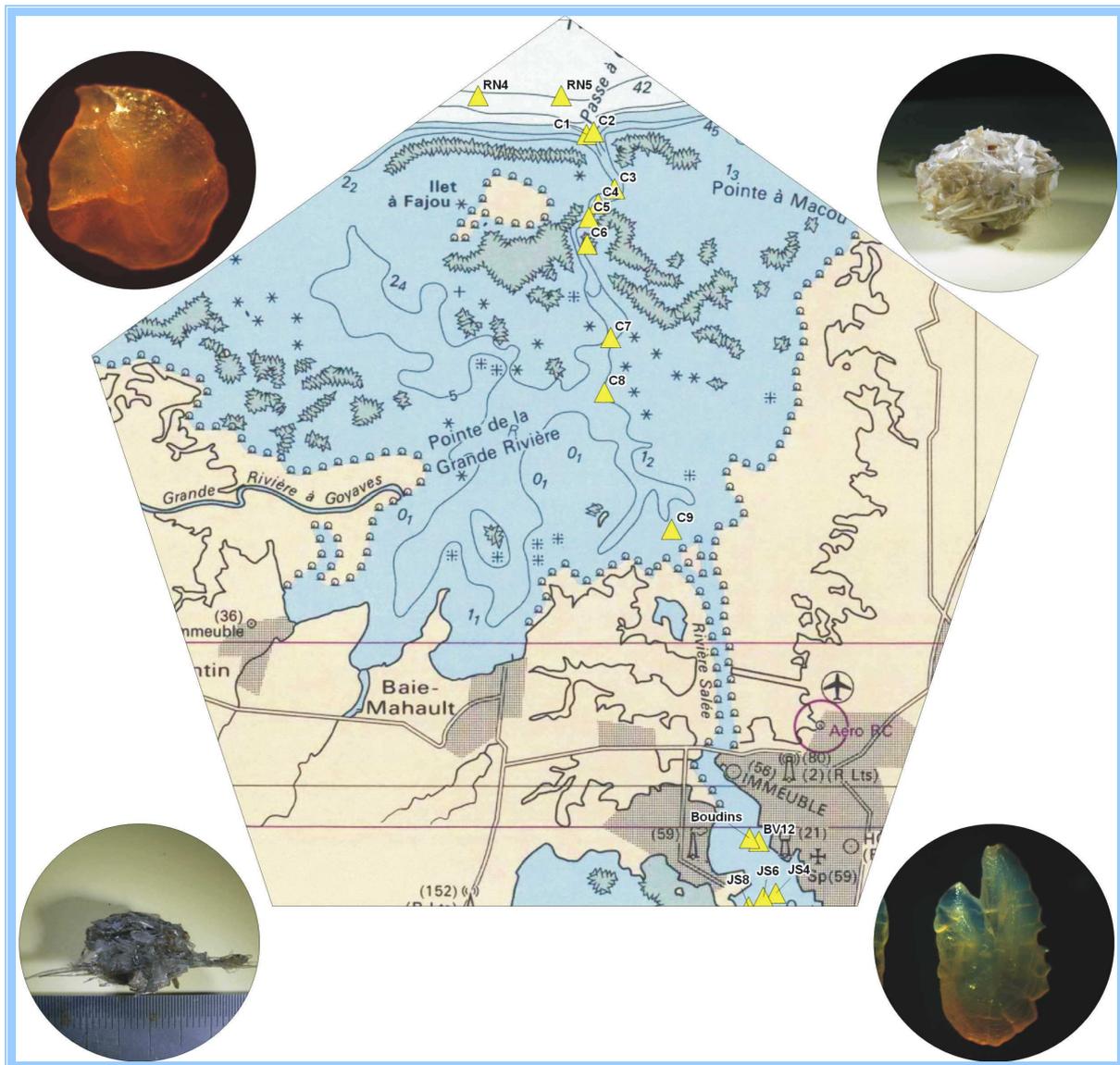


## Analyse des pelotes de rejection des sternes du Petit Cul-de-sac marin et du Grand Cul-de-sac marin (Guadeloupe).

Gilles Leblond



## RÉSUMÉ

**Titre développé :** *Sternes du Grand Cul-de-Sac Marin, alimentation, otolithes, biodiversité*

**Espaces concernés :**

Le Grand Cul-de-sac Marin et le Petit Cul-de-Sac Marin (principalement les bouées fréquentées par les sternes)

**Résumé :**

Le Petit Cul-de-Sac Marin et le Grand Cul-de-Sac Marin sont fréquentés tout au long de l'année par des sternes (famille des Laridés) dont quatre espèces dominent : *Thalasseus sandvicensis*, *Thalasseus maxima*, *Sterna dougallii* et *Sterna hirundo*. Elles s'alimentent principalement de poissons, 94%, notamment de petits pélagiques (Atherinidae, Engraulidae et Clupeidae) dont les otolithes représentent 79% de ceux prélevés dans les pelotes de rejection. Cette sélectivité conforme aux résultats d'études similaires sur ce groupe d'oiseaux devra être confirmée et affinée par la poursuite des échantillonnages. Néanmoins, d'ores et déjà, l'importance des petits poissons pélagiques et des céphalopodes comme ressource alimentaire pour ces oiseaux marins semblent avérés et leur dynamique de population pourrait jouer un rôle dans l'équilibre trophique des deux lagons.

**Responsable Scientifique :**

Gilles LEBLOND, Ornithologue

**Partenariat :**

Collaborations scientifiques

Equipe DYNECAR du Laboratoire de Biologie marine, **Université des Antilles et de la Guyane** :  
Max LOUIS, Dominique MONTI, Amandine Vaslet, Charlotte SIROT,

Laboratoire de Biologie végétale, **Université des Antilles et de la Guyane** :  
Alain Rousteau.

