance des estimations ;

◦ enfin des évaluations des effets jours par analyse de variance ont été effectuées en 1981 (LALOÉ *et al.*, 1981) et en 1985 (GÉRARD et GRÉBER, 1985).

Ces études ont permis de mettre en évidence un certain nombre de facteurs de variation affectant l'activité et les résultats de la pêcherie.

Un des objectifs des plans d'échantillonnage stratifié est d'améliorer la précision des estimations en utilisant une classification en catégories «homogènes» des unités d'observation. L'existence d'une hétérogénéité (LALOÉ, 1985 ; GÉRARD et GRÉBER, 1985) intra-strate peut donc *a priori* être perçue comme un défaut des critères de stratification, alors qu'elle peut traduire en réalité la faculté qu'ont les pêcheurs de s'adapter aux modifications du milieu et de la ressource.

L'exemple de l'étude du «suréchantillonnage» de Kayar (LALOÉ *et al.*, 1981) est à ce titre très intéressant. En effet en 1978 un «suréchantillonnage» avait été effectué à Kayar pendant 6 jours et il portait sur 731 sorties de pirogues motorisées pêchant à la ligne. L'un des objectifs de cette opération était d'étudier les prises en fonction des caractéristiques des sorties. C'est ainsi que l'examen des rendements quotidiens moyens par espèce (Tab. 3) a permis de montrer qu'il n'y a pas de «parfaite» stabilité, même sur une courte période de six jours.

En effet, on observe une très forte décroissance des rendements en tassergal ; d'environ 20 kg par sortie durant les deux premiers jours, ils passent à 1 kg les trois derniers. La bonite est une espèce secondaire capturée en général lors de la recherche des tassergals ; les rendements en bonite, faibles pendant les premiers jours, ont augmenté alors que chutaient les captures de tassergal puis sont redevenus faibles le dernier jour. L'observation de la fréquentation des lieux de pêche du tassergal et des espèces démersales montre une certaine désaffection des premiers au profits des seconds.

**Tableau 3 - Rendements quotidiens moyens (en kg) par espèce obtenus lors du «suréchantillonnage» de Kayar en 1978.**

Espèces		Thiof	Chin- chard	Tassergal	Pageot	Bonite	Reste	Total
Jour	(nombre pirogues)							
1	(96)	1,25	2,66	25,07	3,28	3,18	6,71	42,15
2	(141)	2,37	3,61	21,05	2,07	0,09	2,56	31,75
3	(143)	4,40	2,66	5,11	3,12	10,39	3,35	29,03
4	(123)	3,22	4,42	0,24	9,05	14,53	4,31	35,77
5	(123)	2,76	5,02	1,47	8,80	10,62	6,35	35,02
6	(105)	2,17	8,34	1,32	12,64	3,11	8,27	35,85

Une interprétation simple de ces constatations peut être proposée : la chute des rendements en tassergal peut être due à celle de leur capturabilité. Le maintien de captures élevées de bonites peut indiquer que les pêcheurs continuent de rechercher le tassergal pendant quelques jours, puis abandonnent cette tactique pour rechercher des espèces démersales. Ceci se traduit par la plus faible fréquentation de la zone d'habitude favorable à la capture des tassergals et par la chute des rendements en bonites observée le dernier jour. Il apparaît donc qu'une très importante modification de la répartition des efforts effectifs a pu se produire, au cours d'une courte période de six jours. L'effort effectif peut donc prendre des formes très diverses à partir d'un même parc d'unités de pêche et cela doit être pris en compte. Si tel est le cas, il est évident qu'il n'est pas possible de déduire avec précision des efforts effectifs à partir d'efforts nominaux, et qu'il faut utiliser d'autres informations pour la description de la pêche. Il faut en particulier appréhender quels sont les éléments entrant dans la détermination de l'effort effectif.

