

UNIVERSITE DE MONTREAL

ALIMENTATION, CROISSANCE ET REPRODUCTION  
DES STERNES COMMUNES (*STERNA HIRUNDO* L.) ET ARCTIQUES (*S. PARADISAEA* PONTOPP.)  
AUX ILES DE LA MADELEINE, QUEBEC

PAR

JOHANNE CHALIFOUR

DEPARTEMENT DE SCIENCES BIOLOGIQUES  
FACULTE DES ARTS ET DES SCIENCES

MEMOIRE PRESENTE A LA FACULTE DES ETUDES SUPERIEURES  
EN VUE DE L'OBTENTION DU GRADE DE  
MAITRE ES SCIENCES (M.Sc.)

DECEMBRE 1982



"... et seuls sont frères  
les hommes qui collaborent."

Antoine de Saint-Exupéry  
(Citadelle)

A Robert

TABLE DES MATIERES

	page
Liste des tableaux	vi
Liste des figures	viii
Liste des annexes	xi
<u>ARTICLE PREMIER:</u> Alimentation de la Sterne commune ( <i>Sterna hirundo</i> L.) et de la Sterne arctique ( <i>S. paradisaea</i> Pontopp.) aux îles de la Madeleine, Québec.	
Sommaire	2
Introduction	3
Matériel et méthode	5
Résultats	10
Discussion	25
1- Sites de pêches	25
2- Variation dans le temps du nombre de spécimens trouvés	26
3- Les espèces-proies dominantes	27
4- Les espèces-proies secondaires	29
5- Taille des proies	32
6- Régime alimentaire	35
Conclusion	38
Références	39
<u>ARTICLE DEUXIEME:</u> Croissance et estimation de l'âge de jeunes Sternes communes ( <i>Sterna hirundo</i> L.) et arctiques ( <i>S. paradi-</i> <i>saea</i> Pontopp.)	
Sommaire	45
Introduction	46
Matériel et méthode	47
1- Cueillette des données	47
2- Traitement des données	50
Résultats	52

TABLE DES MATIERES (suite)

	page
Discussion	75
1- Les équations de régression	75
2- Les courbes de croissance	78
Conclusion	82
Références	84
Annexes 1 à 3	87

ARTICLE TROISIEME: Reproduction de la Sterne commune (*Sterna hirundo* L.) et de la Sterne arctique (*S. paradisaea* Pontopp.) aux îles de la Madeleine, Québec.

Sommaire	97
Introduction	98
Matériel et méthode	99
Résultats	104
Discussion	120
1- Influence des enclos	120
2- Influence de la densité des nids	121
3- Succès de reproduction	121
a) Sterne commune	121
b) Sterne arctique	124
4- Age à l'envol	126
5- Mortalité	127
6- Pic d'éclosion	128
Conclusion	130
Références	131
Remerciements	135

LISTE DES TABLEAUX

	Page
<i>ARTICLE PREMIER</i>	
Tableau I : Nombre et fréquence totale des proies recueillies.	13
Tableau II : Longueur totale moyenne et poids moyen des principales espèces-proies.	14
Tableau III : Variation temporelle du nombre absolu (N) et de la fréquence (%) des proies.	21
 <i>ARTICLE DEUXIEME</i>	
Tableau I : Equations de régressions linéaires simples ( $P < 0,1$ ) pour estimer l'âge des poussins de 1 à 23 jours à partir du poids (P) en grammes et des longueurs en centimètres du culmen (C), du tarse (T) et de la neuvième primaire (Pr).	54
Tableau II : Equation de régressions linéaires multiples ( $P < 0,1$ ) pour estimer l'âge des poussins de 1 à 23 jours à partir de 4 variables indépendantes: le poids (P) en grammes et les longueurs en centimètres du culmen (C), du tarse (T) et de la neuvième primaire (Pr).	55
Tableau III : Equations de régressions linéaires multiples ( $P < 0,1$ ) pour estimer l'âge des poussins de 1 à 23 jours à partir de deux variables indépendantes: le poids (P) en grammes et les longueurs en centimètres du culmen (C), du tarse (T) et de la neuvième primaire (Pr).	56

	Page
Tableau IV : Comparaison de l'âge réel de poussins de sternes à celui obtenu à partir des équations de régressions linéaires.	58

*ARTICLE TROISIEME*

Tableau I : Succès de reproduction de la Sterne commune aux îles de la Madeleine en fonction du nombre d'oeufs par couvée.	106
Tableau II : Succès de reproduction de la Sterne arctique aux îles de la Madeleine en fonction du nombre d'oeufs par couvée.	107
Tableau III : Statistiques permettant de comparer le succès de reproduction de la Sterne commune.	108
Tableau IV : Statistiques permettant de comparer le succès de reproduction de la Sterne arctique.	109

LISTE DES FIGURES

	Page
<i>ARTICLE PREMIER</i>	
Figure 1 : Localisation des deux sites d'étude (flots HB-1 et HB-3) dans la lagune du Havre aux Basques aux îles de la Madeleine.	6
Figure 2 : Variations hebdomadaires en pourcentage, du total de toutes les proies recueillies.	11
Figure 3 : Polygones montrant la répartition en pourcentage des principales proies en fonction de leur longueur.	16
Figure 4 : Variations temporelles (a) de la valeur moyenne des longueurs (lignes pleine ou brisée), et (b) des polygones représentant la répartition (%) des longueurs de différentes proies.	18
Figure 5 : Variation temporelle de la fréquence (%) des proies.	23
 <i>ARTICLE DEUXIEME</i>	
Figure 1 : Localisation des deux sites d'étude (flots HB-1 et HB-3) dans la lagune du Havre aux Basques aux îles de la Madeleine.	48
Figure 2 : Variation du poids moyen des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.	59
Figure 3 : Variations de la longueur moyenne du culmen des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.	61

	Page
Figure 4 : Variations de la longueur moyenne du tarse des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.	63
Figure 5 : Variations de la longueur moyenne de la neuvième primaire des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.	65
Figure 6 : Variations du poids moyen des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.	67
Figure 7 : Variations de la longueur moyenne du culmen des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.	69
Figure 8 : Variations de la longueur moyenne du tarse des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.	71
Figure 9 : Variations de la longueur moyenne de la neuvième primaire des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.	73
<i>ARTICLE TROISIEME</i>	
Figure 1 : Localisation des deux sites d'étude (flots HB-1 et HB-3) dans la lagune du Havre aux Basques aux îles de la Madeleine.	100
Figure 2 : Variation du nombre de poussins en fonction de l'âge à l'envol chez la Sterne commune.	110



	Page
Figure 3 : Variation du nombre de poussins en fonction de l'âge à l'envol chez la Sterne arctique.	112
Figure 4 : Variation du nombre de poussins morts en fonction de l'âge chez la Sterne commune.	114
Figure 5 : Variation estivale du nombre d'oeufs éclos chez la Sterne commune en 1978.	116
Figure 6 : Variation estivale du nombre d'oeufs éclos chez la Sterne arctique en 1978.	118

LISTE DES ANNEXES

	page
<i>ARTICLE DEUXIEME</i>	
Annexe 1: Estimation de l'âge de poussins de sternes à partir de données de divers auteurs.	87
Annexe 2: Test sur les pentes ("b") des régressions linéaires simples.	94
Annexe 3: Comparaison de deux moyennes au jour 1.	95

ARTICLE PREMIER

ALIMENTATION DE LA STERNE COMMUNE (*STERNA HIRUNDO* L.) ET DE LA STERNE  
ARCTIQUE (*S. PARADISAEA* PONTOPP.) AUX ILES DE LA MADELEINE, QUEBEC

## SOMMAIRE

Au cours de l'été de 1978, nous avons recueilli 260 proies abandonnées dans ou près des nids par les Sternes communes (*Sterna hirundo*) et arctiques (*S. paradisaea*) nichant sur deux îlots de la lagune du Havre aux Basques, îles de la Madeleine, Québec. Ces proies représentent 10 espèces de poissons et une espèce de crustacés. L'Epinuche à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), le Lançon d'Amérique (*Ammodytes americanus*), le Choquemort (*Fundulus heteroclitus*) et l'Eperlan d'Amérique (*Osmerus mordax*) sont, par ordre décroissant, les proies les plus nombreuses. L'abondance et la constance du lançon près des côtes des îles de la Madeleine, liées à une taille longue et mince, contribuent à faire de ce poisson, intéressant au point de vue énergétique, un aliment de base idéal pour les poussins.

De façon générale, la longueur des poissons que nous avons mesurés est plus grande que celle signalée dans d'autres études. Toutefois, en accord avec d'autres auteurs, nos résultats montrent que la taille des proies présentées aux poussins augmente avec leur âge.