Collaborations techniques

Le laboratoire de Biologie marine, **Université des Antilles et de la Guyane**  
- Mise à disposition de laboratoire et de matériels pour l'étude.  
Max Louis, Dominique Monti  
- Réalisation de pêches  
Amandine Vaslet

Le **Parc National de la Guadeloupe** (gestionnaire de la Réserve du GCSM) :  
- Soutien logistique : déplacement sur le terrain  
Simone Mège, Jocelyn Thrace, Xavier Delloue  
- Cartographie  
Alain Ferchal

**Photographies**

Gilles Leblond

**Corrections**

Guy Van Laere

-	<b>Introduction</b>	<b>4</b>
-	<b>I-Méthodologie</b>	<b>4</b>
-	<b>II-Résultats</b>	<b>5</b>
-	<b>IIA-Relation longueur et largeur de pelote</b>	<b>6</b>
-	<b>IIB-Relation entre le nombre mensuel de pelotes prélevées et les effectifs mensuels de sternes observées</b>	<b>7</b>
-	<b>IIC-Relations entre la taille des pelotes et les espèces de sternes présentes.</b>	<b>8</b>
-	<b>IID-L'analyse du contenu des pelotes</b>	<b>9</b>
	<i>Le régime alimentaire des sternes</i>	10
	<i>Relation entre les effectifs d'otolithes de petits pélagiques et ceux des sternes.</i>	12
-	<b>III-Discussion</b>	<b>12</b>
	<i>Propositions d'études complémentaires</i>	13
-	<b>Conclusion</b>	<b>14</b>
-	<b>Remerciements</b>	<b>14</b>
-	<b>Bibliographie</b>	<b>14</b>
	<i>Rapports, livres et publications</i>	14
	<i>Documents Internet</i>	15
-	<b>Annexe I : Catalogue d'otolithes.</b>	<b>17</b>
-	<b>Sites Internet</b>	<b>17</b>
-	<b>Catalogue d'otolithes prélevés.</b>	<b>17</b>

## Volet II: Analyse des pelotes de rejection.

### - Introduction

Les pelotes de rejection sont plutôt connues chez les rapaces et contribuent largement à établir leur régime alimentaire. Constituées des squelettes, des exosquelettes et des phanères des proies, elles existent en fait dans plusieurs groupes d'oiseaux comme les ardéiformes (Bihoreau violacé, obs pers), les pélicaniformes (pélicans, frégates, obs pers) et même les passeriformes (Tyran gris, obs pers). Les laridés ne dérogent pas à cette règle et la sous famille des Sterninés produit des pelotes de rejection qui de part leur constitution et les conditions environnementales sont souvent éphémères. Néanmoins elles ont déjà fait l'objet de quelques travaux de part le monde et prouvé leur contribution à la connaissance de la biologie des sternes.

L'étude qui est présentée constitue une première approche vers la connaissance du régime alimentaire des sternes qui fréquentent le Petit et le Grand Cul-de sac marin et contribue à une meilleure compréhension du rôle qu'elles jouent dans ces lagons. La connaissance des espèces proies et la mise au point d'une méthodologie sans contrainte pour les oiseaux peuvent permettre d'envisager la mise en place de suivis et comprendre ainsi certains mécanismes d'interconnexion entre poissons et populations d'oiseaux.

### - I-Méthodologie

Le prélèvement des pelotes s'est effectué au cours de différentes sorties (de une à deux par mois) sur 25 balises, un coffre et un boudin flottant (Tableau I) des Petit et Grand Cul-de-sac marin. Elles ont été stockées à sec dans des boites de pellicules photographiques et étiquetées.

Bouées	Localisation
RN3	Nord de l'îlet Fajou
RN4	
RN5	
C1	Fajou
C2	
C3	
C4	
C5	Sud de Fajou
C6	
C7	
C8	
C9	
RS1	Sortie Rivière Salée
BV Lauricisque	Marina-Rivière salée
Boudins	
Coffre	
JS4	
JS6	
JS7	
JS8	
BV12	
BV6	
BV Darboussier	
BF4	
PJ1	Port Autonome
PJ2	
PA2	

**Tableau I : Sites de prélèvement des pelotes de rejection.**

Tous les prélèvements (pelotes et restes de pelotes) ont été par la suite étudiés, les pelotes entières ont été photographiées (Appareil photo numérique Lumix Panasonic) et mesurées (pieds à coulisse électronique) avant leur dissection.

Les différents éléments de la dissection ont été répartis dans des micro-tubes suivant trois catégories, les otolithes (os de l'oreille interne), les écailles et les autres pièces remarquables (bec de céphalopodes, os, etc). Les otolithes ont été photographiés (stéréo-microscope Leica EZ4D) dans le laboratoire du professeur Monti (UAG, département de Biologie marine) pour permettre leurs identifications par comparaison avec un catalogue établi (Annexe I) en compilant la bibliographie et des photos d'otolithes prélevés sur des poissons identifiés par Yolande Bouchon et Amandine Vaslet.

## - II-Résultats

Sur un total de 333 prélèvements, 323 ont fait l'objet d'une dissection. En effet au début de l'étude, dix échantillons de fientes avaient été prélevés, sans aucun résultat probant. L'analyse des pelotes et des restes de pelotes a conduit à 241 prélèvements (82 ne contenaient pas d'éléments exploitables), dont seulement 127 provenaient d'une pelote entière.



**Figure 1 : Prélèvement, ici une pelote désagrégée, sans éléments exploitables**



**Figure 2 : Prélèvement avec des otolithes**

Les pelotes sont formées (Ornithomedia, 2009) dans le gésier (estomac musculaire) des oiseaux et sont constituées principalement d'écailles de poissons et de bouts d'arêtes, d'otolithes, de becs de céphalopodes et de duvets prélevés lors du toilettage des oiseaux, le tout aggloméré par un mucilage issu probablement du proventricule (estomac glandulaire) de l'animal. En fonction de leurs tailles et de leurs compositions (taille des éléments) deux groupes de pelotes se distinguent : celles de Pélécianiformes (Frégate et Pélécian brun) qui représentent (8.6% des pelotes entières) et celles des sternes qui font l'objet de cette étude.



Figure 3 : Pelotes de Péléciforme.

Les pelotes de sternes sont plus petite, généralement ovoïde ou rondoïde suivant leur composition. En effet, les petites écailles favorisent la formation de pelotes rondes alors que les grosses écailles et les arêtes celle de formes plus ovales.

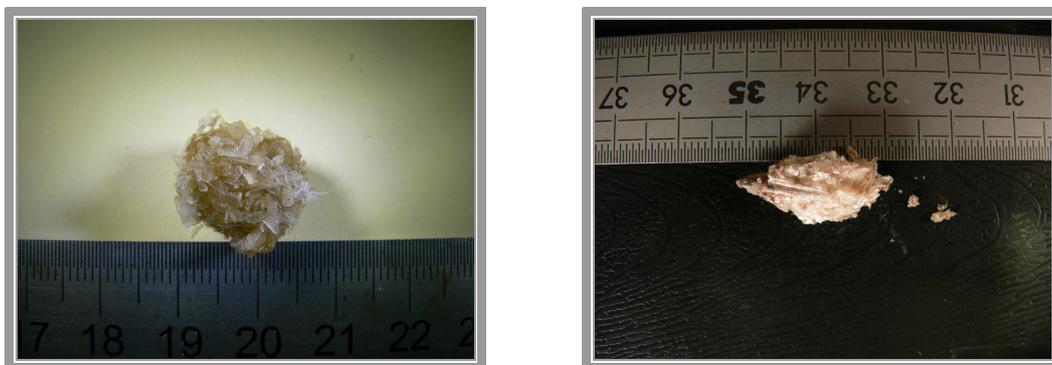


Figure 4 : Pelotes de sternes

n = 120	Longueur	Largeur
Etendue	9,1 à 31,5	6,1 à 21,2
Moyenne	16,15	12,49
Ecart type	3,93	2,90
Erreur standart	0,36	0,27

Tableau II : Paramètres de positions de distribution des pelotes entières de sternes.

