

## Influence de paramètres de l'environnement sur la pêche à la senne tournante et coulissante en mer de Java

Michel Potier et Thierry Boely

ORSTOM, 213, rue La Fayette, 75480 Paris Cedex 10, France.

Reçu le 27 février 1990, accepté le 8 juin 1990.

Effect of environmental factors on the purse seine fishery of the Java Sea.

Potier M., T. Boely. *Aquat. Living Resour.*, 1990, 3, 193-205.

### Abstract

The distribution and the abundance of coastal pelagic species are influenced by environmental factors. In the Java Sea, the yearly monsoon cycle produces a complete reversal of the system currents, which strongly modifies the hydrological conditions. Winds and rainfall cause strong annual variations of the salinity in contrast to the uniform temperature. With the monsoon the whole circulation is changed and the water movements may be expected to have considerably bearing on the movements of fish. The Java Sea is inhabited by populations of fishes which have different behavior in relation to the variation of salinity. The landings of the purse seine fishery clearly show these changes. In the traditional fishing grounds the salinity is highly variable and the distribution of the populations of fishes changes according to the environmental conditions. In the eastern part of the Java Sea where the salinity is more stable the ratio of oceanic populations of fishes increases. The catches and the effort are strongly related to the winds and rainfall. There is a seasonal effect due to the monsoon. The reasons for such a consistent annual production cycle may reflect the response of fishermen to changes in the weather or of pelagic populations to more favourable environmental conditions that are similarly induced by the weather.

**Keywords :** Pelagic fish, circulation, climate, Java Sea.

### Résumé

Les phénomènes hydrologiques sont essentiels dans la répartition des espèces pélagiques et leur abondance en certains secteurs. La mer de Java est le siège d'importants mouvements d'eaux, dépendants du régime des moussons, qui modifient profondément son hydrologie. Les fluctuations de la température sont faibles alors que celles de la salinité sont élevées. Ces variations sont dues à deux agents climatiques, le vent et la pluviométrie. Ils induisent la présence plus ou moins saisonnière de populations halieutiques dont la répartition géographique et la composition spécifique varie en fonction des seuils de tolérance des espèces à la salinité. La pêche à la senne tournante et coulissante met bien en évidence ces phénomènes. Dans les zones de pêche traditionnelles les proportions des diverses populations côtières, néritiques et océaniques sont équilibrées. Le transfert des zones de pêche des senneurs vers l'est de la région provoque une modification de ce rapport et les espèces océaniques deviennent prépondérantes. Les captures suivent un rythme semi-annuel bien marqué, calqué sur le rythme de la mousson et déterminé par l'intensité et la direction des vents. Les relations entre les facteurs climatiques (vents et pluies) et les paramètres de la pêche montrent qu'il existe un effet saisonnier important. Les rendements peuvent être reliés au vent et à la pluie avec un décalage de deux mois. Ces deux facteurs ont une double action en agissant sur la disponibilité de la ressource et la pression de pêche. Cependant, il est difficile de quantifier cette action qui agit à divers niveaux avec parfois des effets opposés.

**Mots-clés :** Poissons pélagiques, circulation, climat, mer de Java.

2 - JAN. 1995

0.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire

N° :

40937

Cote :

P

F. 1

## INTRODUCTION

Depuis 1975, une pêcherie à la senne tournante et coulissante s'est développée en mer de Java à partir de cinq ports situés sur la côte nord de l'île de Java dans la province de Java Centre (fig. 1). Cantonnée d'abord à la partie centrale de la mer de Java, la pêche s'est largement étendue vers l'est de la région à compter de 1982. Une série d'enquêtes dans les ports les plus importants, Tegal, Pekalongan et Juwana a permis de reconstituer l'historique de cette pêcherie en récoltant pour chaque navire les prises par espèce ou groupe d'espèces et le temps passé en mer (Boely *et al.*, 1987). Les captures concernent les espèces pélagiques; chinchards, maquereaux et sardinelles principalement (tabl. 1). Les apports et les rendements présentent des variations cycliques.

On sait que les espèces pélagiques côtières sont particulièrement sensibles aux changements saisonniers de l'environnement marin (Parrish *et al.*, 1983). De nombreuses études réalisées sur les stocks de clupéidés de l'ouest-africain (Boely *et al.*, 1982; Binet, 1982; Fréon, 1984; Mendelsohn et Cury, 1987) ont

montré que les fluctuations observées semblent en partie explicables par celles du climat et de l'hydroclimat.

Parmi les nombreux paramètres du milieu, la température de surface et la salinité semblent influencer fortement sur les variations mensuelles d'abondance de ces stocks (Marchal, 1967). Au Ghana, on a pu relier l'évolution du stock de *Sardinella aurita* aux variations annuelles de l'upwelling et des pluies (Binet, 1982). Toutefois, sur l'ensemble de la côte ouest-africaine, c'est plutôt l'upwelling qui paraît jouer un rôle prépondérant dans la localisation des zones de concentration des poissons pélagiques côtiers et dans leurs déplacements migratoires (Boely et Fréon, 1979).

En mer de Java, des variations importantes dans les rendements de la pêche apparaissent, selon un rythme saisonnier. Il existe bien un upwelling périodique lié aux vents de la mousson sèche qui se développe en juin-juillet sur la côte sud des Célèbes, au large de Makassar (Ilahude, 1978), mais son intensité est faible et son importance n'est pas comparable à celle des upwellings ouest-africains. Par contre, pluies et vents, reliés au régime des moussons, paraissent pouvoir