## INTRODUCTION

Plusieurs études de l'alimentation des Sternes communes (*Sterna hirundo*) et arctiques (*S. paradisaea*) ont été réalisées sur la côte atlantique des Etats-Unis (Cooper, Hays et Pessino, 1970; Erwin, 1977; Hays, 1970; Hopkins et Wiley, 1972; Mueller, 1976; Nisbet, 1974; Palmer, 1941; Raynor, 1972); quelques-unes se sont déroulées en Europe (Boecker, 1967; Lemmetyinen, 1973a, 1976; Pearson, 1968) et d'autres dans les Grands Lacs et l'ouest canadien (Courtney, 1977; Courtney et Blokpoel, 1980; Vermeer, 1973). Au nord-est de notre continent, seul Hawksley (1957) donne une courte liste des proies capturées par les sternes dans la baie de Fundy, Nouveau-Brunswick.

Les méthodes employées pour l'étude de l'alimentation des sternes sont fort nombreuses comme le souligne Hartley (1948) qui a procédé à l'analyse critique de la plupart d'entre elles. La technique basée sur la cueillette des proies trouvées au sol est controversée puisque les échantillons sont constitués d'aliments "rejetés" par les sternes. Pourtant, les proies au sol sont une source de données facilement disponibles, nécessitant moins de temps et d'efforts que l'observation des déplacements des adultes, l'examen des estomacs ou des régurgitations. Courtney et Blokpoel (1980) ont comparé cette technique à l'observation directe des poissons transportés par les sternes et montré que les fréquences de rencontre concordaient habituellement.

Les objectifs du présent travail sont donc 1), de comparer les aliments de Sternes communes et arctiques trouvés au sol aux îles de la Madeleine aux résultats obtenus par d'autres auteurs à l'aide de diverses méthodes, cela

afin de voir à quelles conditions la méthode qui s'appuie sur la cueillette des proies au sol fournit une image représentative de l'alimentation de ces oiseaux; et 2), de fournir des informations supplémentaires beaucoup plus complètes et détaillées sur le régime alimentaire de ces deux espèces de sternes dans le nord-est de l'Amérique du Nord.

## MATERIEL ET METHODE

Du 13 juin au 12 août 1978, nous avons recueilli les proies (poissons ou crustacés) abandonnées près des nids sur deux îlots de la lagune du Havre aux Basques (fig. 1), îles de la Madeleine, Québec ( $47^{\circ} 14'$  à  $47^{\circ} 39'$  N,  $62^{\circ} 01'$  à  $62^{\circ} 23'$  W), fréquentés par quelque 1325 Sternes communes (*Sterna hirundo*) et 75 Sternes arctiques (*Sterna paradisaea*). Plusieurs auteurs (Boecker, 1967; Hopkins et Wiley, 1972; Langham, 1968; Lemmetyinen, 1973a) qui ont comparé l'alimentation des Sternes communes et arctiques ont remarqué que ces deux espèces fréquentaient souvent des sites de pêche différents, entraînant ainsi quelques différences dans les fréquences et les tailles des proies. Par contre, d'autres (Lemmetyinen, 1976; Pearson, 1968) constatent que, de façon générale, le régime et la longueur des proies des Sternes communes et arctiques se chevauchent, de même que leurs sites de pêche. En raison des possibilités d'un tel chevauchement et du faible pourcentage de Sternes arctiques, nous avons considéré globalement les données sur l'alimentation des deux espèces.

Nous n'avons pas effectué de recherche systématique sur toute la superficie des îlots, mais nous avons récolté toutes les proies trouvées dans ou aux abords de plus de 60 nids enclos, visités régulièrement pour fin d'autres travaux (Voir "Reproduction des Sternes communes (*Sterna hirundo* L.) et arctiques (*S. paradisaea* Pontopp.) aux îles de la Madeleine, Québec" et "Croissance et estimation de l'âge de jeunes Sternes communes (*Sterna hirundo* L.) et arctiques (*S. paradisaea* Pontopp.)"). A quelques reprises, nous avons extrait la nourriture du bec des jeunes sternes: chaque fois, il s'agissait

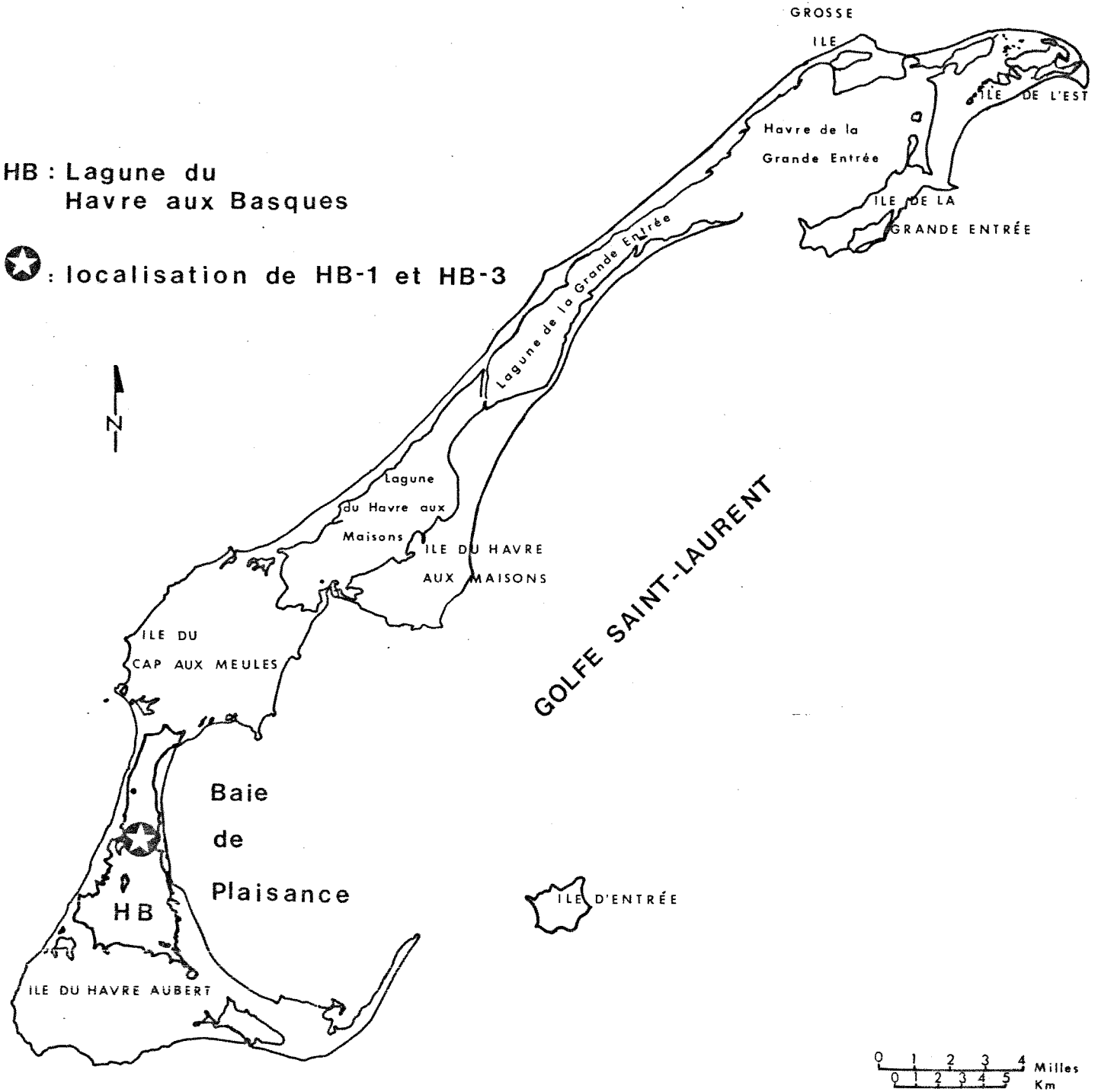
Figure 1: Localisation des deux sites d'étude (îlots HB-1 et HB-3) dans la lagune du Havre aux Basques aux îles de la Madeleine.



# ILES DE LA MADELEINE

HB: Lagune du  
Havre aux Basques

★: localisation de HB-1 et HB-3



d'un lançon dont la queue pendait encore du bec du poussin.

Chaque proie a été mesurée et pesée individuellement. Nous avons mesuré la longueur totale des poissons à l'aide d'une planche à mesurer munie d'une règle graduée au 1 mm. Le poids en grammes a été obtenu à l'aide d'une balance à plateau (précision  $\pm 0,1$  g); il n'est toutefois valable que pour les proies relativement fraîches. Comme nous ne connaissons ni la quantité d'eau perdue par les proies exposées au vent et au soleil ni le pourcentage du poids que telle perte d'eau peut représenter, nous ne présentons que quelques données sur le poids des spécimens et cela sous toute réserve; nous n'en ferons pas d'analyse détaillée. L'état des spécimens (frais ou sec, entier ou incomplet) fut noté.