- **IIA-Relation longueur et largeur de pelote**

La longueur et la largeur de chaque pelote entière ont été relevées. Les deux variables sont liées par une régression linéaire simple avec un coefficient de détermination  $R^2=0.69$ . Le coefficient de corrélation de Pearson, R, est de 0.83 (n=120,  $P<0.001$ ) avec un intervalle de confiance IC95 [0.77-

0.89] ; il indique une forte liaison statistique positive entre la largeur et la longueur malgré le fait que plusieurs espèces de sternes et plusieurs proies soient concernées.

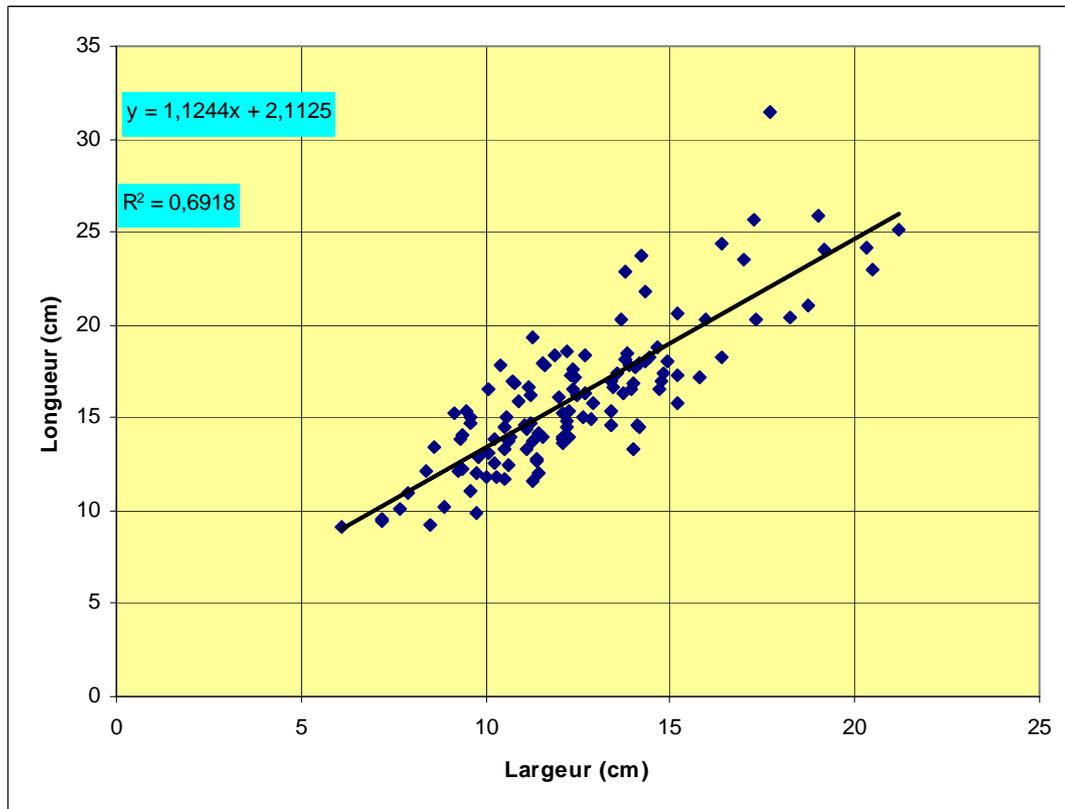


Figure 5 : Droite de régression linéaire entre la longueur et la largeur.

- **IIB-Relation entre le nombre mensuel de pelotes prélevées et les effectifs mensuels de sternes observées**

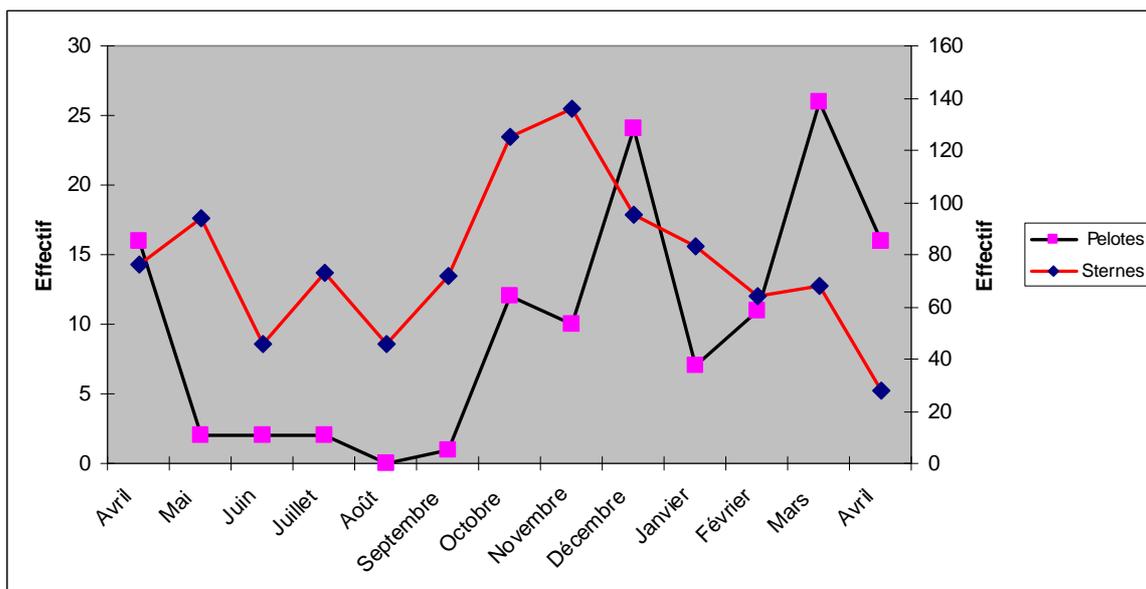
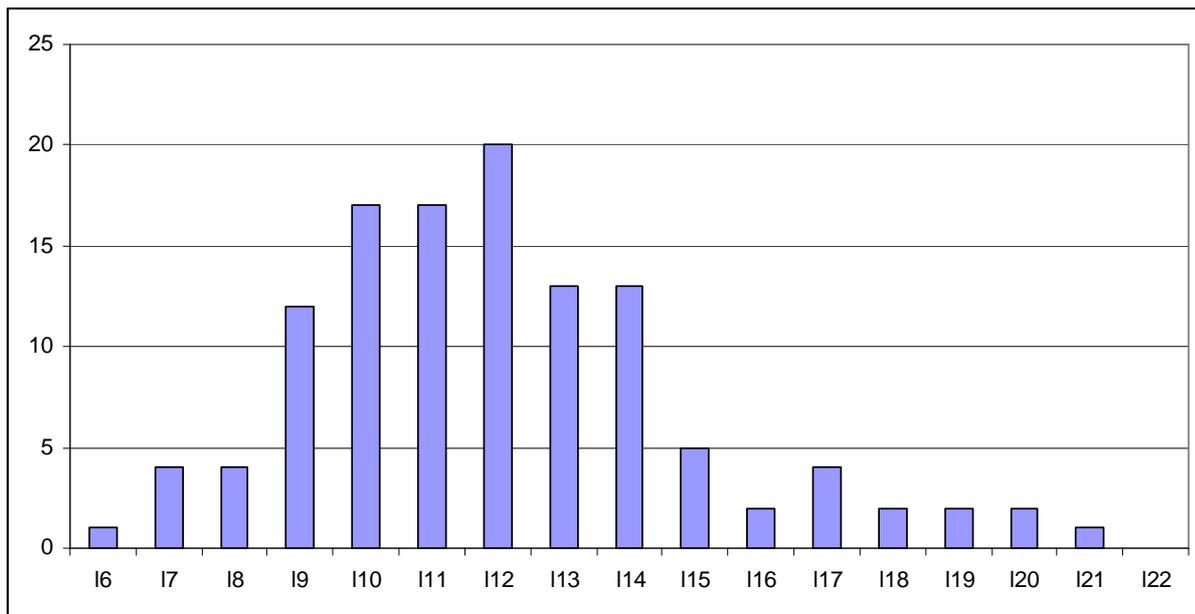