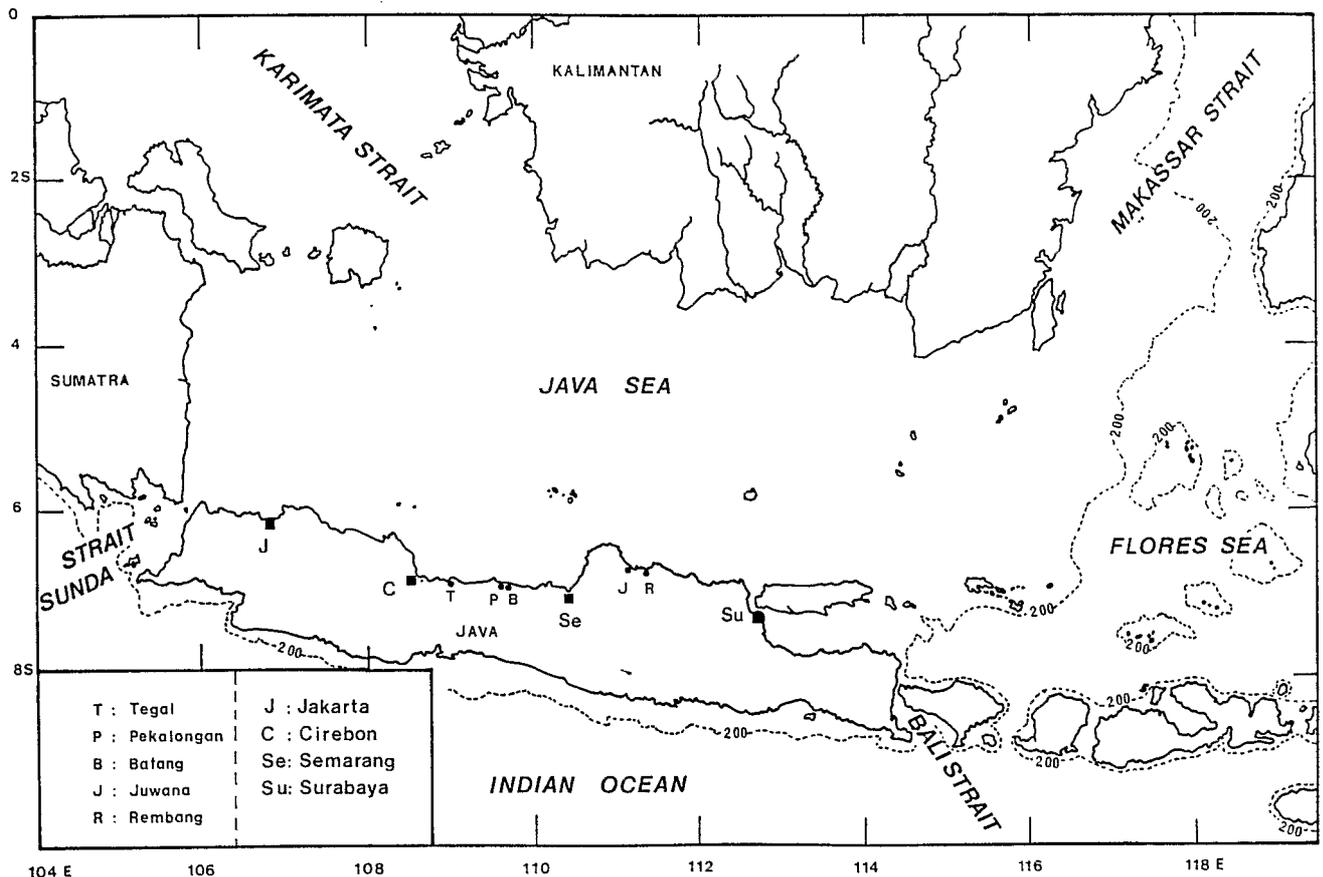


Figure 1. — Carte de la mer de Java et des principaux ports de débarquements des senneurs javanais.

Map of the Java Sea and location of the main landing places of the Javanese seiners.

**Tableau 1.** — Noms scientifiques et communs des principales espèces de poissons capturées par les senniers javanais (Boely *et al.*, 1987).*Scientific and common names of the main species of pelagic fish caught by the javanese seiners (Boely et al., 1987).*

Nom scientifique Espèce	Nom commun	
	Français	Indonésien
<i>Amblygaster sirm</i> Walbaum, 1972 (synonyme : <i>Sardinella sirm</i> )	Sardinelle ronde	Siro, lemuru
<i>Sardinella lemura</i> Bleeker, 1853 (synonyme : <i>Sardinella longiceps</i> )	—	Lemuru
<i>Sardinella gibbosa</i> Bleeker, 1849	Sardinelle plate	Tanjan, juwi, tembang
<i>Sardinella fimbriata</i> Valenciennes, 1847	Sardinelle plate	Tanjan, juwi, tembang
<i>Sardinella brachysoma</i> Bleeker, 1852	Sardinelle plate	Tanjan, juwi, tembang
<i>Decapterus russelli</i> Ruppell, 1828	Chinchard	Layang
<i>Decapterus macrosoma</i> Bleeker, 1851	Chinchard	Layang
<i>Selar crumenophthalmus</i> Bloch, 1793	Selar coulisou	Selar, bentong
<i>Selar boops</i> Valenciennes, 1833	Selar œil de bœuf	Selar, bentong
<i>Selaroides leptolepis</i> Valenciennes, 1833	Selar	Selar
<i>Rastrelliger brachysoma</i> Bleeker, 1851	Maquereau	Kembung
<i>Rastrelliger kanagurta</i> Cuvier, 1816	Maquereau	Banyar, kembung

moduler ces variations. Le cycle lunaire semble de plus interférer sur les changements saisonniers observés.

L'objet de cette étude est de préciser l'influence de ces différents facteurs sur cette pêcherie en analysant ceux qui influent sur l'activité propre des navires et ceux qui conditionnent l'abondance du poisson. Dans un premier temps il est nécessaire de replacer cette pêcherie dans le contexte climatique de la mer de Java.

## CLIMATOLOGIE GÉNÉRALE DE LA MER DE JAVA

La mer de Java, d'une superficie de 467 000 km<sup>2</sup>, est la partie sud-est du grand plateau de la Sonde qui s'étend du golfe de Thaïlande au sud-est de Kalimantan (Bornéo). C'est une mer relativement fermée qui communique par le détroit de Karimata avec la mer de Chine et par ceux de la Sonde et de Bali avec l'Océan Indien. A l'est, elle est largement ouverte sur la mer de Flores et est séparée, au nord-est, par le détroit de Makassar de la mer des Célèbes (*fig. 1*). Sa profondeur moyenne est de 40 m avec un maximum de 90 m au nord de l'île de Madura.

Un climat de mousson typique caractérise la région. Il est marqué par un renversement complet du régime

des vents qui constitue le facteur essentiel. Cette zone appartient au système régional de la mousson malaise (Pedelaborde, 1970). La mousson humide s'installe de novembre à mars. Les vents soufflent du nord-ouest avec une intensité moyenne de 10 nœuds. La mousson sèche s'étend de mai à septembre et est plus régulière. Les vents sont orientés sud-sud-est et leur force peut dépasser 16 nœuds. Lors des mois de transition (avril et octobre), les vents sont faibles et très changeants et des brises de terre perturbent alors le schéma général.

La pluviométrie est maximale en janvier-février et minimale en septembre-octobre, mois durant lesquels on peut relever moins de 50 mm de hauteur de pluie. La moyenne annuelle est de 1 880 mm et sa répartition sur la mer de Java n'est pas uniforme. Des gradients ouest-est et nord-sud très marqués sont présents toute l'année (Wyrтки, 1956 *a*). Les pluies les plus abondantes sont observées au large des côtes de Sumatra et Kalimantan.

La circulation des masses d'eaux en mer de Java est largement dépendante du régime des vents. Elle est caractérisée par le renversement rapide et complet du régime des courants, phénomène qui s'étend à toute la région indonésienne (Boely *et al.*, 1990; Wyrтки, 1957, 1961).

En mousson sèche (mai à septembre), les courants portent à l'ouest (*fig. 2 a*) et leur vitesse est en général, peu élevée, (0,5 nœud) avec des pointes à 1 nœud au