Les poissons furent identifiés et nommés d'après Leim et Scott (1966); les crustacés l'ont été d'après Brinkhurst, Linkletter *et al.* (1976). Un seul spécimen fut expédié pour identification à la division de l'ichtyologie du Musée National des Sciences Naturelles à Ottawa. Il s'agissait d'une jeune Tanche tautogue (*Tautoglabrus adpersus*). Des échantillons de chacune des espèces de proies sont conservés dans le formol (10%) au Centre de Recherches écologiques de Montréal.

Habituellement, la méthode de l'analyse des proies trouvées au sol est employée parallèlement à une ou plusieurs autres techniques et les auteurs (Courtney, 1977; Erwin, 1977; Lemmetyinen, 1972, 1973a; Pearson, 1968) fusionnent les données au chapitre des résultats. Autrement, on ne publie que les noms des espèces récoltées, à titre d'information sur le type ou la diversité

des proies dans l'alimentation des sternes (Cooper, Hays et Pessino, 1970; Hawksley, 1957). Toutefois, Courtney et Blokpoel (1980) ont combiné et comparé la méthode du ramassage des proies au sol et l'observation directe des poissons transportés par les sternes. Ils rapportent que les fréquences de rencontre obtenues par les deux techniques concordent habituellement, quoiqu'il y ait des différences pour certaines proies, en particulier pour les plus volumineuses.

Nous sommes conscients que la méthode choisie nécessite une prudence particulière quant au traitement et à l'interprétation des données, surtout lorsqu'aucune autre pratique ne vient la corroborer. Mais nous croyons possible d'obtenir d'elle des renseignements à la fois utiles et intéressants, aussi bien du point de vue quantitatif que qualitatif, lorsque l'échantillon de proies est suffisamment grand.

## RESULTATS

Nous avons recueilli 10 espèces de poissons appartenant à 8 familles (Ammodytidae, Atherinidae, Bothidae, Cottidae, Cyprinodontidae, Gasterosteidae, Labridae, Osmeridae) et une seule espèce de crustacé, de la famille des Crangonidae.

Plus de 65% de ces spécimens furent récoltés entre le 10 et le 23 juillet 1978 (fig. 2), soit juste après le pic d'éclosion des oeufs de sterne qui se situe, dans la colonie, entre le 8 et le 10 juillet (Chalifour, 1982).

Selon Courtney et Blokpoel (1980), la fréquence de rencontre des proies au sol correspond généralement à celle des poissons transportés par les sternes. Le tableau I qui donne la fréquence totale de rencontre (en nombre absolu et en pourcentage) de chacune des proies, suggère ainsi que les sternes rapportent le plus fréquemment au nid, par ordre décroissant, des Epinoches à trois épines (*Gasterosteus aculeatus*), des Lançons d'Amérique (*Ammodytes americanus*), des Choquemorts (*Fundulus heteroclitus*) et des Eperlans d'Amérique (*Osmerus mordax*).

Le tableau II présente les valeurs moyennes de la longueur totale et du poids, de même que les écarts-type qui y sont rattachés, pour chaque espèce-proie. Nous n'avons pas retenu pour ces calculs les individus incomplets (un corps de lançon sans tête, soustrait à un poussin, par exemple) ou dont l'état d'altération aurait faussé les mesures. Le Lançon d'Amérique, le Choquemort et l'Eperlan dominent encore ici, quant aux dimensions des poissons pêchés.

Figure 2: Variations hebdomadaires en pourcentage, du total de toutes les proies recueillies.

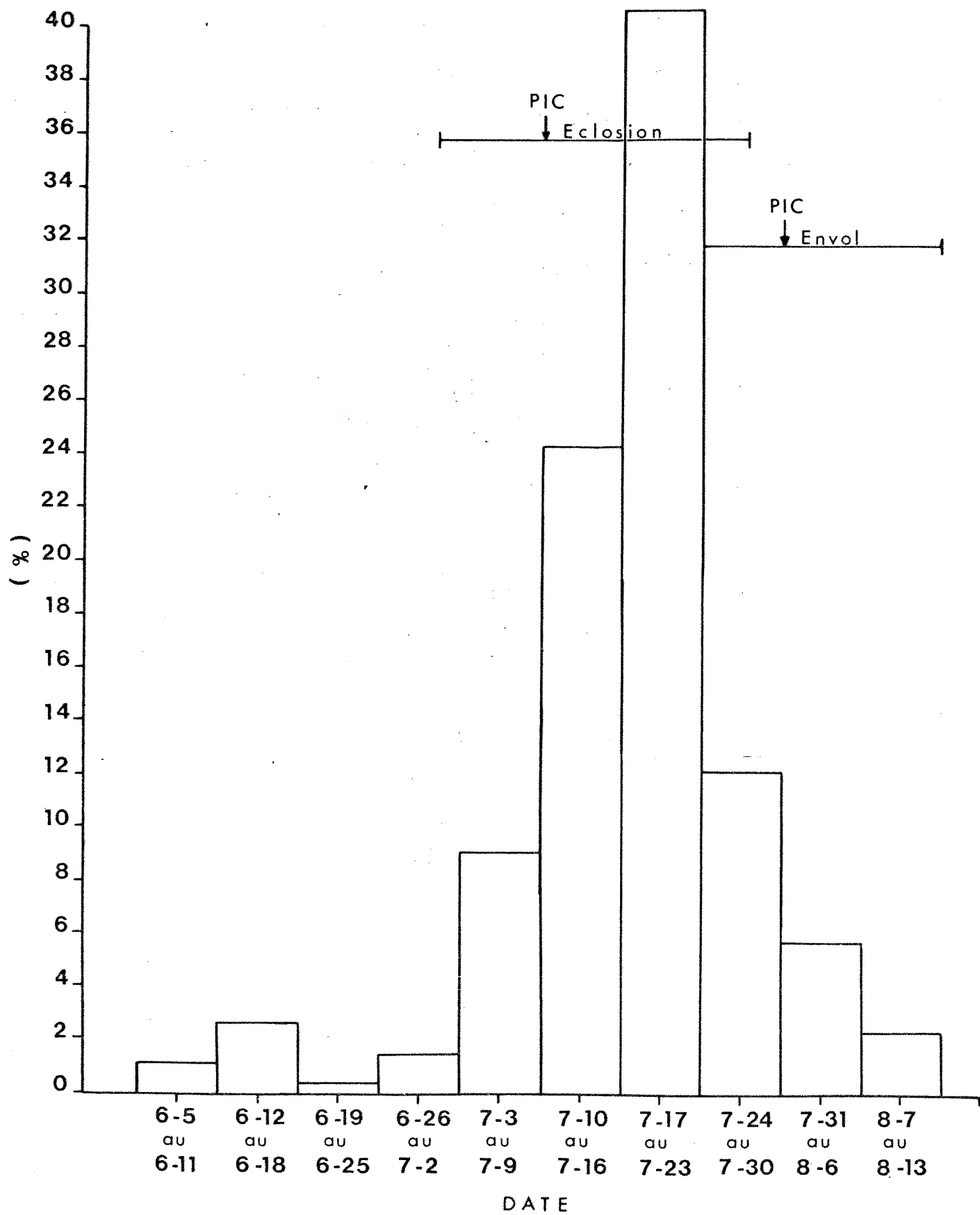


Tableau I: Nombre et fréquence totale des proies recueillies.

Espèces proies	N	Fréquence totale (%)
Epinoche à trois épines ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> (L.))	84	32,31
Lançon d'Amérique ( <i>Ammodytes americanus</i> DeKay)	81	31,15
Choquemort ( <i>Fundulus heteroclitus</i> (L.))	35	13,46
Eperlan ( <i>Osmerus mordax</i> (Mitchill))	29	11,15
Crevette ( <i>Crangon septemspinosa</i> )	14	5,38
Epinoche à neuf épines ( <i>Fungitius pungitius</i> (L.))	8	3,08
Capucette ( <i>Menidia menidia</i> (L.))	4	1,54
Tanche tautogue ( <i>Tautogolabrus adspersus</i> (Walbaum))	2	0,77
Chaboisseau bronzé ( <i>Myoxocephalus aeneus</i> (Mitchill))	1	0,38
Epinoche à quatre épines ( <i>Apeltes quadracus</i> (Mitchill))	1	0,38
Turbot de sable ( <i>Scophthalmus aquosus</i> (Mitchill))	1	0,38
Total Epinoches	93	35,77
TOTAL	260	100,00

Tableau II: Longueur totale moyenne et poids moyen des principales espèces-proies.