Figure 6 : Comparaison entre la courbe des effectifs mensuels des pelotes et celle des sternes

Les analyses ne permettent pas d'établir de relations entre ces deux variables. Le coefficient de détermination  $R^2= 0.013$  et celui de corrélation de Spearman  $R=0.11$  sont trop faibles. En fait ce résultat n'a rien d'étonnant au regard des nombreux facteurs qui peuvent agir sur la présence ou l'absence de pelotes sur les bouées. L'exposition au vent et à la houle, le dérangement des oiseaux, les déplacements et le temps de digestion influent sur la probabilité de trouver un échantillon exploitable.

- **IIC-Relations entre la taille des pelotes et les espèces de sternes présentes.**



**Figure 7 : Distribution des effectifs des pelotes de rejection en fonction des intervalles de largeur.**

L'analyse des dimensions de pelotes ne fait pas ressortir de population distincte (Rousteau, com pers) et la distribution obtenue avec les largeurs regroupées en classes d'1 mm, semble unimodale bien que pertinemment elle soit polymodale, les différences d'effectifs entre les différentes catégories de pelotes masquant les différents modes. Ce résultat s'explique aisément :

- pour chaque espèce il y a un dimorphisme sexuel de taille (Olsen *et al*, 1995) ce qui peut impliquer des pelotes de dimensions différentes,
- les largeurs (ou diamètres) de pelotes se recoupent entre différentes espèces (Below, 1979),
- il y a une grande différence d'effectifs entre la Sterne caugek et les trois autres sternes,
- il n'y a pas de reposoirs tranquilles permettant une présence régulière des sternes et donc une collecte de pelotes plus homogène.

Aussi, d'une manière arbitraire, trois catégories de pelotes ont été retenues :

- Les petites pelotes (catégorie 1) qui correspondraient à celles de la Sterne pierregarin et de la Sterne de Dougall.

n = 38	Longueur	Largeur
<b>Etendue</b>	9,1 à 17,79	6,1 à 10,89
<b>Moyenne</b>	13,01	9,53
<b>Ecart type</b>	2,31	1,15
<b>Erreur standart</b>	0,37	0,18

**Tableau III : Paramètres de positions de distribution des petites pelotes de sterne.**

- Les moyennes pelotes (catégorie 2) affectées à la Sterne Caugek.

n = 64	Longueur	Largeur
Etendue	11,6 à 23,7	11,06 à 14,95
Moyenne	16,56	13,07
Ecart type	2,40	1,19
Erreur standart	0,30	0,13

Tableau IV : Paramètres de positions de distribution des moyennes pelotes de sterne.

- Les grandes pelotes (catégorie 3) attribuées à la Sterne royale.

n = 18	Longueur	Largeur
Etendue	15,76 à 31,5	15,2 à 21,2
Moyenne	22,14	17,59
Ecart type	2,40	1,19
Erreur standart	3,88	1,90

Tableau V : Paramètres de positions de distribution des grandes pelotes de sterne.

Cette répartition tient compte des observations sur le terrain et d'une moindre part de la bibliographie. En effet, Bellow (1979) signale des largeurs de pelotes pour la Sterne caugek (11 à 15mm), ce qui a défini la classe des moyennes pelotes. Des collectes sur des zones de poses utilisées par une seule espèce permettront de mieux cerner les caractéristiques biométriques et morphologiques des pelotes de rejection.

- **IID-L'analyse du contenu des pelotes**

Seuls les otolithes et les becs de céphalopodes ont été pris en considération. Les écailles et certaines pièces osseuses ont été stockées pour analyses ultérieures si nécessaire.

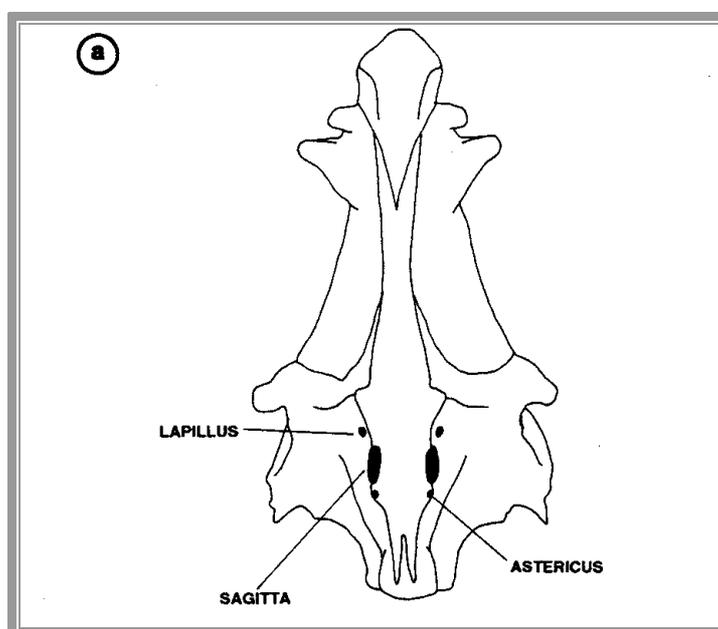


Figure 8 : Otolithes de poissons (d'après Heemstra et Hecht, 1986 in Smale *et al*, 1995)

Les otolithes sont composés d'aragonite et d'une matrice protéique voisine de la kératine l'otoline (Windsor, 2001 ; Panfili *et al*, 2001). Ils se situent dans l'oreille interne au niveau des trois sacs qui terminent les canaux semi-circulaires. Au nombre de 3 paires : Lapillii, Astericii et Sagittii, ce sont ces derniers qui seront utilisés dans le cadre de cette étude pour l'identification des poissons.