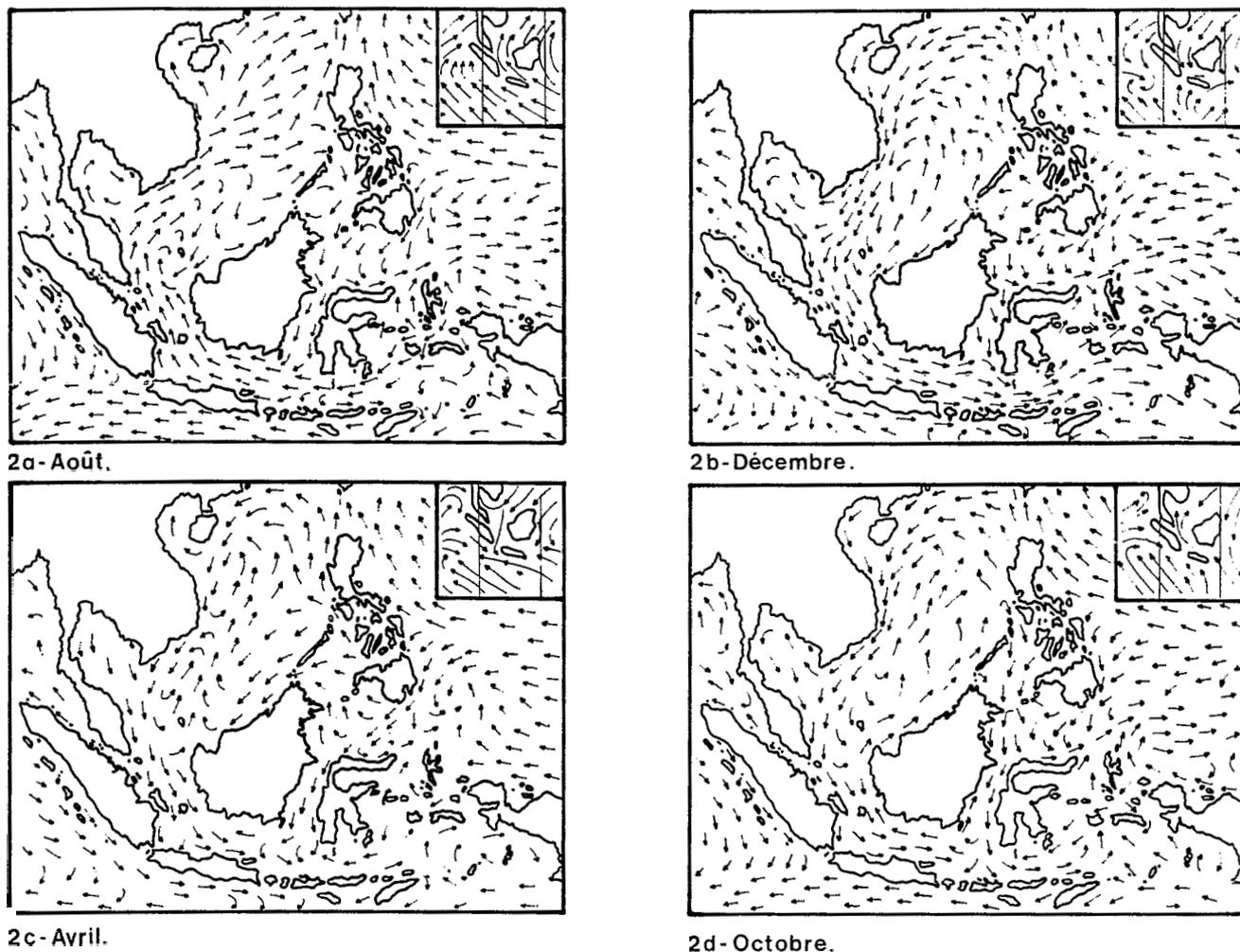


Figure 2. — Courants de surface en mer de Java et dans le sud-est asiatique (d'après Wyrтки. 1957).

Surface currents in south-east Asian waters (from Wyrтки. 1957).

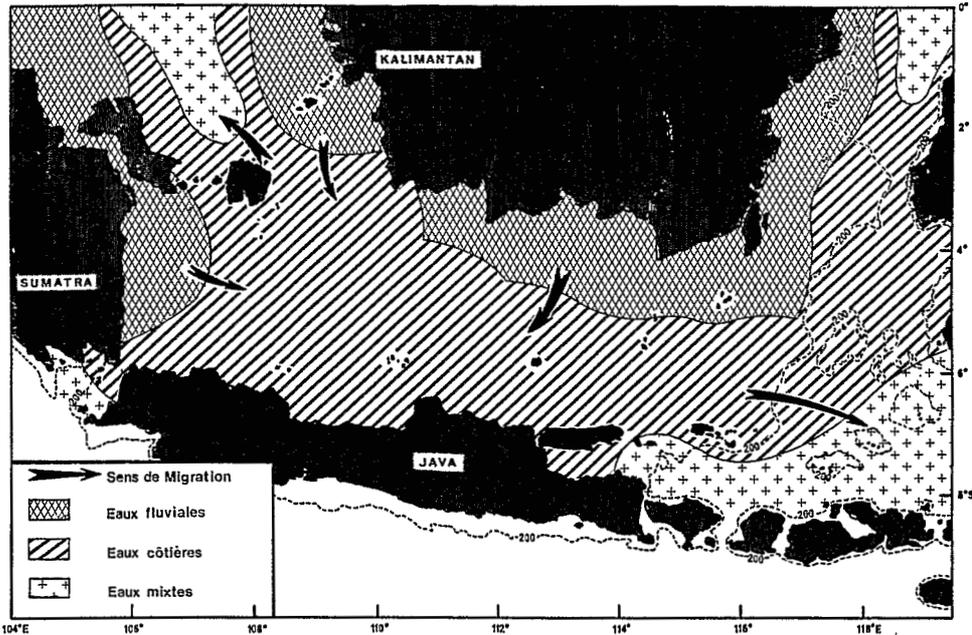
niveau de l'île Belitung. Lors de la mousson humide (novembre à mars), le schéma est totalement inversé avec des courants portant à l'est (fig. 2b). Ils sont plus forts que lors de la mousson sèche (1 à 2 nœuds). Aux périodes d'intermousson (avril et octobre) on note un courant résiduel portant à l'ouest le long des côtes de Kalimantan et, dans le reste de la mer de Java des courants orientés, principalement, à l'est (fig. 2c et d). Ces courants sont faibles et variables. A cette époque, les brises de mer et de terre sont souvent les plus influentes.

La distribution des isohalines reflète parfaitement le mouvement des masses d'eaux. Cette région est caractérisée par une salinité peu élevée qui présente une fluctuation annuelle importante due aux apports considérables des fleuves, aux différences entre évaporation et précipitations et aux changements des systèmes de courant. A l'ouest, où l'effet de décharge des fleuves est important, elle est toujours faible

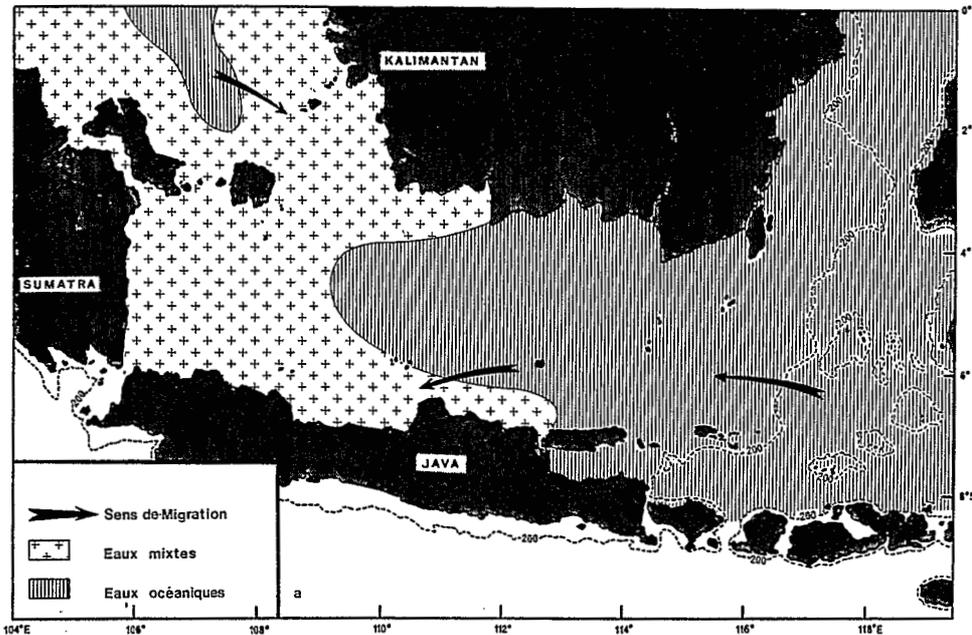
(30 à 32‰) et de larges surfaces de salinité inférieures à 30‰ peuvent être observées à l'embouchure des fleuves sur les côtes de Sumatra et Kalimantan. En année moyenne, le minimum de salinité est noté de janvier à juin (moyenne 31,8‰) et le maximum en septembre (34‰) (Veen, 1953).

Suivant les saisons, quatre types de masses d'eaux sont rencontrés. La terminologie employée pour les caractériser est empruntée à Wyrтки (1956b) :

— En début de mousson sèche (mai), les masses océaniques de l'Océan Indien pénètrent dans l'archipel indonésien par la mer de Flores et celles du Pacifique par la mer des Célèbes. Elles se rejoignent au niveau du détroit de Makassar en août. Cette masse d'eau (salinité > 34‰) poursuit sa progression vers l'ouest en mer de Java où elle atteint son expansion maximale en septembre-octobre à la fin de la mousson sèche. Durant la saison des pluies, elle reflue et se



a) Mousson humide - Rainy season.



b) Mousson sèche - Dry season.