Espèces proies	Longueur totale (mm)			Poids (g)		
	N	Moyenne	Ecart-type	N	Moyenne	Ecart-type
Lançon d'Amérique	60	132,18	19,16	50	6,76	2,55
Eperlan d'Amérique	25	119,64	40,55	25	7,23	5,72
Choquemort	35	83,57	18,73	22	7,02	3,50
Capucette	2	67,50	36,06	1	2,90	-
Crevette	9	56,56	7,37	7	1,16	0,63
Tanche tautogue	2	50,00	14,14	2	1,30	1,13
Epinoche à neuf épines	8	47,38	6,21	7	0,61	0,31
Epinoche à trois épines	84	40,74	8,04	49	0,76	0,755
Turbot de sable	1	39,00	-	1	0,40	-
Chabousseau bronzé	1	38,00	-	1	0,50	-
Epinoche à quatre épines	1	37,00	-	1	0,50	-



La figure 3 permet de visualiser la répartition des poissons et crustacés selon les diverses classes de longueur. Nous constatons que les épinoches et les crevettes (*Crangon septemspinosus*) constituent majoritairement les proies de petite taille (6 cm ou moins). Tout en comportant des individus de diverses longueurs, les lançons et les éperlans mesurent pour la plupart plus de 10 cm (95% des lançons et 64% des éperlans) et forment la catégorie des grandes proies. Les Choquemorts (71%) et une partie des éperlans occupent une position intermédiaire (6 à 10 cm) et complètent ainsi notre échelle variant de 30 à 200 mm.

La figure 4 montre, pour le mois de juin et chaque semaine de juillet et d'août, les variations dans le temps de la répartition (%) des longueurs des différentes proies ainsi que les variations de leurs valeurs moyennes. A compter du début de juillet, nous remarquons une augmentation légère, mais graduelle, de la longueur moyenne du Choquemort et de l'éperlan. Par contre, les tailles moyennes du lançon et de l'Épinoche à trois épines se maintiennent respectivement autour de 134 et 40 mm durant les trois semaines de croissance des poussins de sterne (10 au 30 juillet) précédant l'envol. L'amplitude de la variation des tailles est relativement faible chez le Choquemort, le lançon, l'épinoche et la crevette (sauf au début et à la fin de la période d'échantillonnage, chez les deux premiers), alors qu'elle demeure forte, et même s'amplifie, chez l'éperlan. Nous notons, enfin, que la crevette et l'Épinoche à trois épines occupent des classes de longueur contigües, sans se superposer.

Le tableau III et la figure 5 nous informent sur la variation de

Figure 3: Polygones montrant la répartition en pourcentage des principales proies en fonction de leur longueur.

Ep. an  
d'Amérique

Lançon  
d'Amérique

Choquemort

Crevette

Epinoche à  
3 épines

Epinoche à  
9 épines

191  
200

171  
180

151  
160

131  
140

111  
120

91  
100

71  
80

51  
60

31  
40

LONGUEUR des PROIES (mm)

FREQUENCE (%)

50 0 50 50 0 50 50 0 50 50 0 50

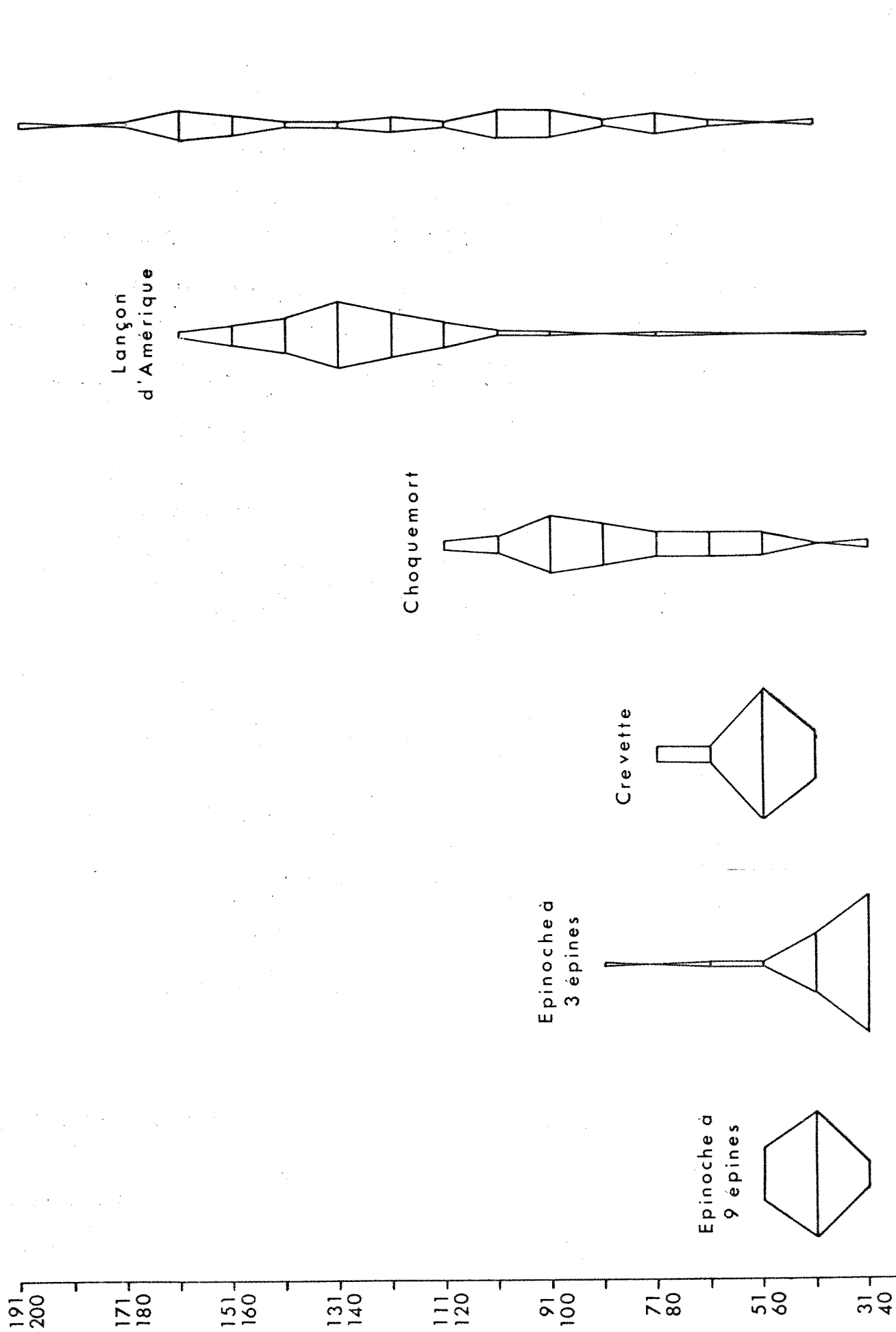


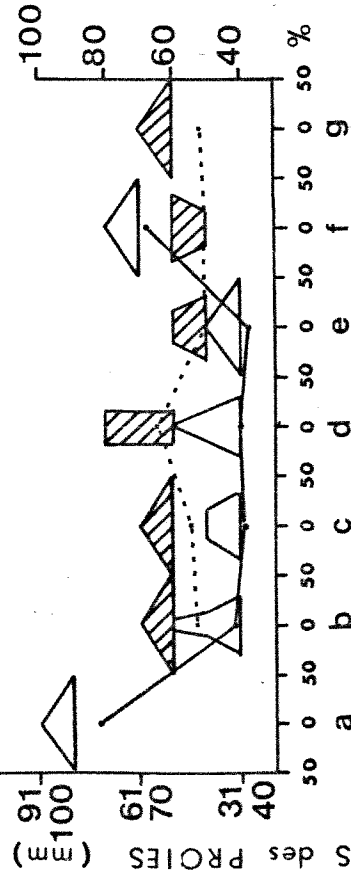
Figure 4: Variations temporelles (a) de la valeur moyenne des longueurs (lignes pleine ou brisée), et (b) des polygones représentant la répartition (%) des longueurs de différentes proies.

