

## Étude du régime alimentaire de *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) et de *S. maderensis* (Lowe, 1841) de la côte occidentale de l'Afrique

Youssouph DIATTA<sup>1</sup>, Luc Bonaventure BADJI<sup>2</sup> et Cheikh Tidiane BA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Biologie Marine, Institut Fondamental d'Afrique noire Cheikh Anta Diop, BP 206, Dakar, Sénégal.

<sup>2</sup> Institut Universitaire de Pêche d'Aquaculture. BP 45784, Dakar, Sénégal

<sup>3</sup> Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, BP 5005, Dakar Fann, Sénégal

youssouphdiatta@hotmail.com

### RESUME

Les régimes alimentaires de *Sardinella aurita* et de *S. maderensis* ont été effectués à partir d'échantillons d'estomacs prélevés mensuellement sur ces deux espèces ; soit 483 chez *S. aurita* et 485 chez *S. maderensis*. L'analyse du régime alimentaire est faite en classifiant les proies à partir de l'indice d'occurrence If, en tenant en compte de leur sexe, leur taille et leur lieu de provenance. Les résultats recueillis ont montré que le régime alimentaire des sardinelles est à base de plancton surtout les copépodes qui constituent presque toujours leurs proies préférentielles. La diversité est plus marquée en saison froide chez ces deux espèces, grâce au phénomène d'upwelling. Par ailleurs, *S. maderensis* consomme préférentiellement les copépodes aussi bien en saison chaude qu'en saison froide. Par contre, chez *S. aurita*, les copépodes dominent en saison froide, mais deviennent des proies secondaires en saison chaude au profit de sédiments inorganiques. L'examen des résultats grâce au logiciel *statistica* a révélé des différences significatives en fonction du sexe, de la taille et du milieu chez *S. aurita* et seulement en fonction du sexe chez *S. maderensis*. Ces résultats montrent ainsi que ces deux espèces, bien que possédant des régimes alimentaires voisins, exploitent différemment les ressources alimentaires disponibles, car en effet *S. aurita* semble plus influençable par les fluctuations liées aux paramètres écologiques du milieu.

**Mots clés :** *Sardinella aurita*, *S. maderensis*, régime alimentaire, indice de fréquence, côte occidentale de l'Afrique.

### ABSTRACT

**Study of the diet of *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) and *S. maderensis* (Lowe, 1841) from the west coast of Africa :** The feeding of *Sardinella aurita* and *S. maderensis* has been studied from stomachs samples taken monthly on 483 individuals of *S. aurita* and 485 of *S. maderensis*. Diet analysis was done by classifying prey from the frequency index, with sex, size and place of provenance of the fishes taken in account. The results showed that the *sardinella's* diet is based on plankton, and specially on copepods which are nearly always their preferential prey. The cold season showed more diversity for these two species, because of the upwelling phenomenon. Moreover, *S. maderensis* preferentially consume copepods in both warm and cold seasons. By contrast, for *S. aurita*, copepods dominate in the cold season, but become secondary prey in the warm season in favor of inorganic sediments. The review of results through *Statistica* showed significant differences by sex, size and place of provenance for *Sardinella aurita* and only by sex for *S. maderensis*. These results demonstrate that the two species, although having neighboring feeding behavior, act differently towards available food resources, for *S. aurita* seems more influenced by variation of environmental factors.

**Key-words:** *Sardinella aurita*, *S. maderensis*, diet, frequency Index, West Africa coast

### INTRODUCTION

La gestion durable des stocks des petits pélagiques est aujourd'hui au centre des préoccupations scientifiques au Sénégal et dans la sous région. Ainsi, plusieurs thématiques de recherches sont centrées autour de la biologie et de l'écologie de ces espèces. Cette attention surtout orientée vers les espèces de sardinelles est motivée par l'intérêt socioéconomique qu'elles représentent en Afrique de l'ouest. En effet, ces espèces constituent une importante source de protéines animales et jouent un rôle clé dans la

création d'emplois. Une étude menée par la FAO en 2005 sur la zone atlantique allant du Nord du Maroc au Sud du Sénégal, avait estimé à 1,95 million de tonnes le potentiel de sardinelles. Ce foisonnement semble être lié à la forte productivité des zones d'estuaires induite par une bonne saison des pluies, mais aussi et surtout aux remontées d'eaux froides (upwellings) qui amènent des eaux riches en substances nutritives sur la partie côtière (FAO, 2008).

Cependant, différentes études relatives à l'évaluation de leurs stocks ont montré des signes de surpêche.

Les rapports de travail de la FAO (2001 ; 2005) sur les petits pélagiques ont montré qu'au Sénégal, les sardinelles constituent presque 89% de l'ensemble des espèces pélagiques débarquées en 2004. Les débarquements ont chuté de 300 000 tonnes en 2003 à 240 000 tonnes en 2004 soit 20% de diminution. En Gambie, les sardinelles constituent 13% des débarquements dont 1700 tonnes (70%) sont des sardinelles. Les sardinelles représentent environ 84% des captures totales en Mauritanie depuis 1996, et on y observe une diminution continue des débarquements. Toutes ces données montrent ainsi que ces petits pélagiques sont aujourd'hui exploitées à outrance et que la plupart des pêcheries, jadis ultra-productives, sont aujourd'hui au bord de l'effondrement. La destruction des habitats et la pollution sont aussi en partie responsables de l'affaissement actuel des stocks (Rohr et *al.*, 2014 ; Garcia, 2013).

Face à cette situation, l'IRD à travers un projet intitulé « nouvelles approches d'évaluation des caractéristiques biologiques et écologiques d'espèces de poissons d'intérêt économique au Sénégal et dans la sous région », a initié un programme de recherche

concernant l'étude du régime alimentaire de *Sardinella aurita* et de *S. maderensis* en provenance des côtes mauritaniennes, gambiennes et sénégalaises.

L'objectif principal de cette étude est de déterminer les nouvelles caractéristiques écologiques de ces deux espèces. De façon spécifique, cette étude devra permettre de déterminer leurs habitudes et comportements alimentaires, d'identifier leurs zones de nourricerie et de frayère et d'étudier l'influence de l'environnement sur leurs préférences alimentaires

## MATERIEL ET METHODES

### Materiel

Nous avons effectué plusieurs séries d'échantillonnage au niveau des stations de pêche de Soumbédioune, Hann, Joal, Mbour, Missirah et Saint-Louis au Sénégal, Nouakchott et Banc d'Arguin en Mauritanie et Barra en Gambie (Figure 1). Nous avons ainsi recueilli 483 estomacs de *Sardinella aurita* et 485 estomacs de *S. maderensis*.

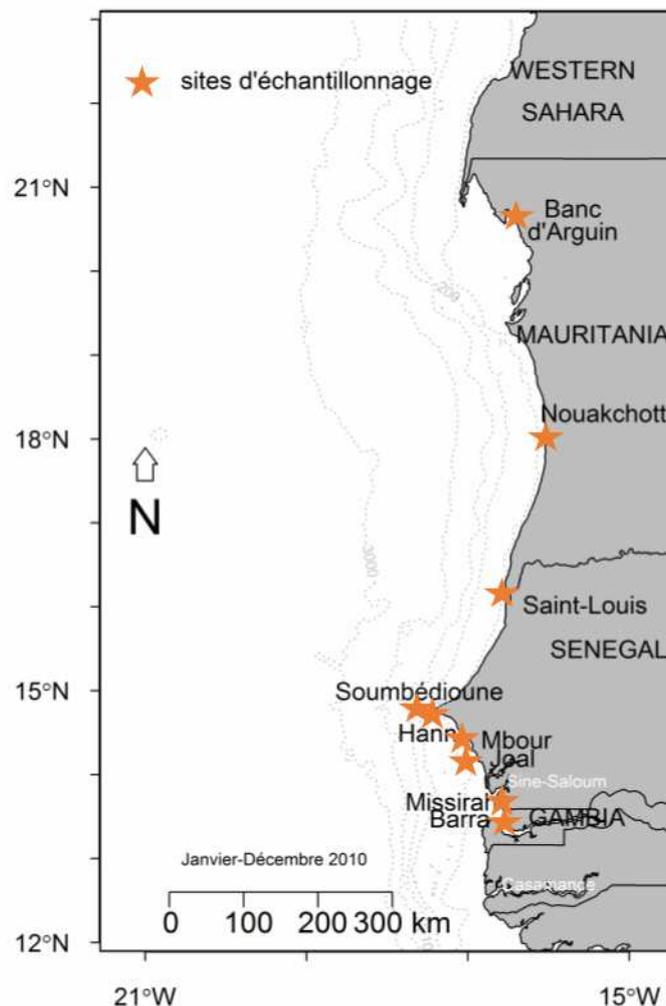


Figure 1 : Localisation des stations d'échantillonnage

La mesure des tailles des individus échantillonnés (longueur totale et/ou longueur à la fourche) a été faite grâce à un ichtyomètre et le poids total a été prélevé à l'aide d'une balance électronique de précision (1/100 g). La dissection et l'examen des estomacs ont été effectués grâce aux matériels de laboratoire suivant : ciseaux, pinces, scalpés et divers autres petits outils de laboratoire.