Sur les 241 échantillons analysés, seuls 32% contenaient des otolithes. Le reste des pelotes étaient constituées le plus souvent d'écailles et d'arêtes.



Figure 9 : Pelote de catégorie 2 avec 27 otolithes d'Atherinidae

#### Le régime alimentaire des sternes

Le nombre d'otolithes par pelote est généralement faible, 38% contenaient un otolithe et 27%, deux otolithes, par contre, certaines en avaient un grand nombre, le maximum obtenu étant de 42 otolithes dans une pelote de catégorie 2, soit au minimum 21 poissons capturés.

Les otolithes et les becs de céphalopodes répertoriés dans les pelotes permettent d'établir une image du régime alimentaire des sternes illustré par la figure 14. Il est principalement dominé par des petits poissons pélagiques Atherinidae (63 à 70% des proies) et Engraulidae (7%) et des céphalopodes (6 à 10%). Les otolithes non identifiés (4%) correspondent à des débris d'espèces coralliennes ou benthiques qui, en prenant en compte les autres familles identifiées (Haemulidae, Clupeidae, Holocentridae, Labridae, Gerreidae, Scaridae, Bothidae, Centropomidae) constituent 15 à 21 % des proies capturées.

Cette composition du régime alimentaire est conforme aux données bibliographiques (Stienen *et al*, 2000 ; Shealer, 1998 ; Favero *et al*, 2000.) et met en évidence l'importance des petits pélagiques (Atherinidae, Engraulidae et Clupeidae), 77%, dans l'alimentation des sternes. Sont moins concernés les poissons coralliens ou benthiques, avec des prises plus occasionnelles et souvent individuelles : 1 ou 2 otolithes par pelotes. Par contre, les céphalopodes (probablement de petits calmars) représentent une part non négligeable des proies.

Autre curiosité, non prise en compte dans les résultats (pelotes abimées non attribuées), la présence d'insectes dans deux échantillons. Selon une étude argentine (Favero *et al*, 2000), le régime alimentaire de populations de sternes hivernantes (Sterne royale et Sterne caugek) comprendrait 15 à 53% d'insectes. Sans être dans le même ordre de grandeur, il n'est donc pas impossible qu'occasionnellement les sternes capturent des insectes, fait qui a été observé chez un autre laridé, la Mouette atricille (Obs pers).

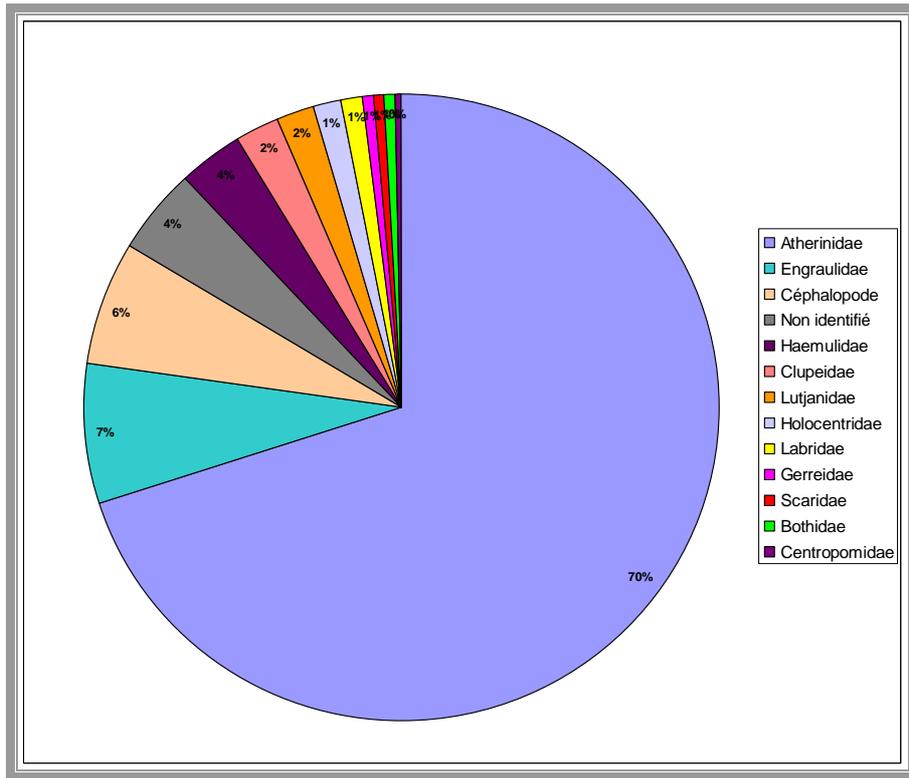


Figure 10 : Régime alimentaire des sternes issu de l'analyse des pelotes.