#### INTERVALLES HEBDOMADAIRES

- a 6/6 au 7/2
- b 7/3 au 7/9
- c 7/10 au 7/16
- d 7/17 au 7/23
- e 7/24 au 7/30
- f 7/31 au 8/6
- g 8/7 au 8/13

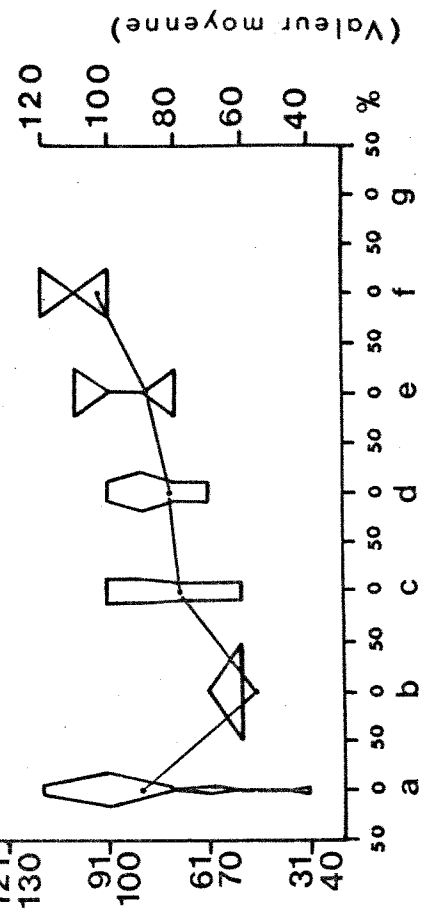
181  
190  
151  
160  
121  
130  
91  
100  
61  
70  
31  
40

□ — Epinoche à 3 épines  
▨ — Crevette



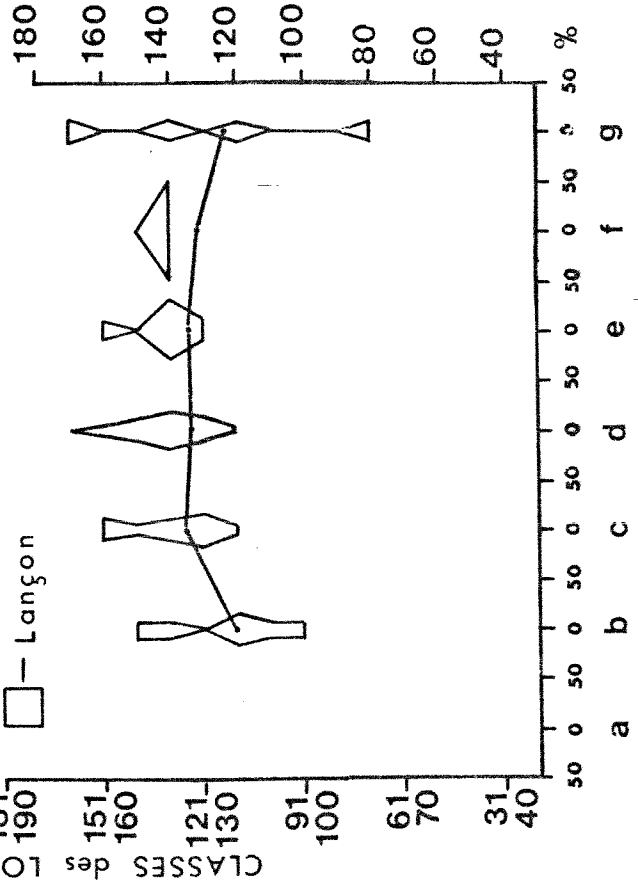
181  
190  
151  
160  
121  
130  
91  
100  
61  
70  
31  
40

□ — Choquemort



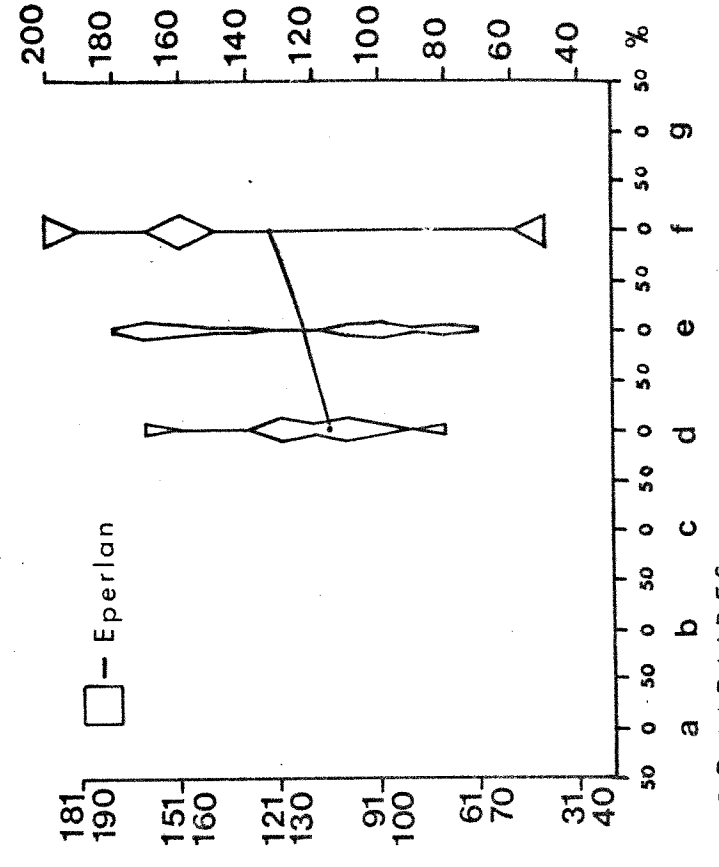
181  
190  
151  
160  
121  
130  
91  
100  
61  
70  
31  
40

□ — Lançon



181  
190  
151  
160  
121  
130  
91  
100  
61  
70  
31  
40

□ — Eperlan



INTERVALLES HEBDOMADAIRES

la fréquence des proies au cours des semaines d'échantillonnage. Il apparaît que les sternes concentrent principalement leur pêche sur deux espèces à la fois: le lançon qui semble à la base de l'alimentation des poussins, et une autre espèce variant selon l'époque. Ainsi les Choquemorts constituent 80% des proies en juin, cèdent la place en juillet aux Epinoches à trois épines qui, à leur tour, sont remplacées par les éperlans dans la dernière semaine de juillet et la première semaine d'août. Peu nombreuses, les crevettes sont toutefois présentes de façon à peu près régulière dans les nids des sternes.

Tableau III: Variation temporelle du nombre absolu (N) et de la fréquence (%) des proies.

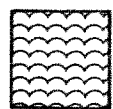
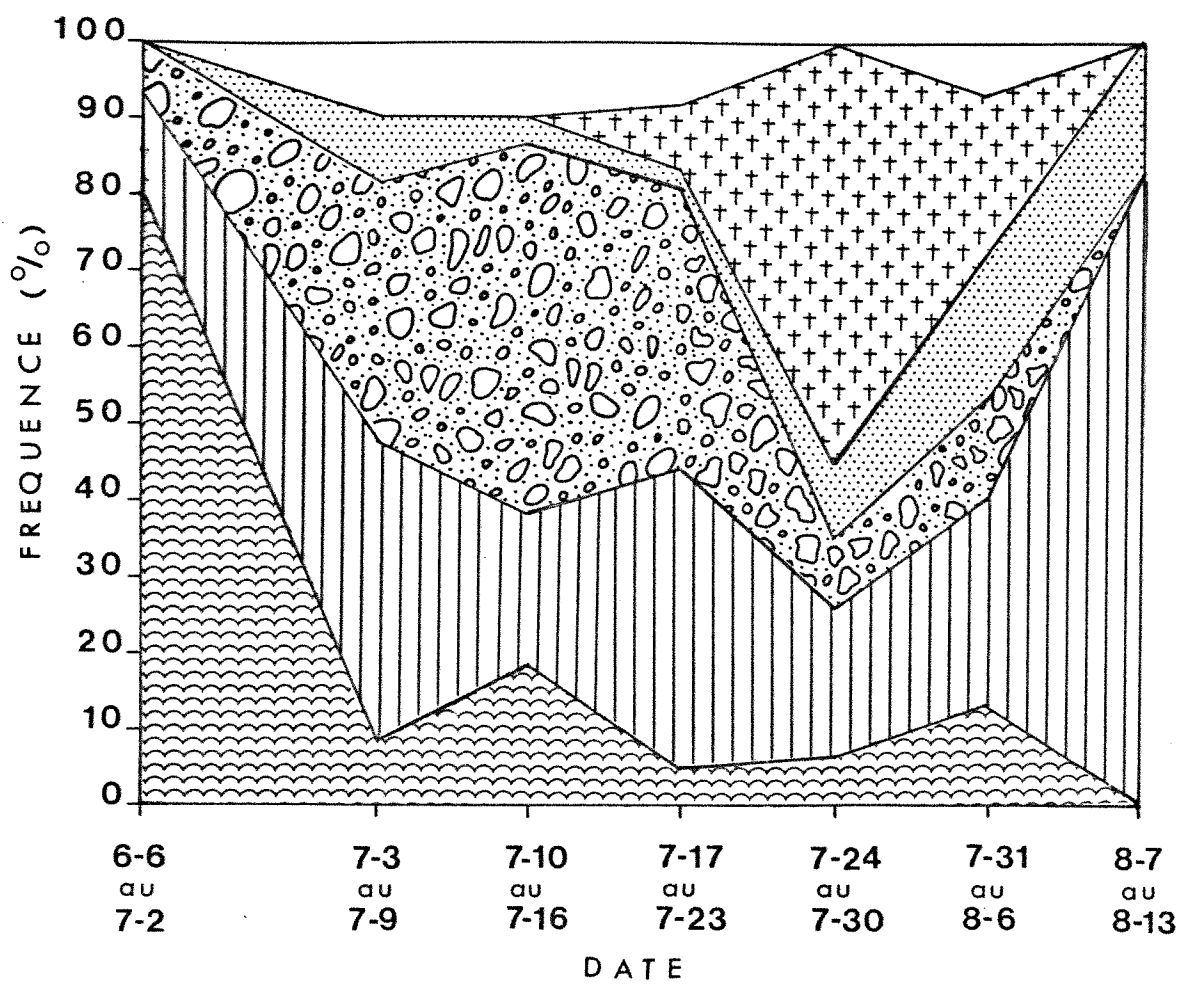
Intervalle de temps	Espèces-proies	N	%
78-06-06 au 78-07-02 N = 15	Choquemort	12	80,00
	Lançon d'Amérique	2	13,33
	Epinoche à trois épines	1	6,67
78-07-03 au 78-07-09 N = 23	Lançon d'Amérique	9	39,13
	Epinoche à trois épines	8	34,78
	Choquemort	2	8,70
	Crevette	2	8,70
	Epinoche à neuf épines	1	4,35
	Turbot de sable	1	4,35
78-07-10 au 78-07-16 N = 64	Epinoche à trois épines	31	48,44
	Lançon d'Amérique	13	20,31
	Choquemort	12	18,75
	Epinoche à neuf épines	3	4,69
	Crevette	2	3,13
	Capucette	1	1,56
	Chabousseau bronzé	1	1,56
	Tanche tautogue	1	1,56
78-07-17 au 78-07-23 N = 106	Lançon d'Amérique	42	39,62
	Epinoche à trois épines	39	36,79
	Eperlan d'Amérique	9	8,49
	Choquemort	5	4,72
	Epinoche à neuf épines	4	3,77
	Capucette	3	2,83
	Crevette	3	2,83
	Epinoche à quatre épines	1	0,94