Figure 3. — Situation géographique moyenne des masses d'eaux en mer de Java à la fin de chaque mousson et sens de déplacement des populations halieutiques (Hardenberg, 1937).

*Average location of water masses in the Java Sea at the monsoon reversal and migration flow of fish populations (Hardenberg, 1937).*

retrouve très éloignée de la mer de Java en avril. Certaines années même, elle n'y pénètre pas.

— Les eaux mixtes ( $32\text{‰} < \text{salinité} < 34\text{‰}$ ) présentes toute l'année, recouvrent, suivant les saisons, des secteurs différents. De janvier à avril, elles pénètrent, précédant les eaux côtières, de la mer de Chine en mer de Java et occupent la partie ouest. En

mousson sèche, poussées par les eaux océaniques, elles envahissent la partie est pour couvrir en octobre la quasi-totalité de la mer de Java.

— Les eaux côtières ( $30\text{‰} < \text{salinité} < 32\text{‰}$ ) gouvernent le régime hydrologique de la partie ouest de la mer de Java. Ces eaux proviennent du détroit de Malacca, de la dessalure des fleuves de la côte est

**Tableau 2.** – Statistiques de pêche mensuelles de 1979 à 1986 des flotilles de senneurs de la mer de Java (Boely *et al.*, 1987).*Monthly landings and catch rates of the seiners fleets of the Java Sea from 1979 to 1986 (Boely et al., 1987).*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1979	2 190	3 782	3 646	3 291	2 881	2 550	2 489	3 034	5 835	5 206	5 905	3 906
1980	1 294	1 891	3 012	2 174	1 255	3 057	3 780	3 340	4 434	5 452	10 213	6 236
1981	839	1 252	2 095	3 134	2 161	2 262	4 408	2 816	5 288	6 612	5 586	1 996
1982	1 593	1 960	3 778	2 808	978	4 054	2 910	5 005	6 362	6 091	6 065	8 294
1983	5 434	5 974	4 939	6 388	4 657	2 709	2 503	7 047	9 131	11 217	9 043	5 893
1984	2 687	3 564	5 732	6 351	2 934	1 347	3 137	9 847	11 191	12 896	12 846	7 886
1985	8 081	7 737	6 023	6 199	5 776	4 049	6 856	11 563	15 109	17 549	17 638	10 684
1986	4 357	2 901	9 573	9 171	5 852	3 054	10 812	12 025	11 318	14 902	13 600	10 532

(a) captures en tonnes. *Catch in tons.*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1979	0.526	0.714	0.630	0.539	0.515	0.430	0.435	0.461	0.733	0.716	0.753	0.553
1980	0.306	0.432	0.457	0.345	0.214	0.505	0.563	0.697	0.723	0.783	1.146	0.814
1981	0.266	0.240	0.331	0.486	0.334	0.369	0.541	0.604	0.621	0.756	0.643	0.347
1982	0.392	0.342	0.477	0.416	0.295	0.454	0.569	0.603	0.774	0.685	0.704	0.822
1983	0.783	0.968	0.687	0.762	0.656	0.526	0.442	0.896	1.016	1.095	0.913	0.755
1984	0.587	0.703	0.890	0.854	0.467	0.346	0.814	1.110	1.203	1.172	1.191	0.840
1985	1.249	1.148	0.864	0.849	0.860	0.818	1.022	1.465	1.761	2.434	2.276	1.341
1986	0.966	0.563	1.057	1.061	0.712	1.031	1.370	1.494	1.220	1.585	1.540	1.203

(b) Rendements en tonnes/jour de mer. *Catch rate in tons/day at sea.*

de Sumatra et des côtes ouest et sud de Kalimantan. En début de saison humide, ces eaux côtières poussées par le vent et portées par la circulation générale pénètrent en mer de Java en provenance de la mer de Chine, et avancent vers l'est de février à avril. A la fin de la saison des pluies elles couvrent la totalité de la mer de Java et le détroit de Makassar. Au cours de la saison sèche elles refluent, leur retraite maximale étant atteinte en septembre-octobre.

– Les eaux fluviales (salinité < 30‰) peuvent être localement importantes. En provenance de Kalimantan, l'isohaline 30‰ peut être repérée à plus de 100 milles des côtes. L'avance maximale de cette isohaline varie en fonction de la pluviométrie des bassins versants de chaque fleuve et est atteinte en général un mois après la fin de la saison des pluies.

Les fluctuations annuelles de la température de surface sont relativement faibles et la mer de Java présente une grande stabilité thermique (amplitude 2 à 3°C). L'influence de ce facteur sur la répartition des populations de poissons sera donc faible. En général, en mousson humide, les températures les plus élevées sont relevées à l'est (Van Veel, 1923) et les plus faibles à l'ouest, le long des côtes de Sumatra (influence de la pluviométrie). En mousson sèche, ce gradient s'inverse et les températures les plus élevées sont alors rencontrées dans l'ouest. Les minimums sont observés en juin-août et décembre-janvier (27°C). Les températures maximales en avril et octobre (30°C) lors des périodes d'inter-mousson.

En résumant les phénomènes hydrologiques décrits plus haut, on peut esquisser un schéma général des

**Tableau 3.** – Statistiques de pêche mensuelles (tonnes) de 1976 à 1987 de la flottille des senneurs de Pakalongan.*Monthly landings (tons) of the Pekalongan seiners fleet from 1976 to 1987.*

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Novembre	Décembre	Total
1976	150	342	258	440	431	411	622	1 439	1 437	1 506	2 381	1 482	10 899
1977	534	318	287	649	484	675	664	1 658	1 391	1 785	2 794	1 573	12 812
1978	518	399	1 463	855	1 003	733	1 072	1 877	1 934	2 781	2 823	1 779	17 237
1979	1 081	1 824	1 775	1 696	1 386	1 315	1 318	1 520	2 406	2 494	2 621	1 795	21 231
1980	633	1 039	1 603	1 493	714	1 809	1 868	1 499	2 163	2 942	5 253	3 287	24 303
1981	285	656	1 265	1 866	1 275	1 320	2 368	1 721	2 966	3 702	3 152	1 146	21 722
1982	874	1 105	2 146	1 714	530	2 852	1 729	2 772	3 759	3 442	3 031	4 319	28 273
1983	3 159	3 653	3 133	3 923	2 943	1 783	1 872	3 996	5 440	6 502	5 133	3 606	45 143
1984	1 905	2 614	3 854	4 487	2 047	884	2 254	5 763	6 584	7 389	7 112	4 962	49 855
1985	4 972	5 094	4 106	4 381	4 496	2 901	4 360	6 950	7 407	8 168	8 223	6 589	67 647
1986	2 606	1 877	6 217	5 758	4 449	1 953	6 461	6 080	6 417	7 707	7 532	6 234	63 291
1987	3 324	1 541	2 573	2 998	2 491	777	3 284	4 675	6 053	6 314	5 643	3 953	43 626
Moy.	1 670	1 705	2 390	2 522	1 854	1 451	2 323	3 329	3 996	4 561	4 642	3 394	

situations dominantes. Durant le premier semestre la région est une vaste étendue d'eaux dessalées (*fig. 3 a*). L'extension maximale de ces eaux se produit en mai et dure jusqu'en juin-juillet. L'intensité des pluies de la mousson humide gère cette période. Durant le second semestre, les eaux océaniques envahissent la région et cette pénétration sera d'autant plus importante que l'intensité de la mousson sèche sera forte (*fig. 3 b*). La salinité serait le facteur dont dépendrait principalement la répartition des espèces de poissons pélagiques en mer de Java.