#### Méthode d'étude

##### Echantillonnage et analyse des contenus tomacaux

Nous avons effectué un échantillonnage mensuellement durant une année, de janvier à décembre 2010. Il s'agit de missions scientifiques effectuées au niveau des 9 stations précitées.

Les poissons échantillonnés ont été achetés auprès de pêcheurs spécialisés et examinés au laboratoire.

Ensuite, ils ont été classés en fonction de leur sexe, leur taille et leur station de collecte. Le sexe des individus a été déterminé par observation directe des gonades chez les trois espèces. Nous avons ainsi obtenu une séparation des individus mâles, femelles et jeunes indifférenciés. Pour la répartition des tailles, nous avons adopté différents classements selon l'espèce. Pour la sardinelle ronde, les individus jeunes sont ceux dont la taille variait de 50 à 250 mm. La partie adulte était constituée de poissons d'une longueur supérieur à 250 mm (Boely et al., 1982). Chez *S. maderensis*, les individus sont jeunes jusqu'à 240 mm et adultes au-dessus de cette taille (Camarena Luhrs, 1986).

Par ailleurs, les estomacs prélevés ont été vidés de leur contenu et le matériel alimentaire recueilli à été pesé pour chaque item. L'identification des aliments a été faite le plus finement possible à l'aide d'une loupe binoculaire, de guides d'identification des ressources marines.

Pour évaluer l'importance relative de chaque proie, nous avons utilisé la méthode d'occurrence ou de fréquence, qui permet de définir le pourcentage d'occurrence ou indice de fréquence If :  $If = (Ni/N') \times 100$  avec  $Ni$  = nombre d'estomacs contenant l'item ;  $N'$  = nombre total d'estomacs non vides analysés. Le

classement des proies a été fait en fonction de cet indice If (Albertini-Berhaut, 1973) qui permet de définir trois catégories de proies : les proies préférentielles ( $If > 50\%$ ) ; les proies secondaires ( $10\% \leq If \leq 50\%$ ) ; les proies accidentelles ( $If < 10\%$ ).

Le coefficient de vacuité a aussi été calculé. Il correspond au rapport exprimé par le pourcentage entre le nombre d'estomacs vides ( $E_v$ ) et le nombre total d'estomacs examinés ( $N$ ) :  $(C_v) = (E_v) \times 100/N$ .

##### Analyse statistique

Nous avons réalisé une analyse statistique des résultats grâce au logiciel Statistica. Ainsi, à partir d'une analyse de variance multivariée (MANOVA), des tests basés sur le pourcentage d'occurrence (If) des proies les plus régulières ont été réalisés afin de faire apparaître les similitudes ou différences entre les contenus tomacaux des poissons selon leur sexe, leur taille ou leur zone de capture. L'effet de ces différents paramètres sur le régime alimentaire a été considéré significatif ou non en fonction de la probabilité (significative :  $p < 0.05$  ; non significative :  $p > 0.05$ ).

## RESULTATS

### *Sardinella aurita*

#### Analyse du contenu stomacal

##### Saison froide

L'étude du régime alimentaire de *S. aurita* en saison froide a intéressé 279 individus parmi lesquels 11 avaient l'estomac vide ( $C_v = 5,38\%$ ). L'analyse des contenus tomacaux révèle une forte diversité de proies (Tableau I). Ces aliments sont des crustacés (copépodes, ostracodes, Euphausiacés, cladocères), des larves de mollusques (bivalves et gastéropodes), d'insectes et de poissons, des sédiments meubles (vase, sable) et durs (galet), du phytoplancton (débris végétaux et d'algues) et de nombreux autres matériels non identifiés.

**Tableau I.** Aspect qualitatif et quantitatifs du régime alimentaire de *S. aurita* (saison froide)

Aliments	Ni	If (%)
Crustacés		
Copépodes	171	64,77
Ostracodes	108	40,91
Euphausiacés	16	6,06
Crustacés indéterminés	47	17,80
Total crustacés	198	75,00
Mollusques		
Gastéropodes	10	3,79
Lamellibranches	64	24,24
Total mollusques	66	25,00
Phytoplancton	30	11,36

Algues	6	2,27
Végétaux indéterminés	24	9,09
Total Phytoplancton	65	24,62
Sédiments		
Substrats durs		
Galet	3	1,14
Substrats meubles	40	15,15
Vase	34	12,88
Sable	12	4,55
Morceaux de bois	10	3,79
Matière plastique	8	3,03
Total sédiments	98	37,12
Divers		
Poissons	3	1,14
Insectes	2	0,76
Invertébrés indéterminés	10	3,79
Bouillie	26	9,85
Total divers	38	14,40

Les indices d'occurrence des différents aliments montrent une nette dominance du plancton animal dans la nutrition de *S. aurita*. L'espèce traque les petits crustacés, spécialement les copépodes qui représentent ainsi sa proie préférentielle (If=64,77%). Les ostracodes sont aussi assez fréquents dans son alimentation, ils représentent sa proie secondaire (If=40,91%). Dans cette dernière catégorie de proies, on note la présence de larves de mollusques majoritairement des bivalves (If=25%), du matériel inorganique (If= 37,12%) composé de galets, de sable et de vase. Parmi les proies accidentelles on peut citer les Euphausiacés (If=6,06%), les larves de gastéropodes (If=3,79) et d'insectes (If=0,76), les algues (If=2,27), et divers autre débris indéterminés. Dans 14,40% des estomacs examinés, toute ou une partie du contenu était en digestion avancé formant soit une bouillie d'aliments divers ou un amas de proies indéterminables.

#### Variation du régime alimentaire en fonction du sexe

Sur la totalité des individus analysés, nous avons identifiés 64 femelles et 66 mâles avec des vacuités de 4,68% (Ev = 3) et de 3,03% (Ev = 2) respectivement. Quelque soit le sexe du poisson, les copépodes (mâles et femelles : If=57,81%) constituent la proie préférentielle (Figure 2). Les larves de lamellibranches sont aussi préférentiellement consommées chez les femelles (If=54,68%), tandis que chez les mâles, elles sont secondaires (If=35,93%). Les ostracodes sont des proies secondaires pour les deux sexes, mais sont légèrement plus fréquents chez les individus mâles (If=26,56%). Ce contraste est renforcé par un résultat statistiquement significatif du test MANOVA [F (2, 42)=3,19, p<0,05].

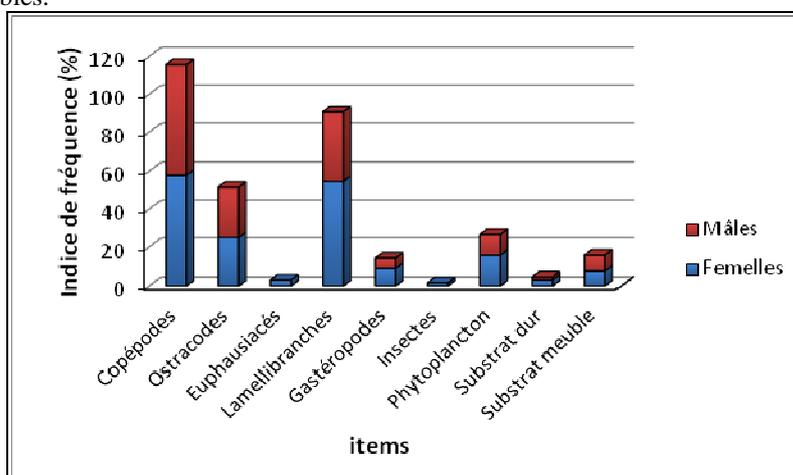


Figure 2. Variation du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction du sexe (saison froide)

**Variation du régime alimentaire en fonction de la taille**

Les tailles des individus variaient entre 105 mm et 395 mm. Les individus jeunes (105-250 mm)

examinés étaient au nombre de 50 avec une vacuité nulle. 94 individus adultes (253-395 mm) ont été échantillonnés avec une vacuité de 5,32% (Ev=5). Les résultats de la figure 3 montrent que les estomacs des individus jeunes contiennent moins de proies. Le profil alimentaire révèle que les *S. aurita* adultes consomment préférentiellement des copépodes

(If=65,16%) et des larves de lamellibranches (If=59,55%) et secondairement des ostracodes (If=28,08%) ; la vase et le sable étant accidentelles (If=3,37%). On ne distingue pas de proie préférentielle car les indices de fréquence des copépodes (If=34%), des ostracodes (If=22%) et du substrat meuble (If=26%) apparaissent dans la catégorie de proies accidentelles. L'analyse multivariée indique que le régime alimentaire de *S. aurita* varie suivant les classes de taille [F (1,42)=16,73, p<0,05].