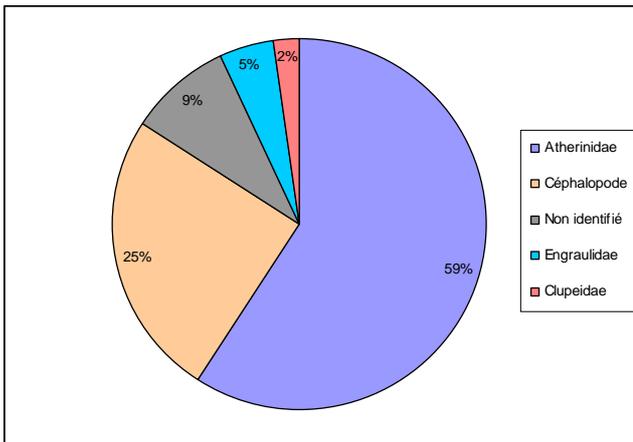


Figure 11 : Régime alimentaire des pelotes de catégorie 1

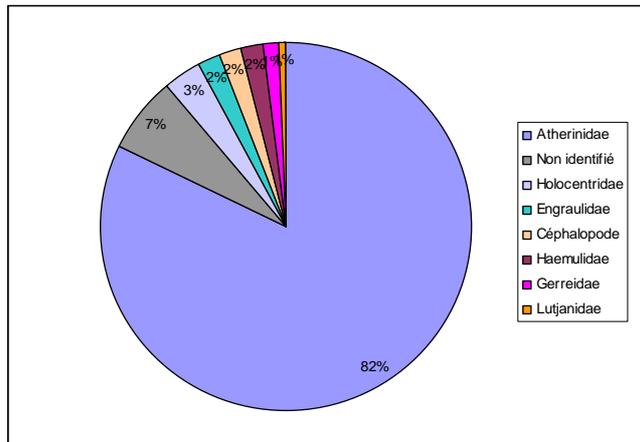


Figure 12 : Régime alimentaire des pelotes de catégorie 2

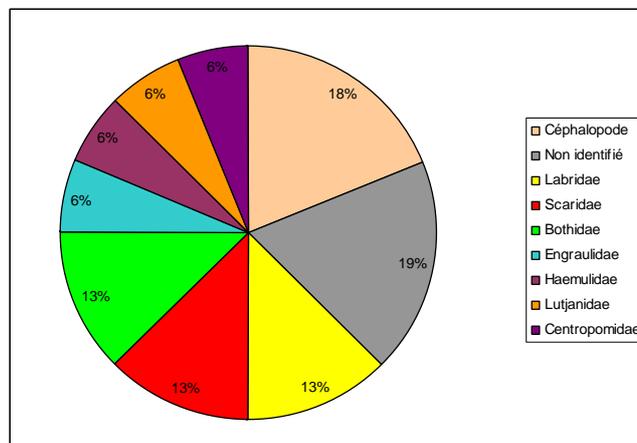


Figure 13 : Régime alimentaire des pelotes de catégorie 3

L'analyse de la répartition des proies en fonction des catégories de taille de pelotes définies précédemment fait apparaître des différences dans leur composition avec une graduation de la diversité des proies en fonction de la taille des pelotes. Les pelotes de catégories 1 sont constituées de 91% d'espèces pélagiques (Atherinidae, Engraulidae, Clupeidae et céphalopodes), celles de catégories 2 de 86% et celles de catégorie 3 de 24 %.

La diversité des familles de proies (les céphalopodes seront considérés ici comme une famille) varie de 5 espèces pour les petites pelotes à 8 pour les moyennes et 9 pour les grandes.

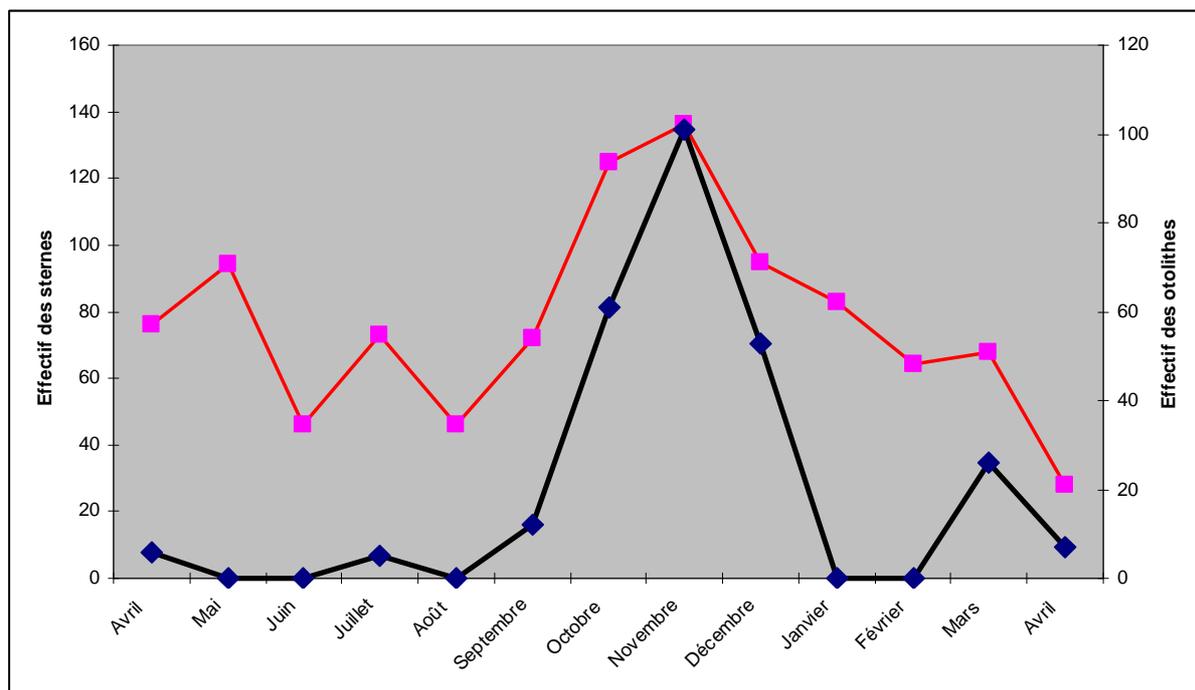
	Nombre de famille	Diversité de Simpson	% pélagique
Petite pelote	5	0,59	91
Moyenne pelote	8	0,32	86
Grande pelote	9	0,93	24

**Tableau VI :**

L'indice de diversité de Simpson fait apparaître une meilleure répartition des familles de proies pour les grandes pelotes et donc un éclectisme du régime alimentaire plus important pour cette catégorie.

Relation entre les effectifs d'otolithes de petits pélagiques et ceux des sternes.

Les deux variables ont une liaison statistique assez forte avec un coefficient de détermination  $R^2=0.62$ . Le coefficient de corrélation de Pearson, R, est de 0.78 (n=13, P<0.01) avec un intervalle de confiance IC95 [0.71-0.85]. Le nombre de pelotes prélevé par mois n'étant pas corrélé avec l'effectif mensuel de sterne (paragraphe IIB), cela pourrait signifier qu'il peut exister un lien entre l'abondance des petits pélagiques et les effectifs de sternes, ce qui serait parfaitement logique, les oiseaux n'ayant aucune raison de rester si leurs proies favorites sont absentes.



**Figure 14 : Courbes de fréquence mensuelle des sternes et des otolithes de petits pélagiques récoltés**

Pour valider ce lien, d'autres échantillonnages effectués sur plusieurs années seraient nécessaires.