## MÉTHODES

Pour réaliser cette étude diverses séries chronologiques ont été utilisées :

— Statistiques de pêche mensuelles entre 1979 et 1986 des flottilles de senneurs basées dans les cinq ports de la province de Java Centre où s'exerce cette activité (*tabl. 2*) (Boely *et al.*, 1987). Les captures concernent l'ensemble de la pêcherie et regroupent toutes les espèces. Elles sont exprimées en tonnes. Les rendements sont donnés en tonnes/jour de mer.

— Statistiques de pêche mensuelles de la flottille du port de Pekalongan de 1976 à 1987 (*tabl. 3*). Ce port représente 60 % des prises annuelles de la pêcherie.

— Statistiques journalières de la flottille des mini senneurs du port de Jepara en 1985. Ce sont des données originales. Les mini senneurs opèrent dans une bande littorale d'une quinzaine de milles.

— Mesures de l'intensité mensuelle des vents de 1984 à 1988 à partir des messages SHIP transitant par le Global Telecommunication System (GTS) sur le calculateur CYBER 175 de la Météorologie Nationale et recueillies par l'antenne ORSTOM de Lannion (*tabl. 4*) (Potier *et al.*, 1989).

— Données de pluviométrie en mer de Java portant sur 35 années de 1879 à 1941, analysées par Wyrski (1956 a) (*tabl. 5*).

Dans cette région, la salinité est sous la dépendance de deux agents climatiques, le vent et la pluviométrie, qui agissent sur la pêcherie en contrôlant les mouvements des masses d'eaux, donc la répartition des espèces. L'intensité mensuelle des vents et de la pluviométrie ont été comparées et l'existence d'une liaison mise en évidence.

Les relations entre les valeurs mensuelles des paramètres de la pêcherie (effort de pêche, captures) et des paramètres climatiques (vent, pluviométrie) ainsi que l'influence du cycle lunaire sur les captures ont été étudiées par l'intermédiaire de régressions. Le meilleur ajustement est recherché, les coefficients de corrélation et de détermination calculés et testés.

Un modèle empirique expliquant les variations de la capture par unité d'effort par les modifications saisonnières du vent et des pluies a été obtenu.

## RÉSULTATS

Les rendements des senneurs javanais présentent une saisonnalité bien marquée calquée sur le cycle de la mousson. Ce cycle dépend de l'intensité des vents qui conditionnent eux-mêmes l'intensité des pluies. La comparaison des moyennes mensuelles de ces deux paramètres montre que la corrélation est plus forte en mousson humide ( $r=0,865$ ) qu'en mousson sèche ( $r=0,700$ ). En mousson humide, la pluviométrie augmente avec l'intensité du vent, en mousson sèche, la situation est inversée, un accroissement de l'intensité des vents entraînant une diminution des pluies (*fig. 4*).

### Relations paramètres de la pêche-vent

Pour chacune d'elles deux droites peuvent être tracées (*fig. 5*), l'une pour les sept premiers mois de l'année (vent-effort  $r^2=0,89$ , vent-captures  $r^2=0,45$ ) et l'autre pour les cinq derniers mois (vent-effort  $r^2=0,85$ , vent-captures  $r^2=0,67$ ). Les relations qui existent entre intensité du vent et effort ou intensité du vent et captures sont négatives. A force de vent égale les captures et l'effort sont plus élevés lors des cinq derniers mois.

Tableau 4. — Vitesse moyenne mensuelle (nœuds) des vents de 1984 à 1988 en mer de Java.

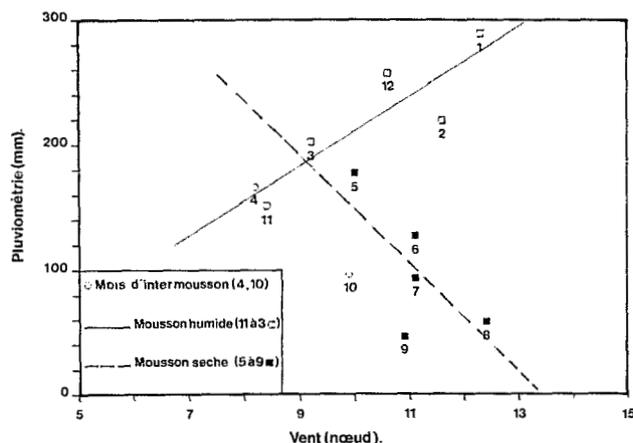
Monthly average speed of winds (knots) in the Java Sea from 1984 to 1988.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1984	11,8	12,5	9,3	8,4	9,3	11,1	10,2	11,1	7,9	9,8	6,9	12,5
1985	10,2	9,6	10,3	7,6	10,1	11,6	10,2	13,1	10,8	9,4	8,1	9,3
1986	15,6	11,0	8,6	7,9	11,2	8,4	10,8	12,6	12,0	9,8	8,5	8,1
1987	13,6	13,2	7,7	8,1	11,4	12,2	12	13,4	13,2	11,6	7,2	11,0
1988	10,3	11,7	10,0	8,9	8,2	12,1	12,5	11,7	10,7	8,8	11,7	12,3

**Tableau 5.** — Pluviométrie moyenne mensuelle (mm) en mer de Java calculée sur 35 années (Wyrki, 1956).

Monthly average rainfall (mm) in the Java Sea calculate on 35 years (Wyrki, 1956).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Moy.	288	219	202	166	177	127	93	58	46	96	151	257



**Figure 4.** — Relation entre vents et pluviométrie lors de chaque mousson en excluant les périodes d'inter-mousson (avril et octobre) en mer de Java.

Relation between winds and rainfall during each monsoon excluding inter-monsoon periods (April and October) in the Java Sea.

### Relations paramètres de la pêche-pluies

Les ajustements sont meilleurs lorsque effort de pêche et captures sont comparées avec les pluies du mois précédent. Ce décalage correspond au temps de latence entre les pluies et la décharge maximale des rivières en mer de Java. Il existe un effet saisonnier important lié aux deux moussons (fig. 5). En mousson humide le pourcentage de la variance observée varie entre 88 % (pluie-effort) et 92 % (pluie-captures). Lors de la mousson sèche ce pourcentage est plus élevé (pluie-effort=94 %, pluie-captures=98 %). Les relations ainsi trouvées sont négatives.

### Relations capture par unité d'effort-agents climatiques

Les corrélations calculées entre capture par unité d'effort et pluviométrie sont toujours plus élevées (tabl. 6) que celles reliant capture par unité d'effort et vents (tabl. 7).

Le meilleur ajustement au modèle empirique donne la relation suivante :

$$PUE_M = 209,6769 + 89,5375 (V_{M-2}) - 2,2973 (P_{M-2});$$

M : mois;

**Tableau 6.** — Résultats des régressions linéaires entre rendement et pluies.

Results of the linear equations between catch rates and rainfalls.

	a	b	r	r <sup>2</sup>
$Y=f(P_M)$	-1,23	204,31	-0,43	0,19
$Y=f(P_{M-1})$	-2,14	148,27	-0,76	0,57
$Y=f(P_{M-2})$	-2,24	138,73	-0,79	0,63
$Y=f(P_{M-3})$	-1,76	177,80	-0,62	0,39

$P_{M-x}$  : déphasage de la pluviométrie en mois.

**Tableau 7.** — Résultats des régressions linéaires entre rendement et vent.

Results of the linear equations between catch rates and winds.

	a	b	r	r <sup>2</sup>
$Y=f(V_M)$	-24,69	1063,50	0,16	0,02
$Y=f(V_{M-1})$	39,11	395,11	0,25	0,06
$Y=f(V_{M-2})$	89,90	-137,03	0,57	0,33
$Y=f(V_{M-3})$	60,40	172,80	0,39	0,15

$V_{M-x}$  : déphasage du vent en mois.