Tableau III (suite)

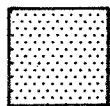
Intervalle de temps	Espèces-proies	N	%
78-07-24 au 78-07-31 N = 31	Eperlan d'Amérique	17	54,8
	Lançon d'Amérique	6	19,4
	Crevette	3	9,7
	Epinoche à trois épines	3	9,7
	Choquemort	2	6,5
78-07-31 au 78-08-06 N = 15	Lançon d'Amérique	4	26,7
	Crevette	3	20,0
	Eperlan d'Amérique	3	20,0
	Choquemort	2	13,3
	Epinoche à trois épines	2	13,3
	Tanche tautogue	1	6,7
78-08-07 au 78-08-13 N = 6	Lançon d'Amérique	5	83,3
	Crevette	1	16,7



Figure 5: Variation temporelle de la fréquence (%) des proies.



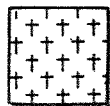
Choquemort



Crevette



Lançon  
d'Amérique



Eperlan



Epinoche à 3  
épines

## DISCUSSION

### 1- Sites de pêche

Au cours de la saison de reproduction de 1978, nous avons identifié onze (11) espèces différentes de proies pêchées par les sternes. Toutes ces espèces fréquentent habituellement les eaux côtières (Leim et Scott, 1966) et, exception faite du Lançon d'Amérique et du Turbot de sable (*Scophthalmus aquosus*), tous les poissons-proies ont également été recensés dans la lagune du Havre aux Basques (Mousseau, 1979), où se situent les aires de nidification des deux colonies de sternes étudiées. Ceci correspond aux affirmations selon lesquelles les Sternes communes et arctiques préfèrent chercher leur pâture dans la zone littorale (Dunn, 1973; Hopkins et Wiley, 1972) et dans les eaux peu profondes des baies ou des marais (Lemmetyinen, 1976; Pearson, 1968). Quoiqu'il leur soit possible de s'éloigner à plusieurs kilomètres afin de se nourrir (Austin, 1946; Drury, 1960; Raynor, 1972), nous supposons, comme l'ont fait Erwin (1977), Hawksley (1957) et Palmer (1941), que les oiseaux étudiés pêchent près des sites de nidification. Les îlots où nous avons effectué nos prises de données sont bordés par la lagune du Havre aux Basques au nord et au sud, et par le golfe Saint-Laurent à l'est et à l'ouest, si on fait abstraction des minces cordons dunaires qui délimitent la lagune. Tout cela fournit de vastes étendues d'eau et divers milieux propices à la quête d'une nourriture abondante et variée. Nous avons d'ailleurs vu des sternes pêcher dans la baie de Plaisance et à l'intérieur de la lagune du Havre aux Basques.

Des "pâturages" comportant des proies abondantes et variées résultent en des pêches plus fructueuses et s'ils sont en outre près des sites de nidification, ils sont compatibles avec des déplacements plus courts et plus fréquents entre le nid et les aires d'alimentation. La progéniture (ou le partenaire adulte), une fois rassasiée, délaisse les victuailles offertes qui s'accumulent autour ou dans le nid (Palmer, 1941). Le même sort est réservé aux proies trop volumineuses pour être avalées par les poussins (Courtney et Blokpoel, 1980; Langham, 1968; Palmer, 1941). Cela explique la quantité de proies au sol. Cependant, nous ne croyons pas que les proies au sol soient simplement des aliments trop gros pour être ingurgités par les jeunes poussins puisque 41% des proies rejetées sont de petites épinoches. La diversité des proies indique alors que les Sternes communes et arctiques sont peu sélectives quant aux espèces capturées et s'accomodent de ce qu'elles rencontrent dans les eaux où elles pêchent. Nous arrivons à la même conclusion si nous faisons l'inventaire de ce dont les Sternes communes et arctiques se nourrissent ailleurs dans le monde; car malgré la constance de certains éléments, la liste est longue et les espèces variées (Boecker, 1967; Hawksley, 1957; Pearson, 1968).

## 2- Variation dans le temps du nombre de spécimens trouvés

Le nombre de spécimens trouvés au sol ne fut pas constant au cours de l'été de 1978 (fig. 2). Ainsi, en juin, alors que les sternes complètent leur couvée, il est peu fréquent de ramasser des poissons. Nous pensons que la plupart des proies recueillies à ce moment-là (80% sont des Choquemorts; fig. 5) ont été offertes aux femelles adultes lors de la troisième phase du

"courtship-feeding" (Nisbet, 1973). La quantité de spécimens augmente avec l'apparition des premiers poussins, mais atteint son maximum environ une semaine après le pic d'éclosion. A ce moment, le nombre de jeunes exigeant d'être nourris atteint son point culminant, et les sternes adultes sont stimulées à rapporter davantage de poissons (Courtney et Blokpoel, 1980; Henderson, 1975). Sans doute y a-t-il également synchronisation de l'éclosion avec la période de plus grande abondance de nourriture (Lack, 1954; Marshall, 1951; Pearson, 1968).

Par la suite, le nombre de spécimens rencontrés diminue rapidement. Avec l'arrivée de l'éperlan, les stocks de nourriture devraient se maintenir assez élevés, mais les poussins, en grandissant, acceptent des proies plus volumineuses et plus nombreuses (Bullough, 1942; Courtney et Blokpoel, 1980) de sorte qu'il y a moins de pertes (abandon de proies dans ou près du nid). A mesure que la saison avance, de plus en plus de sternes adultes perdent intérêt à rapporter des proies au nid; les poussins qui ne sont pas morts ont quitté le nid et se rassemblent sur la plage, attendant encore que les adultes viennent les nourrir.

### 3- Les espèces-proies dominantes

Quelle que soit leur méthode d'échantillonnage, les auteurs qui traitent de l'alimentation des Sternes communes et arctiques identifient dans celle-ci une ou plusieurs espèces-proies dominantes. Ainsi, selon Pearson (1968), le régime alimentaire des Sternes arctiques comporte 65% d'Ammodytidae et 22% de Clupeidae, alors que celui des Sternes communes se compose à

44% d'Ammodytidae et à 38% de Clupeidae. Langham (1968) présente des résultats similaires et il suggère que la différence dans les pourcentages des proies citées plus haut provient de sites d'alimentation différents. Certaines études de Lemmetyinen (1973a, 1976) montrent que *Gasterosteus aculeatus* est de loin l'aliment le plus important pour les sternes. Hawksley (1957) et Lemmetyinen (1972) ont recours à la plus grande disponibilité des espèces-proies dites principales pour expliquer qu'elles sont les plus utilisées.

Nos résultats vont dans le même sens avec quatre espèces constituant plus de 88% des proies recueillies. Bien sûr, nous devons tenir compte de notre méthode de cueillette, propice à la sous-estimation de certaines prises, et à la surestimation d'autres, en particulier celles qui sont volumineuses (Courtney et Blokpoel, 1980). Mais bien que les nombres et pourcentages de fréquence puissent varier, les sternes ont surtout nourri leurs jeunes d'épinoches, de lançons et d'éperlans au cours de l'été 1978. D'ailleurs, tel que nous l'ont démontré Courtney (1977), Langham (1968), Lemmetyinen (1973a, 1973b) et d'autres, ces proies figurent souvent en tête du régime alimentaire des Sternes communes et arctiques.