- III-Discussion

L'analyse du régime alimentaire des oiseaux marins emprunte plusieurs techniques dont certaines sont radicales (analyse du contenu stomacal). La récolte et l'analyse des pelotes de rejection

permettent sans préjudice pour l'avifaune d'obtenir une image des proies consommées par les oiseaux. L'absence d'aires de repos tranquilles ou protégées n'a pas permis, dans le cadre de cette étude, une régularité d'observation et de récolte de pelotes permettant un échantillonnage spécifique et une vision plus exhaustive du régime alimentaire des sternes. Néanmoins l'hypothèse retenue de répartition des pelotes suivant trois classes de taille semble cohérente par comparaison avec d'autres études. Ainsi le régime alimentaire de la Sterne de Dougall et de la Sterne pierregarin est généralement constitué majoritairement de petits pélagiques (Shealer 1998, Shealer et al 1993, Safina *et al* 1988) ce qui correspond au régime alimentaire de la catégorie 1. Pour la Sterne caugek, Stienen *et al* 2000, mentionnent pour une colonie reproductrice située au Danemark, une fourchette de 32 à 84% de petits pélagiques et Shealer, 1998, à Porto Rico, souligne la préférence de cette espèce pour les Atherinidae et les Clupéidae. L'étude de Favero *et al*, 2000, qui compare les pelotes de rejection de la Sterne royale et de la Sterne caugek, indique un plus grand éclectisme alimentaire pour la Sterne royale. Ces différentes concordances ne se suppléent pas à un échantillonnage plus ciblé qu'il sera nécessaire d'effectuer pour affiner les différentes catégories.

Les petits pélagiques et les céphalopodes représentent une part importante du régime alimentaire des sternes qui fréquentent le Grand Cul-de-sac marin et une corrélation semble exister entre l'abondance des otolithes de petits pélagiques trouvés dans les pelotes et les effectifs des sternes. Si tel était le cas, la dynamique de population des petits pélagiques pourrait influencer sur la présence des sternes.

Pendant la période d'investigation, la famille des Atherinidae semble avoir prédominé, toutefois, il est difficile de savoir, à ce stade des connaissances, si cela correspond à une préférence trophique ou bien à un comportement plus opportuniste des oiseaux utilisant la ressource alimentaire la plus abondante.

La Sterne de Dougall est réputée sélective (Shealer *et al* 1993, 1994, Saliva 1989) inféodée à une ou deux espèces locales. Les fluctuations d'abondances des populations proies pourraient influencer sur sa reproduction, voir l'amener à changer de sites de reproduction, d'autant plus que l'espèce est particulièrement sensible aux prédateurs et aux dérangements. En 2005, 25 couples ont tenté de s'établir sur l'îlet blanc Carénage et les pelotes de catégories 1 correspondantes à cette période contiennent des Atherinidae et des Céphalopodes.

La composition du régime alimentaire des sternes dans le Grand Cul de sac-marin souligne l'implication de ce groupe d'oiseaux dans le réseau trophique du lagon au même titre que les poissons prédateurs et met en lumière l'importance des petits pélagiques et des céphalopodes comme espèces proies.

#### Propositions d'études complémentaires

Cette première approche du régime alimentaire des sternes permet de cerner les problématiques et les axes de recherche nécessaires à une meilleure compréhension de l'alimentation des sternes. Un suivi sur plusieurs années permettra d'affiner le régime alimentaire des sternes et pourra donner des indications sur les fluctuations des populations de petits pélagiques. La mise en place de reposoirs spécifiques, en dehors des chenaux de navigation et dans la réserve, peut contribuer à une meilleure fiabilité des récoltes de pelotes de rejection.

Des recherches sur l'écologie, la biologie et la dynamique de population des petits pélagiques semblent indispensables au regard du rôle alimentaire qu'ils jouent au niveau des sternes mais aussi d'autres vertébrés qui fréquentent le lagon.

La présence assez importante de becs de céphalopodes dans les pelotes de rejection suscite que l'on puisse porter un intérêt à ce groupe. Une identification de la ou des familles concernées sera une première démarche.

La biométrie et la morphologie des pelotes de chaque espèce de sterne devront être affinées ainsi que l'identification des espèces proies.

- Conclusion

La présence de sternes blanches sur le littoral et plus particulièrement dans le grand Cul-de-sac marin est tributaire de ressources alimentaires et d'aires de pose qui sont soit les bancs de sable, soit les bouées. Ces dernières ont été utilisées pour la collecte de pelotes de rejection qui après analyses ont permis d'appréhender le régime alimentaire des sternes bien que les conditions de prélèvement soient plus ou moins aléatoires en raison d'une situation peu stable des populations de sternes qui subissent une pression anthropique croissante sur l'ensemble des sites. Malgré tout, les premiers résultats sont encourageants et mettent en valeur le rôle des poissons appelés petits pélagiques, notamment ceux de la famille des Atherinidae, ainsi que celui des céphalopodes, dans l'alimentation des sternes. La mise en place judicieuse de reposoirs, dont la conception est à étudier pourrait permettre de suivre l'évolution de ces espèces proies au travers de l'analyse de pelotes de sterne, et peut être de mieux comprendre les fluctuations de la reproduction de la Sterne de Dougall et d'une manière plus générale de la place des sternes dans les réseaux trophiques du lagon.

- Remerciements

A Claudine Bignan, qui nous a quittés, Hervé Magnin et Guy Van Laere du service biodiversité du PNG pour leur ténacité et leur patience.

A Simone Mège, Jocelyn Thrace, Xavier Delloue de la Réserve naturelle du Grand Cul-de-sac Marin qui m'ont amené sur les bouées et les îlets.

A Max Louis, Dominique Monti, Amandine Vaslet, Charlotte SIROT, Yolande et Claude Bouchon de l'UAG pour leur aide et la mise à disposition de leurs locaux.

A Alain Ferchal du département informatique du PNG pour son efficacité, sa gentillesse et sa disponibilité.

A Ricardo Zambrano de la Florida Fish and Wildlife Conservation Commission

A tous ceux qui ont de près ou de loin participé à cette étude.

- Bibliographie

Rapports, livres et publications

Bellow, T.H. 1979. First report of pellet ejection in 11 species. *Wilson Bulletin*. Vol 91 (4) : 626-628.

Favero, M., Silva, P., Mauco, L. 2000. Diet of royal (*Thalasseus maximus*) and sandwich (*T. sandvicensis*) terns during the austral winter in the Buenos Aires province, Argentina. *Ornitologia Neotropical*. Vol 11: 259-262.

Furness, B.L., Laugksch, R.C., Duffy, D.C. 1984. Cephalopod beaks and studies of seabirds diets. *Auk*. Vol 101 : 619-620.

Leblond 2009d., Répartition spatio-temporelle des populations de sternes selon les balises de navigation du Petit et du Grand Cul-de-sac Marin (Guadeloupe). Rapport *BIOS/PNG*. 27p.

Leblond, G., 2003c. Les oiseaux marins nicheurs de Guadeloupe, de St Martin et de St Barthélemy. Deuxième partie : Les sites. *Rapport BIOS/DIREN*. 45 p.

Leblond, G., 2003b. Les oiseaux marins nicheurs de Guadeloupe, de St Martin et de St Barthélemy. Première partie : Généralités et espèces. *Rapport BIOS/DIREN*. 100 p.