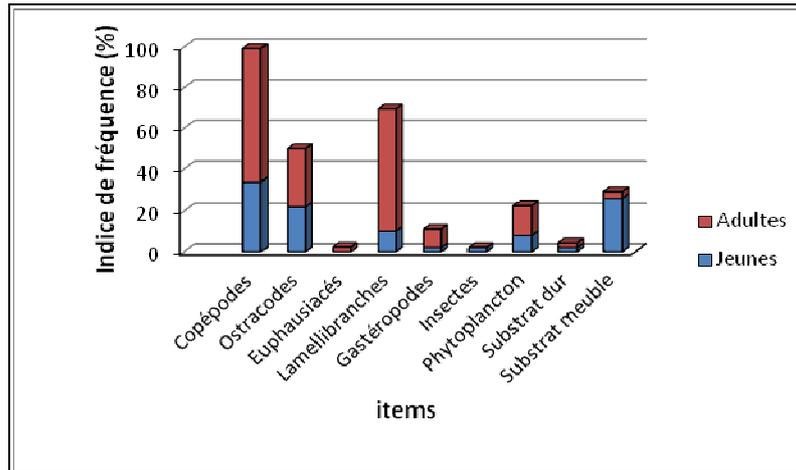


Figure 3. Variation du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction de la taille (saison froide)

**Variation du régime alimentaire en fonction des stations**

Les estomacs analysés proviennent de trois pays : Sénégal (N=196), Mauritanie (N=54) et Gambie (N=29). Leurs coefficients de vacuité respectifs sont 1,53% (Ev=13), 3,70% (Ev=2) et 0% (Ev=0). L'examen de la figure 4 montre qu'au Sénégal, l'alimentation de la sardinelle ronde est plus variée et est basée sur les petits crustacés. On note une grande diversité d'organismes zooplanctoniques, mais les copépodes (If=57,92%) sont préférentiels, tandis que les ostracodes (If=35,52%) et les lamellibranches (If=34,97%) sont secondaires. Dans la station gambienne, *S. aurita* est essentiellement détritivore puisque qu'elle consomme préférentiellement des substrats meubles (If=55,17%) mais on note aussi une présence non négligeable de phytoplancton

(If=20,68%) qui constitue sa proie secondaire. Les crustacés (copépodes, If=44,82%) secondairement consommés, sont marqués par l'absence d'ostracodes et d'Euphausiacés. Les larves de mollusques et d'insectes sont absentes dans l'alimentation des espèces issues de cette zone. En Mauritanie, le régime alimentaire de *S. aurita* présente des similitudes avec celui du Sénégal mais comporte une part plus importante de copépodes (If=100%) et d'ostracodes (If=82,69%), qui constituent son aliment préférentiel. Les Euphausiacés (If=15,38%) en sont sa proie secondaire. La comparaison des indices de fréquence grâce au test statistique (MANOVA) révèle une différence significative du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction des stations [F (2,58)=3,59, p<0,05].

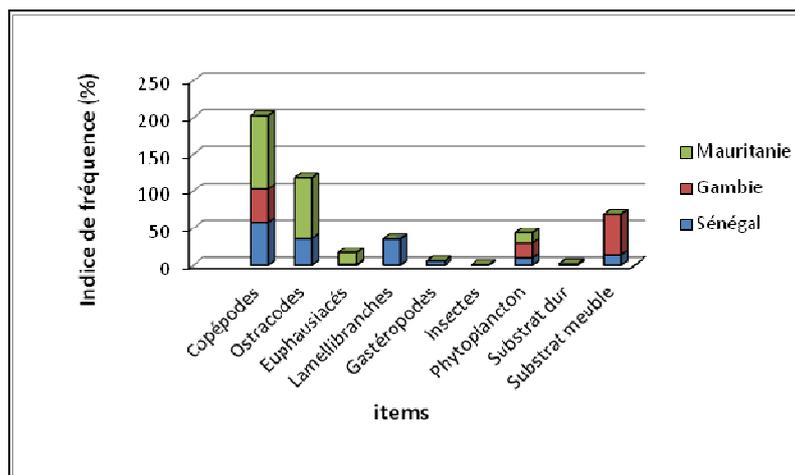


Figure 4. Variation du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction des stations (saison froide)

### Saison chaude

Les estomacs examinés en saison chaude étaient au total 214. Le coefficient de vacuité reste globalement faible avec 19 estomacs vides (Cv=8,87%). Le spectre alimentaire est très vaste et regroupe des crustacés, des mollusques, du phytoplancton, des sédiments et divers autres aliments (Tableau II). L'absence de proies préférentielles montre que la distribution de ces différents aliments est plus ou

moins proportionnée. Les copépodes (If=36,41%), la vase (If=18,97%) et le sable (If=16,92%), les débris végétaux (If=12,82%) présentent les indices de fréquence les plus élevés mais sont classés dans la catégorie de proies secondaires. Les ostracodes (If=9,74), les algues (If=8,21%), les larves de lamellibranches (If=6,15%) et autres proies (larves de gastéropodes et d'insectes, poissons, brins de bois, matières plastiques) sont des proies accidentelles

Tableau II. Aspect qualitatif et quantitatifs du régime alimentaire de *S. aurita* (saison chaude)

Aliments	Ni	If (%)
Crustacés		
Copépodes	71	36,41
Ostracodes	19	9,74
Euphausiacés	7	3,59
Crustacés indéterminés	35	17,94
Total crustacés	100	51,28
Mollusques		
Gastéropodes	5	2,56
Lamellibranches	12	6,15
Total mollusques	18	9,23
Phytoplancton		
Algues	16	8,21
Végétaux	25	12,82
Total Phytoplancton	40	20,51
Sédiments		
Substrats durs		
Galet	13	6,67
Charbon	2	1,03
Substrats meubles		
Vase	37	18,97
Sable	33	16,92
Morceaux de bois	5	2,56
Matière plastique	6	3,08
Total sédiments	87	44,62
Divers		
Poissons	8	4,10

Insectes	2	1,03
Invertébrés indéterminés	4	2,05
Bouillie	31	15,90
Total divers	37	18,97

**Variation du régime alimentaire en fonction du sexe**

Le sexage des individus récoltés en période chaude fait état de 40 mâles dont la vacuité était de 5% (Ev=2) et 54 femelles ayant une vacuité de 9,25% (Ev=5). L'alimentation des individus femelles paraît plus emplie que celle des mâles (Figure 5). En effet,

en plus de posséder un régime plus varié, elles absorbent plus de copépodes (If=44,89%), d'ostracodes (If=18,36%), de lamellibranches (If=16,32%) et de phytoplancton (If=40,4%), qui sont classées dans la catégorie de proies secondaires. L'alimentation selon le sexe ne présente pas de différence significative en saison chaude [F(2,25)=1,17, p>0,05].

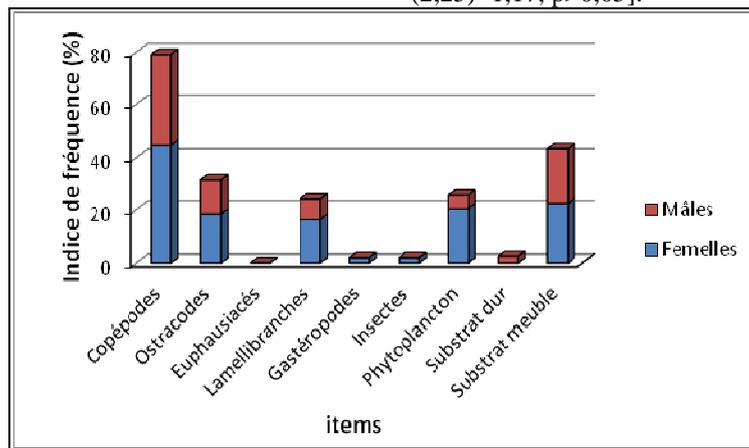


Figure 5. Variation du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction du sexe (saison chaude)

**Variation du régime alimentaire en fonction de la taille**

Les animaux mesurés étaient au nombre de 114 et leurs tailles variaient entre 105 et 342 mm. L'intervalle de taille des jeunes (N=38) variait de 105 à 232 mm et leur coefficient de vacuité était de 15,78% (Ev=6). Chez les adultes (N=76), la taille variait de 266 à 342 mm et la vacuité était de 5,26% (Ev=4). Comme le montre la figure 6, les copépodes, les ostracodes et le phytoplancton constituent les

proies les plus consommées aussi bien chez les jeunes que chez les adultes, bien que leurs indices de fréquences apparaissent dans la catégorie des proies secondaires. Toutefois, les adultes consomment plus de phytoplancton (If=21,11%) et de larves de lamellibranches (If=15,27%), mais les ostracodes sont plus abondants chez les jeunes (If=25%). Le test effectué à partir de l'indice de fréquence de chaque proie n'indique pas de différence significative en fonction de la taille des individus en saison chaude [F(1,25)=0,00, p>0,05].