$V_{M-2}$ ,  $P_{M-2}$  : vent et pluviométrie décalés de 2 mois.

Cette relation explique 95 % de la variance observée des rendements mensuels. Les données prédites divergent peu des données observées (fig. 6). Les pêcheurs modulent leur stratégie de pêche et, par conséquent, l'effort sur les conditions climatiques existant sur la zone qui elles-mêmes conditionnent la disponibilité du poisson.

### Relations captures-cycle lunaire

La plupart des pêcheries pélagiques de la mer de Java utilisent des radeaux pour concentrer le poisson avant la pêche. Le cycle lunaire semble jouer un rôle dans la répartition des prises. L'étude des apports des mini senneurs du port de Jepara en 1985 montre que les prises sont beaucoup plus élevées en lune montante (nouvelle lune et premier quartier) qu'en lune descendante (pleine lune et dernier quartier) (tableau 8).

La comparaison des moyennes des captures réalisées en lune montante et en lune descendante montrent que celles-ci diffèrent significativement au seuil de 1 %. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par Marchal (1974) dans la pêcherie de sardinelles de Côte d'Ivoire.

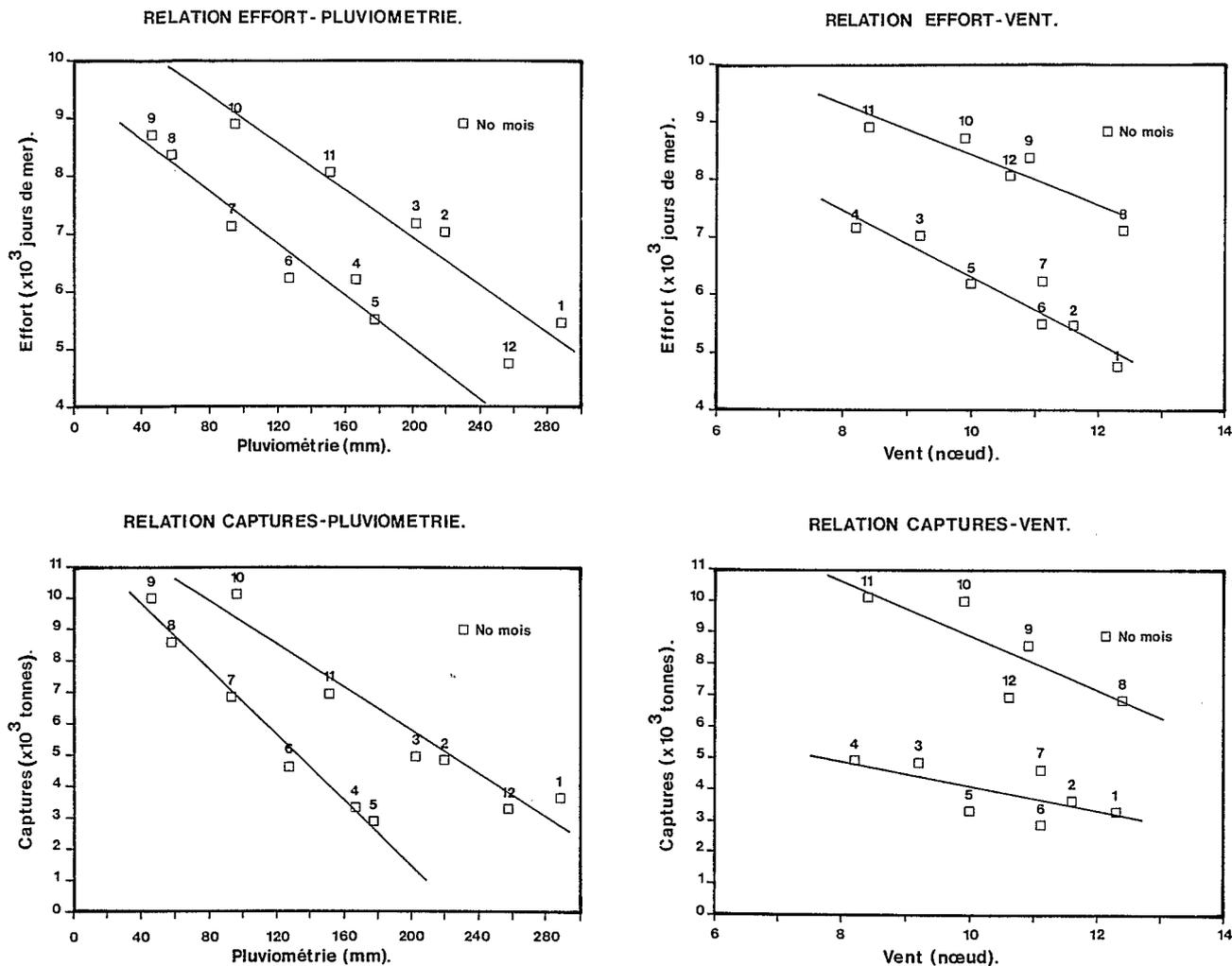


Figure 5. — Relation entre les facteurs climatiques (vent, pluviométrie décalée d'un mois) et paramètres de la pêche des senneurs javanais (effort, captures).

Relation between climatic factors (wind, rainfall moved forward one month) and parameters of the Javanese seine fishery (effort, catches).

## DISCUSSION

Suivant la saison, l'abondance et la répartition géographique des populations halieutiques de la mer de Java varient. Les migrations saisonnières sont sous l'influence du phénomène de bascule entre eaux salées et dessalées. Ce phénomène d'oscillation induit la présence de trois grands types de populations halieutiques.

— Des populations côtières et estuariennes qui peuvent vivre dans des eaux inférieures à 30‰. Les anchois (*Stolephorus* sp.) en sont le groupe dominant.

Des populations mixtes « néritiques », formées de poissons présentant une grande faculté d'adaptation aux variations de salinité. Elles sont représentées en mer de Java par les sardinelles plates (*Sardinella*

*gibbosa* et *Sardinella fimbriata*), le maquereau « kembung » (*Rastrelliger brachysoma*) et les chinchards gros yeux (*Selar* sp.).

— Des populations de poissons du large qui fréquentent préférentiellement des eaux claires où la salinité est supérieure à 32‰ (Hardenberg, 1937, 1955). Ce sont essentiellement les chinchards (*Decapterus macrosoma* et *Decapterus russelli*), la sardinelle ronde (*Amblygaster sirm*) et le maquereau « banyar » (*Rastrelliger kanagurta*).

En mousson humide, le schéma général est une émigration des populations de la côte vers le large. En mousson sèche, le schéma s'inverse et l'on assiste à une entrée massive en mer de Java de populations du large provenant de la mer de Flores et du détroit de Makassar.

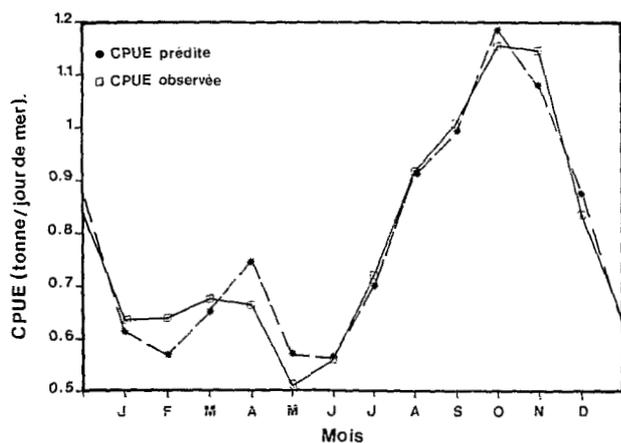


Figure 6. — Évolution mensuelle de CPUE, valeurs observées (trait plein) et valeurs ajustées (trait pointillé) par le modèle utilisant vent ( $V_{M-2}$ ) et pluies ( $P_{M-2}$ ) décalés de 2 mois.