Leblond, G., 2001f. Suivi des populations de *Sterna dougallii* et *Sterna antillarum* de l'îlet carénage (année 2000) pendant la période de reproduction (mai à septembre). *Rapport Leblond/PNG*.

Leblond, G., 2000a. Suivi des populations de *Sterna dougallii* et *Sterna antillarum* de l'îlet carénage (1998 et 1999) pendant la période de reproduction (mai à septembre). *Rapport Leblond/PNG*.

LPO Alsace. 2006. La Sterne Pierregarin : fiche N°3. 4p.

Mathieu, L. 1997. Étude comparée du régime alimentaire du grand cormoran *Phalacrocorax carbo sinensis* sur les lacs Léman, Annecy et Bourget. *Institut de botanique systématique et de Géobotanique. UNIL*.

Olsen, K.M., Larsson, H. 1995. *Terns of Europe and North America*. Helm identification guides. 175p.

Panfili, J., De Pontual, H., Troadec, H., Wright, P.J. 2002. *Manuel de sclérochronologie des poissons*. Ifremer. 464p.

Perennou, C., Sadoul, N., Pineau, O., Johnson, A., Hafner, H. 1996. *Gestion des sites de nidification des oiseaux d'eau coloniaux*. Conservation des zones humides méditerranéennes. Tour du Valat, n°4. 114p.

Safina, C., Burger, J., Gochfeld, M., Wagner, R.H. 1988. Evidence for prey limitation of Common and Roseate tern reproduction. *The Condor*. Vol 90 : 852-859.

Safina, C., Wagner, R.H., Witting, D.A., Smith, K.J., 1989. Prey delivered to Roseate and Common tern chicks; composition and temporal variability. *J.Field. Ornithol.* Vol 61 (3) : 331-338.

Shealer, D.A., Buzzell, J.M., Heiar, J.P. 2005. Effect of floating nest platforms on the breeding performance of Black Terns. *J.Field. Ornithol.* Vol 77 (2) : 184-194.

Shealer, D.A. 1998. Differences in diet and chick provisioning between adult roseate and sandwich terns in Puerto Rico. *The Condor*. Vol 100 : 131-140.

Shealer, D.A., Burger, J. 1993. Effects of interference competition on the foraging activity of tropical Roseate terns. *The Condor*. Vol 95 : 322-329.

Smale, M.J., Watson, G., Hecht, T. 1995. Otolith atlas of Southern African marine fishes. *JLB Smith Institute of Ichthyology*. 11p.

Stienen, E.W.M., Van beers, .M., Brenninkmelter, A., Habraken', J.M.P.M., Raaijmakersi, M.H.J.E., Van tienne, P.G.M. 2000. Reflections of a specialist: patterns in food provisioning and foraging conditions in sandwich terns, *Sterna sandvicensis*. *Ardea*. Vol 88 (1) : 33 à 49.

Vaslet, A. 2009. Ichtyofaune des mangroves des Antilles: influence des variables du milieu et approche isotopique des réseaux trophiques. Thèse de doctorat, Université des Antilles et de la Guyane, 274 p.

#### Documents Internet

Ornithomedia. 2009. Le système digestif des oiseaux. <http://www.ornithomedia.com>

Windsor, A. 2001. Otoliths: Morphology, Hearing, and Growth.  
[http://life.bio.sunysb.edu/ee/seatrout/fish\\_otoliths.html](http://life.bio.sunysb.edu/ee/seatrout/fish_otoliths.html)

- **Annexe I : Catalogue d'otolithes.**

Le catalogue d'otolithes a été élaboré en utilisant les pêches effectuées par le laboratoire de biologie marine et d'autres prélèvements. Les espèces ont été identifiées par Amandine Vaslet et Yolande Bouchon. Les otolithes ont été conservés à sec puis photographiés avec un stéréo-microscope Leica EZ4D. Pour compléter la base, différents sites Internet ont été consultés. Ce travail n'est pas complet et mérite d'être étoffé pour une meilleure identification des proies des oiseaux marins.

- **Sites Internet**

Analysis de Formes d'Otoliths (AFORO), shape analysis of fish otoliths.

<http://www.cmima.csic.es/aforo/index.jsp>

Fishbase. <http://www.fishbase.org/search.php>

Neogene Marine Biota of Tropical America

(NMITA) <http://eusmilia.geology.uiowa.edu/database/teleost/otoliths.htm>

Panama City Laboratory : National Marine Fisheries Service.

[http://www.sefscpanamalab.noaa.gov/content/40\\_Fisheries\\_Biology/10\\_Otolith\\_Guide/Otolih\\_Guide.php](http://www.sefscpanamalab.noaa.gov/content/40_Fisheries_Biology/10_Otolith_Guide/Otolih_Guide.php)

- **Catalogue d'otolithes prélevés.**



*Acanthurus chirurgus*



*Acanthurus coeruleus*



*Anchoa lyolepis*



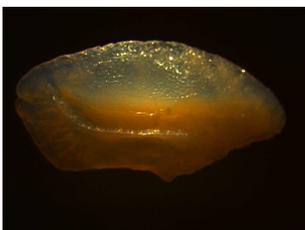
*Atherinomorus stipes*



*Bairdiella ronchus*



*Caranx latus*



*Centropomus undecimalis*



*Chaetodon capistratus*



*Chloroscrombus chrysurus*



*Diapterus rhombeus*



*Epinephelus guttatus*



*Eucinostomus argenteus*



*Eucinostomus gulla*



*Eugerres brasiliensis*



*Eugerres plumieri*



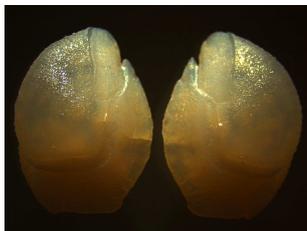
*Gerres cinereus*



*Haemulon chrysargyreum*



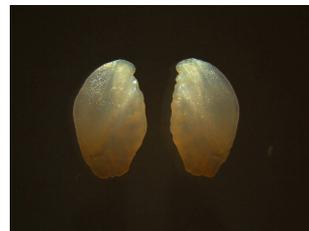
*Haemulon flavolineatum*



*Haemulon plumieri*



*Haemulon sciurus*



*Lutjanus synagris*



*Harengula clupeola*



*Harengula humeralis*



*Holocentrus ascensionis*



*Holocentrus rufus*



*Lutjanus apodus*



*Lutjanus griseus*



*Mugil curema*



*Ocyurus chrysurus*



*Polydactylus virginicus*



*Sargocentron coruscum*



*Scarus iserti*



*Sparisoma chrysopterum*



*Sphyaena picudilla*



*Sphyaena barracuda*



*Tylosurus crocodilus*