De ces trois espèces, seul le lançon est reconnu comme abondant aux îles de la Madeleine (Leim et Scott, 1966); c'est également le seul dont la présence autour des nids fut à la fois constante et appréciable tout au long de la saison de reproduction de 1978.

Mais à côté du lançon, une seconde espèce constitue toujours une part importante du régime alimentaire des sternes. Cette seconde espèce varie

dans le temps (fig. 5). Les Epinoches à trois épines sont fort nombreuses du 3 au 17 juillet 1978, soit une semaine avant et jusqu'à une semaine après le pic d'éclosion des oeufs. Un peu plus tard, à la fin juillet apparaissent les éperlans qui sont des adultes de taille commerciale. Nos résultats corroborent ceux de Bullough (1942) et de Courtney et Blokpoel (1980) selon lesquels la taille des proies offertes augmente avec l'âge des poussins.

Quant au Choquemort, bien qu'il se range parmi les proies les plus souvent recueillies, il n'est vraiment abondant qu'au début de la saison de nidification alors que les poussins sont peu nombreux. De plus, des quatre espèces citées, à cause de son corps haut et volumineux, il est plus difficile à avaler. Compte tenu de cela et du fait que le Choquemort aurait une chair vénéveuse que les oiseaux refuseraient de manger (Mc Allister, 1968), il apparaît que le rôle du *Fundulus heteroclitus* dans l'alimentation des jeunes sternes est surestimé.

#### 4- Les espèces-proies secondaires

Nous regroupons ici toutes les espèces dont la fréquence totale d'apparition est inférieure à 10%. Leur longueur et leur poids moyens sont habituellement deux fois moins grands que ceux des espèces principales (excluant *Gasterosteus aculeatus*). Nous distinguons deux classes de proies mineures: d'une part, les espèces dont les individus de taille adulte ou presque sont petits, e.g. la Capucette (*Meridia meridia*), l'Epinoche à quatre épines (*Apeltes quadracus*), l'Epinoche à neuf épines (*Pungitius pungitius*) et les crevettes, et d'autre part, les jeunes poissons d'espèces benthiques dont

les adultes sont beaucoup trop gros pour les sternes, e.g. la Tanche tautogue, le Chaboisseau bronzé (*Myoxocephalus aeneus*) et Turbot de sable. Etant donné que la plupart des espèces ci-dessus sont abondantes ou communes aux îles de la Madeleine (Leim et Scott, 1966), nous pouvons nous interroger sur les raisons pour lesquelles nos échantillons renferment si peu de ces proies.

Précisons tout d'abord que les Sternes communes et arctiques plongent pour capturer les poissons qui se déplacent en banc juste sous la surface de l'eau (Palmer, 1941; Pearson, 1968); elles pêchent près de la surface. Les tanches, chaboisseaux et Turbots de sable, vivant et se confondant plus ou moins avec le fond, ne peuvent donc devenir des proies que par hasard, ou s'ils envahissent des eaux très peu profondes. Par contre, les Epinoches à quatre épines, les Epinoches à neuf épines et la Capucette vivent tout près de la surface de l'eau. Les épinoches sont beaucoup plus petites que les proies principales; lors d'un voyage de pêche, il est plus "économique" ou profitable pour une sterne de rapporter un lançon plutôt qu'une épinoche, laquelle, à cause de sa petite taille, est plus difficile à localiser si elle ne se déplace pas en banc.

Mais dans ces conditions, pourquoi les Epinoches à trois épines ne sont-elles pas négligées, elles aussi? Il pourrait s'agir d'une prédilection des sternes étudiées pour ce type de proies ou d'une abondance particulière de l'Epinoche à trois épines dans la lagune du Havre aux Basques. (Nous avons vu précédemment que *Gasterosteus aculeatus* figurait souvent sur la liste des proies communes.)



La présence du Lançon d'Amérique n'a pas été signalée dans les eaux de la lagune du Havre aux Basques (Mousseau, 1979); les sternes doivent donc les pêcher dans le golfe Saint-Laurent. Une plus grande cueillette d'Epinoches à trois épines, en dépit de leur petite taille, aux dépens du lançon peut s'expliquer par le fait que le trajet vers le golfe à partir des îlots ou sites de nidification n'est pas beaucoup plus long que celui vers la lagune, et que plus nombreuses sont les sternes qui se tournent vers la lagune si les conditions météorologiques les obligent à regagner le nid plus souvent, ou rendent la pêche en mer inefficace ou difficile (trop ou pas assez de vent, de vagues; Dunn, 1973). Ainsi, les 11 et 17 juillet 1978, nous avons recueilli bon nombre d'Epinoches à trois épines (jusqu'à 19 dans un même nid). Il a plu au cours de ces deux jours et la majorité des poussins, âgés d'au plus une semaine, exigeaient la présence d'un adulte pour se protéger du froid (Palmer, 1941). La pêche dans la lagune pouvait permettre aux parents de revenir plus rapidement auprès de leur progéniture, sans cesser de la nourrir.

La Capucette, semblable à l'éperlan mais un peu plus petite, se déplace normalement en larges bancs près des côtes et est de ce fait une proie facile pour les sternes. Cependant, la cueillette de seulement 4 spécimens de ce poisson, dont trois le même jour s'explique par le fait que l'espèce est rare aux îles de la Madeleine qui se situent à la limite septentrionale de son aire de distribution (Leim et Scott, 1966).

La Crevette commune (*Crangon septemspinosus*) est la seule proie du groupe des invertébrés. Elle vit en eau peu profonde, principalement sur les

fonds sablonneux où elle s'enfouit (Gosner, 1979). On la trouve à partir de l'étage médiolittoral inférieur, et c'est là que les sternes doivent la capturer, lorsqu'elle est émergée à marée basse.

#### 5- Taille des proies

Si nous acceptons l'hypothèse de la surabondance de nourriture pour expliquer la quantité de spécimens trouvés au sol (Palmer, 1941), nous pouvons nous baser sur ces derniers pour évaluer la taille des proies offertes et mangées par les poussins.

La longueur des lançons rapportés aux nids sur les îlots de la lagune du Havre aux Basques à l'été de 1978 varie entre 39 et 168 mm ( $\bar{X} = 132$  mm). Dans son étude fondée sur des régurgitations et sur l'observation des proies transportées dans le bec des Sternes communes et arctiques, Pearson (1968) indique que les Ammodytidae capturés mesurent entre 25 et 125 mm de long, avec un pourcentage de fréquence maximal dans la classe de 50-75 mm. Langham (1968), se basant sur l'observation des aliments offerts aux poussins, rapporte des chiffres semblables à ceux de Pearson (1968): les Sternes communes et arctiques nourrissent leurs jeunes de lançons *Ammodytes marinus* dont les tailles moyennes sont de 2,20 pouces (56,1 mm) chez la première et 2,56 pouces (65,3 mm) chez la seconde. Ces tailles correspondent à des Ammodytidae encore au stade post-larvaire ou juvénile (Pearson, 1968), alors que la majorité des lançons que nous avons recueillis sont des immatures et des adultes. Nous pensons que l'écart entre les longueurs que nous avons obtenues et celles fournies par Pearson (1968) et Langham (1968) réside dans la disponi-

bilité de lançons plus grands dans les zones de pêche fréquentées par les sternes aux îles de la Madeleine. D'ailleurs, Langham (1968) suggère la même idée de disponibilité des proies, soulignant qu'en moyenne, les Clupeidae rapportés par les sternes étaient plus longs que les Ammodytidae. De plus, le travail de Pearson (1968) montre que les lançons pêchés par les Sternes communes et arctiques vivent en surface, alors que les cormorans, marmettes et macareux trouvent, quelques mètres plus bas, des poissons de la même espèce, mais dont les tailles correspondent à celles que nous avons observées. L'abondance d'*Ammodytes americanus* aux îles de la Madeleine assure ainsi les poussins de sterne d'un aliment de base de bonne taille, disponible tout au long de la saison de reproduction.

Pour ce qui est de *Osmerus mordax*, la longueur et le poids moyens que nous avons trouvés (119,6 mm et 7,23 g) correspondent bien aux résultats de Courtney (1977) (115 mm et 6,9 g dans le cas de régurgitations et de poissons trouvés au sol au début de la saison de reproduction; 125 mm et 7,9 g à la fin). Par contre, les éperlans acceptés par les poussins de Sterne commune lors des observations de Courtney et Blokpoel (1980), de même ceux qui furent refusés, s'avèrent un peu plus petits (50 à 86 mm). Comme ces auteurs donnent les longueurs des proies en proportion de la longueur du bec de la sterne, nous avons fait la conversion en mm, utilisant 36 mm comme longueur moyenne du bec de la Sterne commune. Cette longueur moyenne provient de la mesure du culmen de 20 Sternes communes adultes nichant dans la lagune du Havre aux Basques. Elle correspond aux longueurs fournies par Langham (1968; 1,5 pouces ou 38 mm) et Lemmetyinen (1976; 34 - 41 mm).