Monthly CPUE, observed values (solid line) and adjusted values (dashed line) from the model using wind ( $V_{M-2}$ ) and rainfall ( $P_{M-2}$ ) moved forward two months.

Tableau 8. — Captures (kg) des mini senneurs de Jepara suivant la cycle de la lune en 1985.

Catch (kg) of the Jepara "mini" seiners in 1985 according to the lunar cycle.

	NL	PQ	PL	DQ
Captures	76 686	71 062	13 192	48 313
	Lune montante		Lune descendante	
Total (kg)	147 748		61 505	

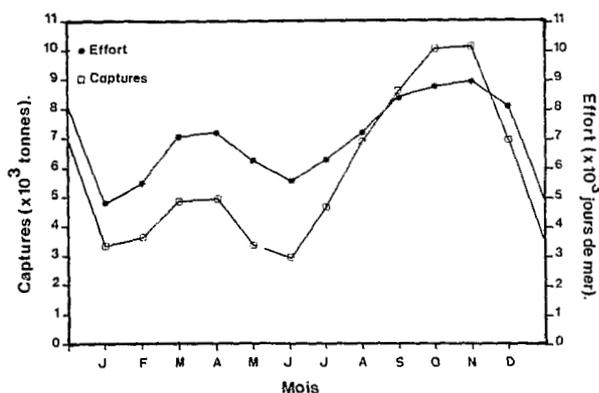


Figure 7. — Effort et captures mensuels (moyenne 1979-1986) dans la pêche des senneurs javanais.

Monthly effort and catches (average 1979-1986) in the Javanese seine fishery.

de Java. Lors des sept premiers mois de l'année les masses d'eaux dessalées empêchent la pénétration des populations de poissons et l'effort de pêche est faible.

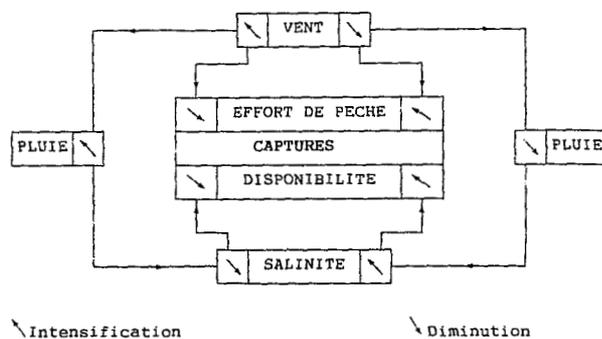
Les actions du vent et de la pluviométrie sur la pêche se font sentir à deux niveaux :

— Pression de pêche. Les ports sont situés à l'embouchure de rivières où existent des phénomènes de mascaret. Pour pénétrer dans ces rivières, les navires ont très peu de tirant d'eau ce qui, compte tenu de leur longueur, les rend très instables. Dès que la force du vent dépasse 15 nœuds, les navires ne peuvent plus prendre la mer.

Lors de la mousson humide, l'intensité des pluies provoque souvent l'inondation de la basse plaine côtière de l'île de Java. Les ports deviennent alors impraticables ce qui paralyse toute activité. L'effort peut alors beaucoup diminuer.

— Disponibilité de la ressource. L'écart constaté entre les deux droites correspond à un effet saisonnier lié à la différence de disponibilité de la ressource. L'action du vent est ici indirecte. Elle module l'intensité des pluies qui modifie la salinité moyenne enregistrée et gère la répartition des masses d'eaux en mer

a). MOUSSON HUMIDE - RAINY SEASON



b). MOUSSON SECHE - DRY SEASON

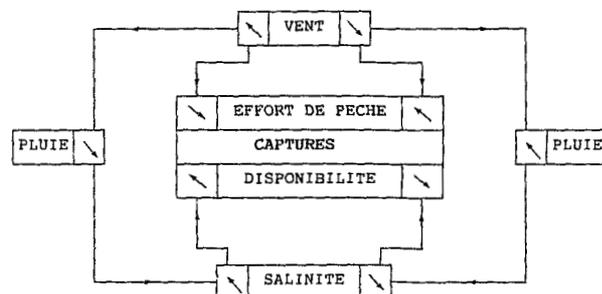


Figure 8. — Schéma de l'interaction entre les facteurs de l'environnement et la pêche dans la pêche des senneurs javanais.

Interaction scheme between environmental factors and fishing in the Javanese seine fishery.

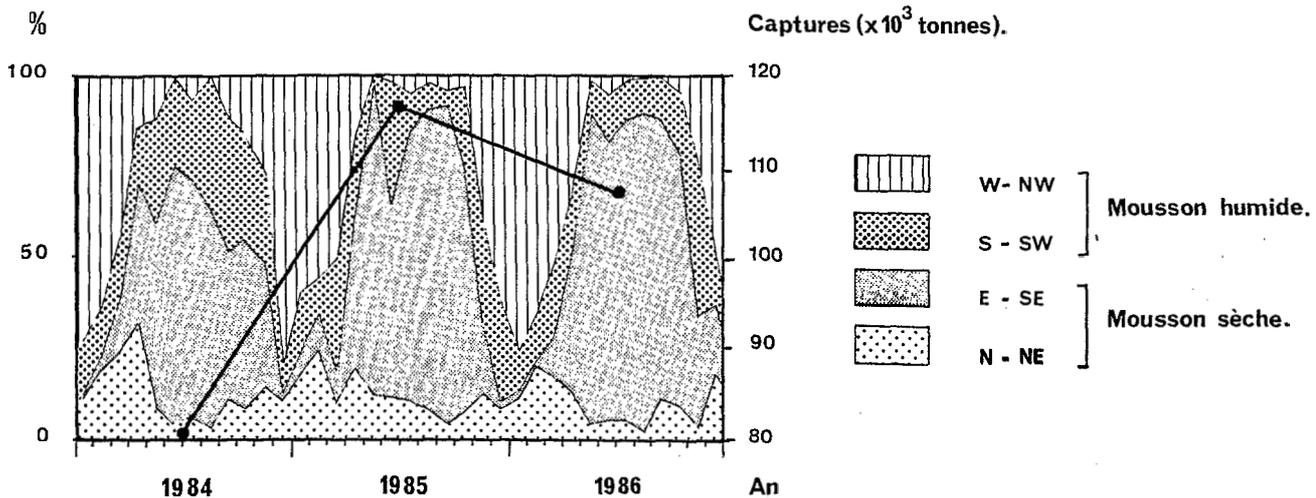


Figure 9. — Répartition des vents en mer de Java et captures de la senne tournante et coulissante pour la période 1984-1986.

*Distribution of the winds in the Java Sea and purse-seine catch for the period 1984-1986.*

Au cours des cinq derniers mois, les masses d'eaux océaniques pénètrent en mer de Java et avec elles, les populations de poissons océaniques. Cette partie de l'année est d'ailleurs appelée « musim ikan » par les pêcheurs javanais soit littéralement mousson des poissons. A force de vent égale, l'effort y est plus élevé. Les courbes d'évolution de l'effort et des captures (fig. 7) montrent que la disponibilité de la ressource est plus grande de juillet à octobre, les captures augmentant plus vite que l'effort.

Les fluctuations des rendements et des captures des pêcheries javanaises à la senne tournante sont donc très liées à l'environnement climatique et à la réponse des populations pélagiques aux fluctuations du milieu. Lors de la mousson humide, le vent et la pluviométrie agissent en phase. Lorsque l'intensité de la mousson est forte les précipitations sont importantes et les captures sont faibles (fig. 8 a). Lors de la mousson sèche, l'action du vent et de la pluviométrie se contraignent. La disponibilité de la ressource étant l'élément primordial de la pêche, une mousson sèche intense entraînera une disponibilité accrue qui donnera des captures abondantes (fig. 8 b). Ces deux schémas doivent être modulés par l'interaction qui existe entre les deux moussons. Suivant les années et les intensités respectives de ces dernières, les captures varient.