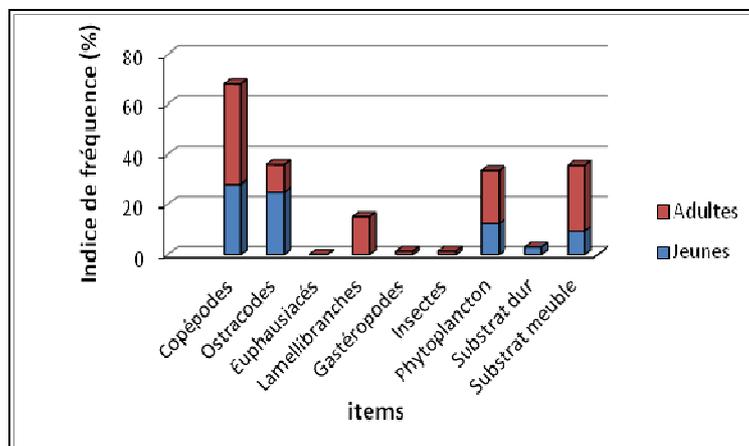


Figure 6. Variation du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction de la taille (saison chaude)

### Variation du régime alimentaire en fonction des stations

Les 214 individus examinés provenaient des stations sénégalaises (N=158), mauritaniennes (N=33) et gambiennes (N=23). Leur coefficient de vacuité est globalement faible ; elle est de 8,23% au Sénégal (Ev=13), 9,09% en Mauritanie (Ev=3) et 13,04% en Gambie (Ev=3). La figure 7 fait remarquer que devant la côte du Sénégal, *S. aurita* possède une alimentation plus variée mais sans proies préférentielles. Les copépodes (If=31,03%), le substrat meuble (If=22,75%) et le phytoplancton (If=15,33%) sont classés dans la catégorie de proies

secondaires mais en sont les proies les plus consommées. Par ailleurs, les individus en provenance des stations gambiennes préfèrent le détritus meuble (If=95%) et consomment accidentellement des copépodes (If=5%). Leur alimentation se résume en ces deux types d'éléments seulement. En Mauritanie, la sardinelle ronde montre une préférence les copépodes (If=93,33%) et consomme secondairement des substrats durs (If=46,66%) et des larves de gastéropodes (If=13,33%). L'analyse statistique indique une différence significative selon les stations [F (2, 47)=5,04, p<0,05].

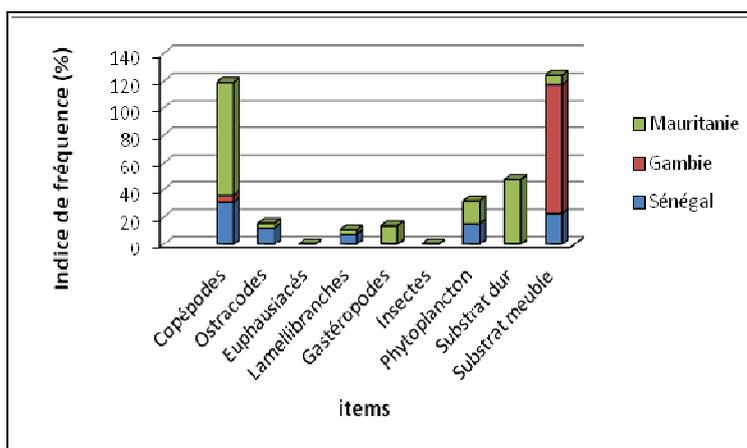


Figure 7. Variation du régime alimentaire de *S. aurita* en fonction des stations (saison chaude)

### *Sardinella maderensis*

#### Analyse du contenu stomacal

##### Saison froide

L'expérimentation a porté sur 228 individus de *S. maderensis*. Le pourcentage de vacuité était de 14,91% (Ev=34). Le profil du régime alimentaire établi sur le tableau III révèle une alimentation assez variée avec la présence de 6 groupes taxonomiques. Les crustacés sont représentés par les copépodes, les ostracodes, les cladocères, les anomoures, les larves de crabes et de crevettes. La présence de larves de mollusques, d'insectes et de plusieurs invertébrés non identifiés, a été notée. Le phytoplancton est représenté par quelques débris d'algues (diatomées et dinophycées), de végétaux divers. La composante

sédimentaire est constituée d'une fraction organique (morceaux de bois) et d'une fraction inorganique (vase, sable, galets, charbon, matière plastique). Nous constatons, à partir du calcul des différents indices alimentaires, que l'alimentation de la sardinelle plate repose essentiellement sur du zooplancton. L'analyse des pourcentages d'occurrence révèle que 76,29% des estomacs sont composés de crustacés surtout de copépodes (If=59,28%), aliment préférentiel pour cette espèce. Les aliments secondaires sont les mollusques lamellibranches (If = 25,26%), les ostracodes 21,13%, le phytoplancton (If= 20,80%) et le substrat meuble (vase : 14,95% et sable : 14,95%). La présence de foraminifères, de poissons, d'insectes et de substrats durs est négligeable.

Tableau III. Aspect qualitatif et quantitatifs du régime alimentaire de *S. maderensis* (saison froide)

Aliments	Ni	If (%)
Crustacés		
Copépodes	115	59,28
Ostracodes	41	21,13
Euphausiacés	4	2,06
Anomoures	1	0,52
Crabes	1	0,52
Crevettes	1	0,52

Crustacés indéterminés	36	18,56
Total crustacés	148	76,29
Mollusques	50	25,77
Gastéropodes	8	4,12
Lamellibranches	49	25,26
Total mollusques	54	27,29
Phytoplancton		
Algues		
Dinophycées	1	0,52
Végétaux indéterminés	39	20,28
Total Phytoplancton	40	20,80
Sédiments		
Substrats durs		
Galets	2	1,03
Charbon	1	0,52
Substrats meubles		
Vase	29	14,95
Sable	29	14,95
Morceaux de bois	16	8,25
Matière plastique	4	2,06
Total sédiments	66	34,32
Divers		
Poissons	1	0,52
Insectes	4	2,06
Bouillie	25	12,89
Total divers	30	15,45

#### Variation du régime en fonction du sexe

Sur les 198 individus dont le sexe a été défini en saison froide, 120 étaient femelles et 78 étaient mâles avec un pourcentage de vacuité respectif de 11,67% (Ev=14) et 16,67% (Ev=13). L'illustration à la figure 8 permet de constater que les copépodes sont préférentiels chez les deux sexes, mais sont

légèrement plus fréquents chez les mâles (If=72,31%). De même, les ostracodes, les mollusques et le phytoplancton (proies secondaires) sont moins fréquents chez les femelles. Les autres types de proies ont une distribution plus ou moins analogue dans les deux groupes. La différence alimentaire se révèle non significative entre individus mâles et femelles [F (2, 56)=1,57, p>0,05].