Les données collectées lors des enquêtes de routine sont à l'heure actuelle largement exploitées pour l'estimation des captures et des efforts par espèce et types d'engin. Ces estimations sont d'un très grand intérêt, mais ces statistiques ne sont peut être pas suffisantes pour bien résumer l'information disponible sur les mortalités subies par les différents stocks exploités si, pour une même unité de pêche, et pour un même engin, il existe plusieurs tactiques disponibles. En effet, à un nombre donné de sorties, peuvent correspondre des répartitions très différentes de mortalité.

On peut essayer, à l'aide de techniques de standardisation des efforts, de mieux résumer ces mortalités mais, même si on y parvient, la description peut encore être insuffisante si notre objectif est de décrire comment, à partir du parc piroguier existant et de son environnement, s'établissent les mortalités par pêche.

Si les rendements de tassergal diminuent fortement, la pêche n'est pas nécessairement en péril dans la mesure où les pêcheurs peuvent rechercher avec succès d'autres espèces. Dans ces conditions, on ne peut guère faire d'interprétation de l'état d'un stock à partir des seuls rendements observés sur celui-ci. Il est donc important d'estimer, en même temps que les résultats de la pêche, sa capacité à diversifier son activité. Cette diversité est liée à l'expérience professionnelle des pêcheurs qui les conduit à évaluer les diversités du milieu, de la ressource et des conditions socio-économiques, et à s'y adapter. Si nous voulons une «bonne description» de la pêche, nous devons faire une «bonne description» de la variabilité des différents ensembles qui constituent le système pêche. Une répartition, à un moment donné, de la mortalité par pêche sur les différents stocks exploités, peut être considérée comme un point dans un processus dont il conviendrait d'estimer les propriétés générales.

### 3. CONCLUSION

La pêche artisanale réalise les 2/3 des débarquements nationaux. Elle doit donc nécessairement être prise en compte dans les modèles décrivant la dynamique des populations, même si ceci s'avère peu aisé de par l'existence de multiples métiers utilisés dans un environnement très variable pour exploiter de nombreux stocks selon de multiples stratégies.

Le système d'enquêtes mis en place au Sénégal est aujourd'hui une référence couramment utilisée dans la région africaine. Mais les résultats obtenus ont dépassé le cadre des questions initialement posées sur les qualités et défauts du plan d'échantillonnage. Il paraît à présent important de rechercher des outils adaptés aux caractéristiques de la pêche artisanale pour obtenir des conclusions fiables en matière d'aménagement.

### RÉFÉRENCES

- DESTANQUE C., 1982. Etude de la qualité des estimations à vue du poids des prises débarquées par les pêcheurs artisans sénégalais. Rap. Int. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, multigr., 64 : 19 p.
- DIADHIOU H., 1988. Mise en place d'un système d'enquête intégré pour le suivi de la pêche artisanale de poisson en Casamance. Mémoire de confirmation CRODT/ISRA : 229 p.
- GERARD M., GREBER P., 1985. Analyse de la pêche artisanale au Cap-Vert : description et étude critique du système d'enquête. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 98 : 77 p.
- GERARD M., 1985. Contribution à la connaissance de la pêche artisanale sur la Petite Côte. Description et étude critique du système d'enquêtes. Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 137 : 40 p.
- LALOE F., BERGERARD P., SAMBA A., 1981. Contribution à l'étude de la pêche de Kayar. Etude d'une partie des résultats du suréchantillonnage de 1978 concernant les pirogues motorisées pêchant à la ligne. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 79 : 45 p.
- LALOE F., 1985. Etude de la précision des estimations de captures et prises par unité d'effort obtenues à l'aide du système d'enquête de la section «pêche artisanale» du CRODT au Sénégal. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 100 : 36 p.
- PECHART, 1982. Les enquêtes sur la pêche artisanale sénégalaise au Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye. Arch. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 112 : 28 p.
- SOCECO-PECHART, 1982. Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal en avril et septembre 1981. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 83 : 38 p.
- SOCECO-PECHART, 1983. Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal en avril et septembre 1982. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 90 : 25 p.
- SOCECO-PECHART, 1985. Recensement de la pêche artisanale maritime au Sénégal en avril et septembre 1983. Doc. Sci. Cent. Rech. Océanogr. Dakar Thiaroye, 101 : 51 p.