Ces hypothèses semblent en accord avec les données des années 1984-1986. L'année 1984, caractérisée par une mousson sèche longue mais de faible intensité, présente des captures bien inférieures aux années suivantes où l'intensité de la mousson sèche est plus forte (fig. 9).

L'influence du cycle lunaire interfère sur ce schéma en modulant le niveau des captures. Elle est liée au comportement du poisson et à la technique de pêche. La formation d'un banc requiert un minimum de

lumière. En pleine lune, la lumière serait toujours suffisante pour qu'un banc puisse se former à une certaine profondeur. En nouvelle lune, l'absence de lumière nuit à ce comportement. Les pêcheurs qui concentrent le poisson à la lumière induiraient alors la formation de bancs près de la source lumineuse. Ce système serait d'autant plus efficace que la clarté lunaire est faible. La transparence de l'eau et la nébulosité joueraient donc aussi un grand rôle.

Il existe de nombreuses pêcheries pélagiques qui subissent des fluctuations importantes. Une anomalie climatique peut accroître la disponibilité de la ressource et favoriser une surpêche qui peut devenir catastrophique si l'écosystème est perturbé par cette anomalie et ne permet pas un rétablissement rapide du stock (sardinelles de Côte d'Ivoire et du Ghana).

Jusqu'en 1982, la pêche à la senne tournante et coulissante était réalisée sur un mélange d'espèces où aucune ne dominait réellement, ce qui pouvait permettre d'amortir les phénomènes de surpêche. Depuis 1983, cet équilibre n'existe plus et les prises des espèces océaniques, en particulier les chinchards, deviennent très importantes, ce qui rend ces stocks plus sensibles aux phénomènes de surpêche liés aux facteurs climatiques.

Cependant, la senne tournante ne semble pas prospecter actuellement tout le volume écologique favorable aux populations océaniques ceci peut leur permettre de maintenir un nombre de reproducteurs suffisant si aucune autre flottille ne participe à leur exploitation.

La possibilité d'interpréter les fluctuations annuelles de captures en termes de variations de l'effort et de migrations de populations en fonction des aléas climatiques et hydroclimatiques semble montrer que ces fluctuations sont dues, tant qu'il n'y a

pas surexploitation, à la disponibilité du stock et non à sa taille elle-même.

L'emploi de modèles autorégressifs (Saila *et al.*, 1980) qui introduiraient les variations des paramètres climatiques permettrait, au terme d'une année de

pêche, la comparaison du tonnage effectivement débarqué à celui prédit par le modèle. Cette comparaison pourrait donner une indication sur l'état démographique du stock, compte tenu de l'effort de pêche déployé. Dans l'état actuel des données disponibles, seul un modèle empirique a pu être calculé.

### Remerciement

Les auteurs remercient les lecteurs anonymes, qui par leurs conseils, leur ont permis d'améliorer la présentation de leur article.

### RÉFÉRENCES

- Binet D., 1982. Influence des variations climatiques sur la pêche des *Sardinella aurita* ivoiro-ghanéennes : relation sécheresse-surpêche. *Oceanol. Acta*, **5**, 443-452.
- Boely T., P. Fréon, 1979. Les ressources pélagiques côtières, In: J. P. Troadec, S. Garcia : Les ressources halieutiques de l'Atlantique centre-est. 1<sup>re</sup> partie : Les ressources du Golfe de Guinée, de l'Angola à la Mauritanie. FAO Doc. Tech. 186 (1), 167 p.
- Boely T., J. Chabanne, P. Fréon, B. Stequert, 1982. Cycle sexuel et migrations de *Sardinella aurita* sur le plateau continental ouest-africain des îles Bissagos à la Mauritanie. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer*, **180**, 350-355.
- Boely T., M. Potier, N. Subhat, Suherman Banon, Suwarso, Tuti Hariati, 1987. Compilation of the data on the big purse seiners fishery in the Java Sea. 1976-1985. *Mar. Res. Fish. Inst.*, 114 p.
- Boely T., J. P. Gastellu Etchegorry, M. Potier, N. Subhat, 1990. Seasonal and interannual variations of the Sea surface temperatures in the Arafura Sea and the Ceram Sea. *Nether. J. Sea Res.*, **25**, 425-429.
- Emery K. O., E. Uchupi, J. Sunderland, H. L. Uktolseja, Young, 1972. Geological structure and some water characteristics of the Java Sea and adjacent continental shelf. United Nations ECAFE, CCOP Tech. Bull., **6**, 197-223.
- Fréon P., 1984. Des modèles de production appliqués à des fractions de stocks dépendants des vents d'upwelling (pêche sardinière au Sénégal). *Océanogr. trop.*, **19**, 67-94.
- Hardenberg J. D. F., 1937. Preliminary rapport on a migration of fish in the Java Sea. *Treubia*, **16**, 295-300.
- Hardenberg J. D. F., R. E. Soeriatmadja, 1955. Monthly mean salinities in the Indonesian Archipelago and adjacent water for the months March 1950-February 1953. *Org. Sci. Res. Indonesia, Bull.*, **21**, 1-68.
- Ilahude A. G., 1978. On the factors affecting the productivity of the southern Makassar strait. *Mar. Res. Indonesia*, **21**, 81-107.
- Losse G. F., A. Dwiponggo, 1977. Report on the Java Sea south-east monsoon trawl survey, June-December 1976. *Lap. Pen. Perikanan Laut*, **2/75**, 102-129.
- Marchal E., 1967. La pêche des sardiniers ivoiriens en 1966. *Doc. Scien. Prov. CRO Abidjan*, **19**, 26 p.
- , 1974. Étude et mise en valeur des ressources en poissons pélagiques côtiers. FAO. FI: DP/IVC/66/506, 72 p.
- Mendelssohn R., P. Cury, 1987. Fluctuations of a fortnightly abundance index of the Ivoirian coastal pelagic species and associated environmental conditions. *J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**, 408-421.
- Parrish R. H., A. Bakun, D. M. Husby, C. S. Nelson, 1983. Comparative climatology of selected environmental processes, in relation to eastern boundary current pelagic fish reproduction. In: G. Sharp, J. Csirke: Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species of neritic fish resources Costa-Rica, 18-29 April 1983. FAO Fish. Rep. 291, 731-777.
- Pedelaborde P., 1970. Les moussons 2<sup>e</sup> ed., Coll. Colin, 208 p.
- Potier M., T. Boely, N. Subhat, Suherman Banon, 1989. Study on the big purse seiners fishery in the Java Sea. VII. Environment of the Java Sea. *Mar. Res. Fish. Inst.*, **51**, 79-100.
- Saila S. B., M. Wigbout, R. J. Lermitt, 1980. Comparison of some time series models for the analysis of fisheries data. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **39**, 44-52.

- Van Veel K. M., 1923. Meteorological and hydrographical observations made in the western part of the Netherlands East Indian Archipelago. *Treubia*, **4**, 1-559.
- Veen P. CH., 1953. Preliminary charts of the mean salinity of the Indonesian archipelago and adjacent waters. *Org. Sci. Res. Indonesia, Bull.*, **17**, 46 p.
- Wyrtki K., 1956 *a*. The rainfall over the Indonesian waters. *Lemb. Meteorologi dan Geofisika. Verhandl.*, **49**, 1-24.
- , 1956 *b*. Monthly charts of surface salinity in Indonesian and adjacent waters. *J. Cons. int. Explor. Mer*, **21**, 268-279.
- . 1957. Die zirkulation and der oberflache der sudostasiatischen gewasser. *Dtsch. Hydrogr. Zeitschrift*, **10**, 1-18.
- . 1961. Physical oceanography of the south-east Asian waters. Naga Report. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif., **2**, 1-195.