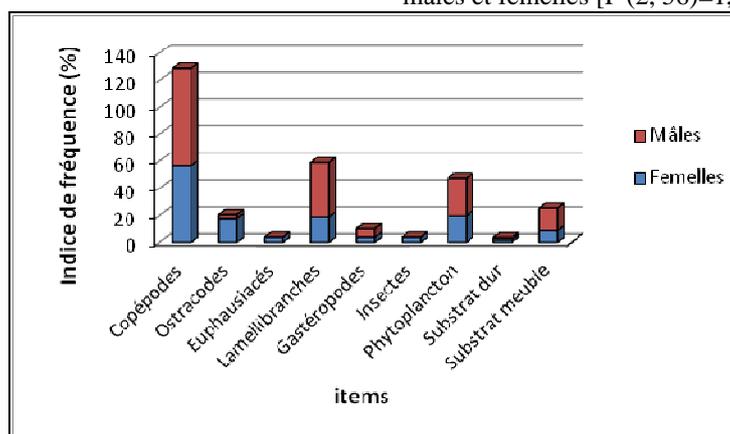
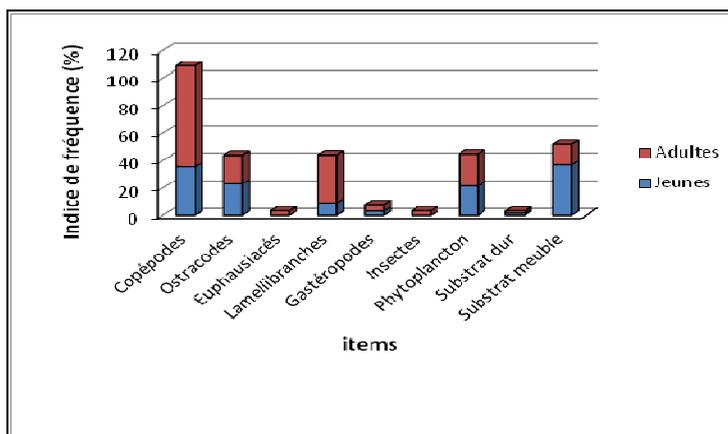


Figure 8. Variation du régime alimentaire de *S. maderensis* en fonction du sexe (saison froide)

#### Variation du régime en fonction de la taille

Les 220 poissons analysés avaient des tailles qui variaient entre 106 et 345mm. Les individus jeunes (106-240mm) concernent 83 individus dont 18 ont

l'estomac vide (Cv=21,69%). Le coefficient de vacuité est plus faible chez les 137 individus de grande taille (242-345mm), avec 16 estomacs vides (Cv=11,69%).



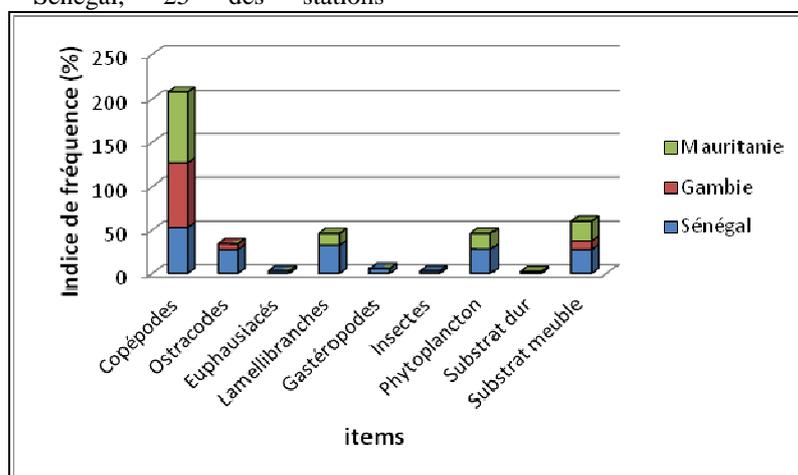
**Figure 9.** Variation du régime alimentaire de *S. maderensis* en fonction de la taille (saison froide)

Chez les jeunes, on ne distingue pas d'aliments préférés. Le détritus meuble (If=36,92%), les copépodes (If=35,38%), les ostracodes (If=23,08%) et les organismes phytoplanctoniques (If=21,54%) constituent les aliments les plus consommés, mais sont classés dans la catégorie d'aliments secondaires. En revanche, chez les adultes, les crustacés surtout les copépodes (If=73,55%) sont les plus consommés (fig. 9). L'analyse statistique n'indique pas une différence significative de l'alimentation en fonction de la taille des individus chez l'espèce [F (1, 56)=,66, p>0,05].

**Variation du régime en fonction des stations**

Elle a été réalisée à partir de 228 individus dont 173 provenaient du Sénégal, 25 des stations

mauritaniennes et 30 du littoral gambien. Le coefficient de vacuité est de 17,92% au Sénégal (Ev=31), 12% en Mauritanie (Ev=3) et 0% en Gambie (Ev=0). Les copépodes sont les proies préférées sur toutes les stations (fig. 10). Cependant, les autres types de proies sont beaucoup plus fréquents chez les individus échantillonnés au Sénégal et en Mauritanie. Dans les eaux gambiennes, *S. aurita* semble se contenter de crustacés (copépodes : If=73,33%, ostracodes : If=6,67%) et de détritus meuble (If=10%). La différence est significative entre individus provenant de pays différents [F (2, 58)=3,59, p<0,05].



**Figure 10.** Variation du régime alimentaire de *S. maderensis* en fonction des stations (saison froide)

**Saison chaude**

L'analyse en saison chaude avait concerné 257 individus de *S. maderensis*. Le pourcentage d'estomacs vides s'élève à 20,23% car 52 estomacs étaient vides. L'alimentation de la sardinelle plate en cette saison est très variée et implique des crustacés

divers (copépodes, ostracodes, Euphausiacés, cladocères, anomoures), des larves de mollusques (lamellibranches, gastéropodes), des foraminifères, du phytoplancton dont des algues Diatomées et Dinophycées, des sédiments (galets, vase, sable, brins de bois) et de nombreux autres débris (Tableau IV).

**Tableau IV.** Aspects qualitatifs et quantitatifs du régime alimentaire de *S. maderensis* (saison chaude)

Aliments	Ni	If (%)
Crustacés		
Copépodes	105	51,22

Ostracodes	25	12,20
Euphausiacés	12	5,85
Cladocères	1	0,49
Anomoures	1	0,49
Crustacés indéterminés	19	9,27
Total crustacés	290	141,46
Mollusques		
Gastéropodes	9	4,39
Lamellibranches	62	30,24
Total mollusques	68	33,32
Foraminifères	6	2,93
Phytoplancton		
Algues		
Diatomées	4	1,95
Dinophycées	3	1,46
Végétaux indéterminés	46	22,54
Total Phytoplancton	51	24,99
Sédiments		
Substrats durs		
Galet	4	1,95
Charbon	1	0,49
Substrats meubles		
Vase	16	7,80
Sable	26	12,68
Morceaux de bois	13	6,34
Matière plastique	8	3,90
Total sédiments	56	27,30
Divers		
Bouillie	24	11,71
Invertébrés indéterminés	4	1,95
Débris indéterminés	118	57,56
Total divers	121	59,29

L'indice d'abondance des différents aliments révèle que les crustacés sont plus attrayants pour les sardinelles plates. Les copépodes possèdent l'indice de fréquence le plus élevé (If=51,22%), et représentent les proies préférentielles de *S. maderensis*. L'espèce consomme secondairement des larves de lamellibranches (If=30,24%), des éléments végétaux (If=22,54%), du sable (If=12,68%) et des ostracodes (If=12,20%). La nourriture accidentelle concerne entre autres, du charbon, des galets, de la matière plastique.

#### Variation du régime en fonction du sexe

Nous avons identifiés 83 individus mâles et 112 individus femelles. Le coefficient de vacuité est de 20,48% (Ev=17) pour les premiers et 17,42% (Ev=23) pour les seconds. Les profils alimentaires

pour ces deux groupes présentés à la figure 11 présentent beaucoup d'analogies. Les mâles consomment de préférence des copépodes (If=57,58%) et secondairement des ostracodes (If=31,82%), des larves de lamellibranches (If=28,79%), du phytoplancton (If=38%) et du substrat meuble (If=19,7%). Chez les femelles, on retrouve ces aliments dans la catégorie de proies secondaires et avec des fréquences d'occurrence moins élevées. Il n'y a pas d'aliments préférentiels car les copépodes (If=48,62%) sont également secondaires. Les résultats de l'analyse de variance multivariée indique une différence significative dans l'alimentation entre individus mâles et femelles [F(2,64)=5,87, p<0,05].

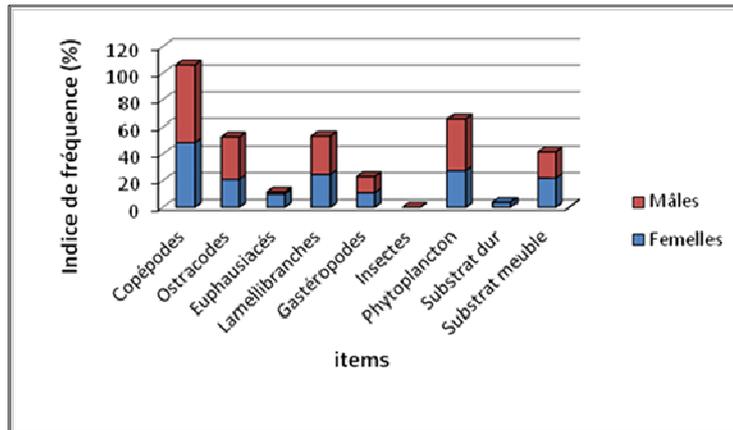


Figure 11. Variation du régime alimentaire de *S. maderensis* en fonction du sexe (saison chaude)

**Variation du régime en fonction de la taille**

Les tailles variaient entre 122 et 250 mm chez les jeunes individus (N=74), et entre 158 et 329 mm chez les plus grands (N=158). Le pourcentage d'estomacs vides était plus élevé dans le groupe des juvéniles (Cv=28,38% ; Ev=21) que dans celui des adultes (Cv=18,35% ; Ev=29). L'analyse de la figure 12 montre une distribution assez similaire des aliments consommés par *S. maderensis* en saison chaude. Les jeunes et les adultes semblent avoir un régime

identique. Les copépodes sont préférentiels chez les jeunes avec If=56,6%. Chez les adultes, ils sont secondaires (If=49,61%) mais représentent la proie la plus fréquente. Les autres proies ont une distribution similaire chez les deux tailles. Cette analogie des régimes alimentaires est confirmée par le test statistique de significativité qui n'indique pas de différence significative en fonction des classes de taille [F (1,64)=0,01, p>0,05].

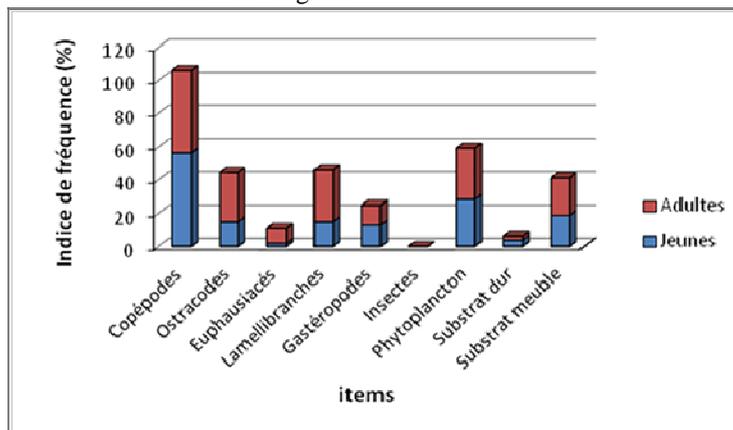


Figure 12. Variation du régime alimentaire de *S. maderensis* en fonction de la taille (saison chaude)

**Variation du régime en fonction des stations**

Cette analyse a été réalisée à partir de 257 individus dont 194 provenaient du Sénégal, 44 de Mauritanie et 19 de Gambie. Le coefficient de vacuité est de 22,16% au Sénégal (Ev=43), 18,18% en Mauritanie (Ev=8) et 5,26% en Gambie (Ev=1). Le régime alimentaire de *Sardinella maderensis* reste dominé par le plancton animal (copépodes, ostracodes, Euphausiacés, etc.) sur toute la zone d'étude (Figure 13). Les copépodes constituent les proies préférentielles de *S. maderensis* sur les côtes sénégalaises (If=50,99%) et gambiennes (If=66,67%).

Les ostracodes, les larves de lamellibranches, le phytoplancton et le substrat meuble sont secondaires. Cependant, chez les spécimens issus de Mauritanie, les larves de lamellibranches (If=77,78%) représentent la proie préférée de la sardinelle ronde. Les proies secondaires sont constituées de copépodes (If=47,22%), d'ostracodes (If=36,11%) et de phytoplancton (If=33,36%). L'analyse multivariée à partir des indices de fréquences n'atteste néanmoins pas de variation significative dans l'alimentation en fonction des stations [F (2, 72)=2,98, p>0,05].

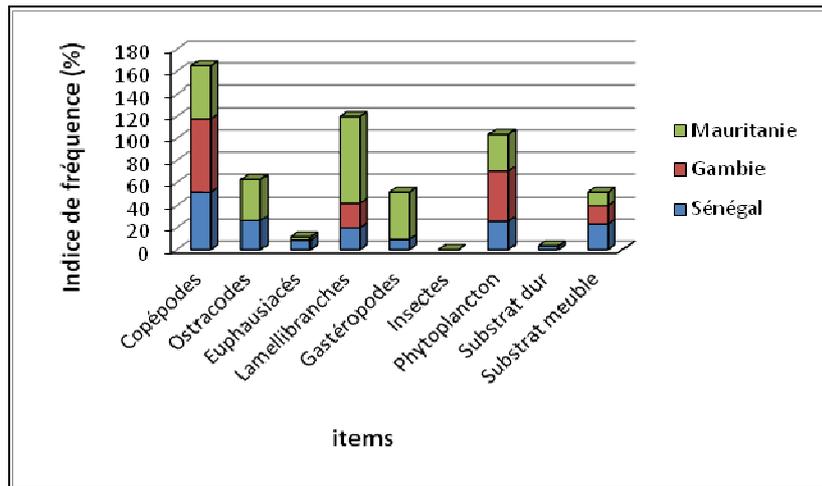


Figure 13. Variation du régime alimentaire de *S. maderensis* en fonction des stations (saison chaude)

## DISCUSSION

L'étude du régime alimentaire des sardinelles a montré que ces espèces possèdent un spectre alimentaire très large. Comme la plupart des Clupéidés, leur alimentation se fait essentiellement aux dépens du plancton (Cadenat, 1954 ; Longhurst, 1971 ; Medina-gaertner, 1985 ; Lévénéz, 1994).

L'examen des contenus stomacaux chez *S. aurita* a révélé une large variété d'aliments. Son bol alimentaire est composé essentiellement de minuscules organismes pelagos (Cadenat, 1953 ; Nieland, 1982 ; Sène, 1997). Parmi les aliments les plus courants figurent en majorité les crustacés, spécialement les copépodes et les ostracodes, mais aussi les larves de lamellibranches, les matières inorganiques et les débris de phytoplancton. Ces résultats concordent avec les observations de Poll (1953) faisant mention d'une alimentation à base de petits crustacés, de larves de mollusques, de fragments de phytoplancton. De même que celles de Cadenat (1953) qui signalent un contenu stomacal constitué de bouillie de microplancton à base de copépodes, d'Euphausiacés et divers autres crustacés. Sène (1997) arrive à une conclusion semblable quand il affirme que les copépodes représentent les proies préférentielles de *S. aurita*.

Le régime alimentaire chez *S. maderensis* apparait aussi très diversifié et basé essentiellement sur du plancton animal. Les copépodes s'illustrent par leur forte occurrence ; ils constituent sa proie préférentielle. L'espèce consomme secondairement des ostracodes, des larves de lamellibranches, des débris végétaux, de la vase et du sable. Les débris plastiques, les larves d'insectes et autres débris indéterminés sont qualifiés d'aliments accidentels. Ces résultats sont semblables à ceux donnés par certains auteurs, qui dans leur majorité, estiment que *S. maderensis* s'alimente en grande partie de

zooplancton (Cadenat, 1954; Nieland, 1982; Medina Gaertner, 1985; Lévénéz, 1994 ; Sène, 1997).

Les résultats de cette étude montrent ainsi que ces deux espèces possèdent des habitudes alimentaires assez proches (Nieland, 1982 ; Medina Gaertner, 1985 ; Fréon, 1988). Globalement, les catégories de proies identifiées sont par ordre d'importance décroissant : les crustacés (notamment les copépodes), les mollusques, les sédiments, les organismes phytoplanctoniques et les larves d'insectes. Cette similarité du régime notée chez les deux espèces serait dû au fait qu'elles partagent parfois les mêmes habitats, mais aussi qu'elles présentent de fortes similitudes anatomiques (Postel, 1960).

Par ailleurs, des différences alimentaires, en rapport avec la saison, ont été notées chez les deux sardinelles. La diversité est plus marquée en saison d'upwelling chez ces deux espèces. Cette période froide se caractérise par une plus grande importance de crustacés, des larves de mollusques et d'invertébrés divers dans les contenus stomacaux. Mainguy *et al.* (1958) décrivent d'ailleurs cette saison comme étant la période d'engraissement des sardinelles, principalement de *S. aurita*. En revanche, la saison chaude constitue la période où le détritit inorganique et le pourcentage de vacuité sont plus importants chez les sardinelles. Selon toujours Mainguy *et al.* (1958), cette diminution du potentiel alimentaire serait due à la raréfaction des nutriments en saison chaude qui dès son début, marque un amaigrissement progressif des individus.

Toutefois, nos résultats ont montré une quasi-constance du régime alimentaire chez *S. maderensis* selon les saisons. Cela montre que les variations inter-saisonnières n'influeraient que très peu sur l'alimentation de la sardinelle plate et pourrait confirmer le caractère euryhalin de l'espèce (Camarena-Luhers, 1986), mais aussi sa haute

spécificité alimentaire (Dia, 1972). Quant à *S. aurita*, elle posséderait un régime alimentaire très variable en corrélation étroite avec la saisonnalité de l'upwelling. Ainsi, que ces deux espèces, bien que possédant des régimes alimentaires voisins, exploiteraient différemment les ressources alimentaires disponibles. Les recherches de Nieland (1982) ont d'ailleurs révélé une différence notable de contenu stomacal entre ces deux sardinelles capturées à la même période et à la même zone de pêche. Pour certains auteurs, il existe un phénomène de compétition alimentaire entre ces deux Clupéidés (Postel, 1960 ; Cury et Fontana, 1988). Les différences notées dans leur régime alimentaire seraient donc une expression des stratégies développées par ces espèces pour le partage d'une nourriture commune.

En outre, des disparités parfois significatives ont été observées dans l'alimentation des deux sardinelles en fonction du sexe, de la taille, et des stations pour chaque saison.

Chez *Sardinella aurita*, la différence entre l'alimentation des individus mâles et femelles n'est significative qu'en saison froide. De plus, le coefficient de vacuité reste plus important chez les femelles. Ce ralentissement de l'activité alimentaire observée chez l'espèce pourrait être directement lié à son activité reproductive, qui d'après Samba (2011), s'effectue sur nos côtes toute l'année avec un maximum d'octobre à novembre au moment de la phase de transition saison chaude-saison froide. En revanche chez *S. maderensis* la différence dans l'alimentation des mâles et des femelles est significative en saison chaude et non en saison froide. De même, les valeurs du coefficient de vacuité sont plus importantes en saison chaude et cela pourrait être lié à sa reproduction. En effet, Samba (2011) note que la période de ponte étalée chez l'espèce ou période de reproduction principale se situerait pendant les mois de mai à août en saison chaude. Il ressort de ces données que ces moments où les poissons se dénutrissent, sont étroitement liés à leur période de reproduction. Lévêque (1997) déclare, en effet, que chez les poissons, les exigences alimentaires sont souvent corrélées à des modifications de certaines structures anatomiques et morphologiques. Ainsi, ce changement observé dans l'alimentation des sardinelles serait sans doute lié à un phénomène biologique comme la maturation des gonades, la ponte ou la production des gamètes.

Les variations liées à la taille sont significatives chez *Sardinella aurita*. L'analyse des contenus stomacaux a montré que les crustacés et les mollusques sont plus consommés par les adultes tandis que les jeunes ciblent plutôt les débris inorganiques et divers débris d'origine terrestres. Cela se renforce en saison froide où presque la moitié des estomacs examinés contient des sédiments. Cette variabilité du régime alimentaire de *S. aurita* corrobore l'hypothèse d'une

ségrégation par taille, avec d'une part les jeunes individus qui vivent près des côtes et qui fréquentent les estuaires et, d'autre part, les adultes qui vivent plus en retrait des rivages (Boely *et al.*, 1982). Mais il nous semble que jeunes et adultes se retrouvent ensemble en saison chaude sur la frange côtière. Quant à la sardinelle plate, elle présente une distribution plus homogène des tailles qui se justifie par une différence non significative du régime en fonction du stade de développement (Cury et Fontana, 1988).

Par ailleurs, les variations spatiales semblent être plus déterminantes. Les sardinelles échantillonnées au large du Sénégal et en Mauritanie ont des régimes assez semblables et un spectre alimentaire large. Leur alimentation reste annuellement dominée par les crustacés particulièrement les copépodes, quoique leur occurrence soit nettement plus importante en saison froide. Le constat est le même pour les larves de mollusques, notamment de bivalves dont l'occurrence est deux fois plus importante en période froide qu'en période chaude. À l'inverse, les sédiments inorganiques sont plus présents en saison chaude. En Gambie, la quasi-totalité des estomacs de *S. aurita* observés contiennent de la vase et du sable, alors que chez *S. maderensis*, les crustacés demeurent plus fréquents que tous les autres types d'aliments. La diversité du spectre alimentaire des sardinelles, notée en Mauritanie et surtout au niveau de la côte sénégalaise et leur spécialisation quant à l'aliment préférentiel amène à admettre l'existence d'une forte densité de ces organismes dans ces eaux Ouest africaines (Diouf, 1989). Cette prolifération de zooplancton devient maximale en saison froide avec le phénomène d'upwelling, mais s'émousse légèrement en saison chaude suite à la baisse du taux de nutriments. Sur la côte gambienne, en raison de l'élévation actuelle du niveau marin et le renforcement de l'agitation marine, on assiste à une mise en suspension des sédiments, des particules organiques et du phytoplancton directement consommables par les organismes pélagiques (Ruë, 2002).

Nos analyses ont montré que la sardinelle ronde est plus influençable par les fluctuations liées aux paramètres écologiques (Camarena-Luhrs, 1986). Selon Cury et Fontana (1988), *S. aurita* possède une stratégie adaptative plus souple, mais en retour sa population subit le contrecoup de façon plus importante lorsque les conditions deviennent défavorables. Ghéno et Fontana (1981) ont évalué la variation de la teneur en matières grasses chez ces deux espèces, et ont noté que l'amplitude des variations du taux de matière grasse est nettement plus grande chez *S. aurita* que chez *S. maderensis*, ce qui se traduit donc chez cette dernière par une plus grande tolérance vis-à-vis des changements saisonniers subis par son environnement. La

sardinelle plate est même qualifiée d'espèce ubiquiste parce que pouvant s'adapter à différentes sortes d'écosystèmes et même accepter de très dures conditions de salinité (Villanueva, 2004).

Il convient cependant de noter que nos observations réfutent l'idée d'une alimentation opportuniste chez les sardinelles comme le suggèrent certains auteurs. Par exemple, Ghéno et Fontana (1973) ont déduit dans leur étude que les sardinelles des côtes africaines n'ont pas de nourriture préférentielle mais sont simplement attirées par les fortes concentrations de plancton. Komarovskiy (1959), qui a travaillé sur des individus issus d'Israël, est parvenu à cette même conclusion. Pour notre part, l'analyse des résultats a révélé des différences caractéristiques dans la composition qualitative et quantitative des aliments inventoriés. La dominance nette de certains types d'aliments prouverait que les sardinelles ne consomment pas indifféremment leurs proies. Nos données recourent ainsi celles fournies par Cury et Fontana (1988), qui montrent que les sardinelles se comportent comme des prédateurs actifs capables d'orienter leur choix sur des proies déterminées. Du reste, nous pouvons admettre que les deux sardinelles s'alimentent sélectivement sur des proies typiques, mais ont la capacité de changer leur régime en réponse aux variations de la disponibilité de proies.

## CONCLUSION

En définitive, nous pouvons remarquer à juste titre que le littoral ouest africain abrite une riche diversité biologique et écosystémique. Les zones les plus productives se trouvent à proximité des côtes où les courants d'upwelling sont les plus dynamiques (Binet, 1988). Ces déplacements d'eaux vers la surface remontent des éléments minéraux nutritifs qui favorisent la prolifération de phytoplancton, base de l'alimentation du zooplancton. Ce dernier est consommé de préférence par les sardinelles, qui à leur tour constituent les proies privilégiées de divers prédateurs ichtyophages. (Diatta et al., 2001, 2002, 2003). La richesse ichtyologique de côte occidentale de l'Afrique est conditionnée par l'abondance des sardinelles (Diouf, 1989 ; Samb et al., 2002), et il s'avère donc nécessaire de préserver leur abondance dans toute la zone. En effet, ces Clupéidés permettent à la fois de réguler la concentration du plancton et de couvrir les besoins nutritionnels des prédateurs ichtyophages (Brochier, 2009). De grands efforts sont déjà faits pour améliorer les connaissances scientifiques sur leur croissance, leur reproduction, leurs aires de répartition et leurs migrations (ISRA, 2005). Toutefois, les connaissances relatives aux influences environnementales sur leur biologie et la dynamique de leur population sont encore rudimentaires et nécessitent de plus amples recherches. De futures études devront être focalisées

sur les risques auxquels ces petits pélagiques sont exposés afin de développer des stratégies d'adaptation face aux changements climatiques et aux pressions anthropiques sur l'évolution des stocks encore disponibles.

## BIBLIOGRAPHIE

- Albertini-Berhaut, J. (1973). Biologie des stades juvéniles de Téléostéens Mugilidés : *Mugil auratus* (Risso 1810), *Mugil capito* (Cuvier, 1829) et *Mugil saliens* (Risso, 1810), Régime alimentaire. *Aquaculture*, 2: 251-266.
- Binet, D. (1988). Rôle possible d'une intensification des alizés sur le changement de répartition des sardines et sardinelles le long de la côte ouest africaine. *Aquat. Living Resources*, 1 : 115-132.
- Boely, T., P. Fréon & B. Stéquert. (1982). La croissance de *Sardinella aurita* (Val. 1847) au Sénégal. *Océanographie Tropicale*, 17: 103-119.
- Brochier, T. (2009). Stratégie de reproduction des petits poissons pélagiques dans les zones d'upwelling: une approche par modélisation individu-centrée appliquée aux systèmes de courant de Humbolt et des Canaries. Thèse d'université. Paris VI. 170 pp.
- Cadenat, J. (1954). Notes d'ichtyologie Ouest-africaine. VII. Biologie. Régime alimentaire. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, sér. A, 16 (2) : 564-583.
- Cadenat, J. (1953). Notes d'ichtyologie Ouest-africaine. VI. Poissons des campagnes du "Gérard Treca". *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, Dakar, 15 (3) : 1051-1102.
- Camarena, L. T. (1986). Les principales espèces de poissons pélagiques au Sénégal : biologie et évaluation des ressources, Thèse de 3ème cycle, Université de Bretagne Occidentale, Brest : 188 pp.
- Cury, P. & A. Fontana. (1988). Compétition et stratégies démographiques comparés de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes Ouest-africaines. *Aquat. Living Resources*, 1: 165-180.
- Dia, A. (1972). Etude de la nutrition de certains Clupéidés (poissons téléostéens) de Côte d'Ivoire, Projet de développement de la pêche pélagique côtière, FAO/PNUD, 6/288, Abidjan, RS 11/72, 32 pp.
- Diatta, Y., Bouaïn, A., F.L. Clotilde-Ba & C. Capapé. (2003). Diet of four serranid species from the senegalese coast (eastern tropical Atlantic), *Acta Adriat.*, 44 (2): 175-182.

- Diatta Y., F.L. Clotilde-Ba & C. Capapé. (2002). Le régime alimentaire de *Octopus vulgaris* et de ses prédateurs potentiels devant le Sénégal. pp. 87-104. In: Acte du Colloque "Le poulpe, *Octopus vulgaris*, Sénégal et côtes ouest-africaines (A. Caverivière, M. Thiam & D. Jouffre, édit.). Centre de recherches océanographiques de Dakar-Thiaroye, 14-18 février 2000. IRD éditions, collection "Colloques et Séminaires", Paris.
- Diatta, Y., F. L. Clotilde-Ba & C. Capapé. (2001). Le régime alimentaire du poulpe commun, *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (Cephalopoda, Octopodidae) de la côte du Sénégal (Atlantique oriental tropical). *Bull. Inst. Sci. Techn. Mer, Salammbô*, 28: 65-76.
- Diouf, P.S. (1989). Etude comparative critique des travaux sur le zooplancton de la région sénégalaise et son utilisation comme source de nourriture par les sardinelles, Centre de Recherche Océanographique Dakar-Thiaroye, Arch. n° 176, 31 pp.
- FAO. (2008). Vue générale du Secteur des pêches National : la République du Sénégal, Rapport Profils des Pêches et de l'Aquaculture par Pays, Rome, 27 pp.
- FAO. (2005). La huitième réunion du Groupe de travail de la FAO sur l'évaluation des petits pélagiques au large de l'Afrique du Nord-Ouest sur la situation des sardinelles, Nouadhibou, Mauritanie, 25 avril-5 mai 2005. *Rapport FAO sur les pêches*, n°785, Rome, 180 pp.
- FAO. (2001). Rapport du Groupe de Travail de la FAO sur l'Évaluation des Petits Pélagiques au Large de l'Afrique Nord-Occidentale, Rome, Italie, 657 pp.
- Fréon, P. (1988). Réponses et adaptations des stocks de Clupéidés d'Afrique de l'Ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal, Collection Etudes et Thèses, ORSTOM, 287 pp.
- Garcia, S.M., D. Gascuel, L.M. Henichart, J. Boncoeur, F. Alban & D. Monbrison. (2013). Les aires marines protégées dans la gestion des pêches : synthèse de l'état de l'art, Commission Sous Régionale des Pêches, 83 pp.
- Gheno, Y. & A. Fontana. (1981). Les stocks des petits pélagiques côtiers. Les Sardinelles : pp. 213-257. In : Milieu marin et ressources halieutiques de la République Populaire du Congo, Travaux et Documents de l'ORSTOM, Fontana, A. (éd.).
- ISRA. (2005). Le bilan de la recherche agricole et agro-alimentaire au Sénégal, Dakar (Sénégal), 524 pp.
- Komarovsky, B. (1959). Étude de la nourriture de *Sardinella aurita* de la côte méditerranéenne d'Israël en une période d'abondance (mai-juin 1958). *Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.*, Doc. Tech. 42 (5), 311-319.
- Levenez, J.J. (1994). Synthèse bibliographique des connaissances sur la biologie de quelques espèces de poissons concernant le symposium : pp 121-141. In : Evaluation des ressources exploitables par la pêche au Sénégal, Symposium Dakar, 8-13 février 1993, Edition ORSTOM, ISBN : 2-7099-1240-6, Centre IRD de Montpellier.
- Leveque, C. (1997). Biodiversity dynamics and conservation: the freshwater fish of tropical Africa, Cambridge University Press, Royaumes Unis, 438 pp.
- Longhurst, A.R. (1971). The clupeids resources of tropical seas. *Oceanography & Marine Biology Annual Review*, 9, 349-385.
- Mainguy, P. & M. Doutré. (1958). Variations annuelles de la teneur en matières grasses de trois Clupéidés du Sénégal (*Efhmalosa fimbriata*, *Sardinella eba*, *Sardinella aurita*). *Rev. Trav. Inst. Pêche Marit.*, Nantes, 22:303-321.
- Medina-Gaertner, M. (1985). Étude du zooplancton côtier de la Baie de Dakar et de son utilisation par les poissons comme source de nourriture, Thèse Doctorat, Université Bretagne Occidentale, 141 pp.
- Nieland, H. (1982). The Food of *Sardinella aurita* (Val.) and *Sardinella eba* (Val.) of the Coast Senegal. ICES Counc. Meet. Pap. 180:369-373.
- Poll, M. (1953). Résultats scientifiques de l'expédition océanographique belge dans les eaux côtières africaines de l'Atlantique Sud (1945-1949). Poissons III. Téléostéens malacoptérygiens, Institut de Recherche Scientifique National Belge, 4 (2) : 1-258.
- Postel, E. (1960). Rapport sur la sardinelle (*Sardinella aurita* Valenciennes) (Atlantique africain), *FAO fisheries Biology Synopsis* n°6, 47 pp.
- Rohr, A., E. Stephan & S. Tachoures. (2014). Synthèse bibliographique sur les mesures de gestion spatio-temporelles liées aux élasmobranches. Rapport scientifique - Convention APECS/AAMP n° 13/124. 73 pp.
- Ruë, O. (2002). Evolution de l'environnement physique de l'estuaire de Gambie : impacts possibles des modifications du régime du fleuve sur les mangroves, Rapport final, Annexe au rapport n°10861 : étude environnementale du projet Sambangalou, Cabinet Gressard, 42 pp.
- Samb, B. & A.N. Mendy. (2002). Dynamique du réseau trophique de l'écosystème sénégalais, pp 365-376. In.: Pêcheries maritimes,

- écosystèmes et sociétés en Afrique de l'Ouest : un demi-siècle de changement, Actes du symposium international, Dakar-Sénégal, 24-28 juin 2002, Chavance, P., BA, M., Gascuel, D., Vakily, J.M., Pauly, D., Collection des Rapports de recherche halieutique ACP-UE, n° 15, Vol.1 (ISSN 1026-6992), Bruxelles, Octobre 2004.
- Samba, O. (2011). Nouvelle évaluation des caractéristiques biologiques de *sardinella aurita* (Valenciennes, 1847) et *sardinella maderensis* (Lowe, 1841), Mémoire de DEA, Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Aquatiques, IUPA - UCAD, 49 pp.
- Sene, N. (1997). Contribution à l'étude qualitative du régime alimentaire de quelques poissons dans l'estuaire du Sine-Saloum (Sénégal), Documents Scientifiques du Centre de Recherches Océanographiques de Dakar-Thiaroye n°142, 1-38.
- Villanueva, M.C.S. (2004). Biodiversité et relations trophiques dans quelques milieux estuariens et lagunaires de l'Afrique de l'Ouest : Adaptations aux pressions environnementales, Thèse Doctorat Sciences Agronomiques, Écologie/Environnement Aquatique, Institut National Polytechnique de Toulouse, 246 pp.