Mais si la longueur moyenne du lançon et de l'éperlan trouvés près des nids dans les colonies de la lagune du Havre aux Basques est généralement plus grande que celle observée ailleurs, c'est l'inverse qui se produit pour l'Épinoche à trois épines. La taille des Épinoches à trois épines consommées par les Sternes arctiques adultes, entre le 13 mai et le 26 juin 1970, à Kustavi en Finlande, varie entre 50 et 55 mm (Lemmetyinen, 1973a), alors que les poissons de la même espèce mesurés lors de notre étude ont une longueur moyenne égale à 40,7 mm. Il semble que les épinoches de moins de 40 mm qui constituent 54% des *Gasterosteus aculeatus* que nous avons ramassés soient des poissons immatures âgés de moins d'un an (Mankki et Vauras, 1973, *vide* Lemmetyinen, 1973a). Des 46% d'Épinoches à trois épines qui restent, 40% mesurent entre 40 et 49 mm de long.

Il nous semble donc (1) que les sternes n'avaient accès qu'à des stocks de jeunes et petits poissons, cette classe de proie devant dominer dans la lagune du Havre aux Basques où les sternes pêchent (2) que celles-ci peuvent rencontrer des bancs d'épinoches plus grosses dans d'autres sites de pêche, mais préfèrent capturer des espèces encore plus grandes, et même plus abondantes, telles que les lançons.

Enfin, les figures 3 et 4 nous permettent de voir que même si les sternes rapportent des proies de taille fort différentes, la longueur moyenne ainsi que son amplitude demeurent assez constantes pour une même espèce, tout au long de la saison de reproduction. L'homogénéité des bancs de poissons aux sites de pêche des sternes expliquerait que la majorité des proies d'une espèce se situent à l'intérieur de limites de longueur assez étroites.

## 6- Régime alimentaire

Aux îles de la Madeleine, les Sternes communes et arctiques nourrissent principalement leurs jeunes de Lançons d'Amérique, puisqu'aux sites de pêche, ce poisson est abondant durant toute la saison de reproduction. Les sternes capturent aussi beaucoup d'Epinoches à trois épines, nombreuses dans la lagune du Havre aux Basques. Elles utilisent temporairement les Eperlans d'Amérique et les Choquemorts, lorsque ceux-ci abondent aux sites de pêche.

En plus, les sternes rapportent aux poussins plusieurs autres sortes de proies, en faible quantité. Il s'agit d'espèces absentes ou moins fréquentes aux sites de pêche habituels, mais que les sternes capturent occasionnellement, lors d'un voyage de pêche en de nouveaux endroits où ces espèces sont plus communes, ou lors de la rencontre fortuite d'un grand nombre de ces proies.

Le même phénomène a été signalé par d'autres auteurs: seulement une ou deux espèces de proie dominant. Boecker (1967), lors de son étude sur l'alimentation des Sternes communes et arctiques en Europe, a dénombré 12 familles de poissons (principalement des Clupeidae), sans compter les insectes (Trichoptera), les crustacés (Portunidae, Crangonidae), les polychètes (Arenicolidae, Nereidae) et les mollusques (Cephalopoda, Gastropoda). Plus près de nous, dans la baie de Fundy, le menu des Sternes arctiques se compose des mêmes grands groupes, mais sur les 7 familles de poissons trouvées (principalement des Gadidae), seulement 3 correspondent à celles mentionnées par

Boecker (1967); les crustacés (Euphausiacea) et les insectes (cigales, libellules, phalènes) ne sont pas les mêmes non plus (Hawksley, 1957). En Finlande, les sternes se nourrissent surtout de crustacés et de poissons (*Gasterosteus aculeatus* principalement; Lemmetyinen, 1972, 1973a, 1973b, 1976). En Angleterre et sur la côte atlantique des Etats-Unis, les poissons (souvent le lançon) demeurent les proies importantes auxquelles s'ajoutent parfois quelques crustacés (Cooper, Hays et Pessino, 1970; Erwin, 1977; Gochfeld et Ford, 1974; Hays, 1970; Hays, Dunn et Poole, 1973; Hopkins et Wiley, 1972; Jones, 1906; Langham, 1968; Nisbet, 1973; Palmer, 1941; Raynor, 1972). Dans son étude détaillée de l'alimentation de plusieurs espèces d'oiseaux marins nichant sur les Farnes Islands, Northumberland, Pearson (1968) signale six familles de poissons (Ammodytidae et Clupeidae surtout), des crustacés, des céphalopodes et un peu d'insectes parmi les proies des Sternes communes et arctiques. Les oiseaux nichant plus à l'intérieur des terres, près de lacs ou de rivières, se nourrissent souvent de poissons d'eau douce tels que *Notropis* sp., *Pimephales* sp., *Percopsis omiscomaycus* (Courtney, 1977; Courtney et Blokpoel, 1980), ou d'espèces anadromes (Bertin, 1977). De plus, ils incorporent davantage d'insectes dans leur menu (Vermeer, 1973; Wright, 1909).

Des observations particulières viennent encore renforcer l'idée que les sternes sont opportunistes et savent tirer profit de l'abondance locale ou momentanée d'une proie. Mueller (1976) rapporte le cas de Sternes communes délaissant le poisson pour exploiter une population de crabe *Emerita* exceptionnellement abondante. On a vu cette même espèce, lors d'une disette, offrir des vessies natatoires de Prionote du nord (*Prionotus carolinus*) à ses poussins (Nisbet, 1974). Finalement, on a observé une Sterne commune manger

du pain (Madge, 1965) et des Sternes arctiques se nourrir de biscuits (Rathborne, 1936).

Ainsi, les Sternes communes et arctiques sont opportunistes puisqu'elles basent l'alimentation de leur progéniture sur la ou les espèces les plus abondantes (et disponibles) aux principaux sites de pêche; occasionnellement, elles capturent d'autres proies, temporairement abondantes ou au hasard d'une pêche facile.

## CONCLUSION

La quantité de proies abandonnées au sol suggère une surabondance de nourriture pour les Sternes communes et arctiques nichant dans la lagune du Havre aux Basques au cours de la saison de reproduction de 1978.

En considérant que les proies trouvées au nid constituent un bon exemple de ce que rapportent les sternes, nous pouvons croire que celles-ci, en été, nourrissent essentiellement leur progéniture de poissons et de quelques crevettes. A part le lançon qui semble un aliment de choix tant par sa présence abondante que par sa constance aux sites de pêche, les sternes intègrent à leur régime alimentaire l'Épinoche à trois épines et l'éperlan selon leur disponibilité dans les zones de pêche.

Ainsi, nous pouvons qualifier les Sternes communes et arctiques d'opportunistes, car tout en basant l'alimentation des poussins sur quelques espèces nombreuses et rentables (rapport quantité de nourriture par coût en énergie pour les parents), elles profitent des proies occasionnelles qui satisfont également leurs besoins énergétiques.



REFERENCES

- AUSTIN, O.L., 1946. The status of the Cape Cod terns in 1944; a behaviour study. — *Bird-Banding*, 17 (1): 10-27.
- BERTIN, R.I., 1977. Snowy Egrets attracted to prey by Common Terns. — *Auk*, 94 (2): 390-391.
- BOECKER, V.M., 1967. Vergleichende Untersuchungen zur Nahrungs- und Nistökologie der Flußseeschwalbe (*Sterna hirundo* L.) und der Küstenseeschwalbe (*Sterna paradisaea* Pont.). — *Bonn. Zool. Beitr.*, 18: 15-126.
- BRINKHURST, R.O., L.E. LINKLETTER, E.I. LORD, S.A. CONNORS and M.J. DADSWELL, 1976. A preliminary guide to the littoral and sublittoral marine invertebrates of Passamaquoddy Bay. — The Huntsman Marine Laboratory, Brandy Cove, St. Andrews, N.B., 166 p.
- BULLOUGH, W.S., 1942. Observations on the colonies of the Arctic Tern (*Sterna macrura* Naumann) on the Farne Islands. — *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 112 (A): 1-12
- CHALIFOUR, J., 1982. Alimentation, croissance et reproduction des Sternes communes (*Sterna hirundo* L.) et arctiques (*S. paradisaea* Pontopp.) aux îles de la Madeleine, Québec. — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Université de Montréal, Montréal, Québec, non publié, 135 p.
- COOPER, D.M., H. HAYS and C. PESSINO, 1970. Breeding of the Common and Roseate Terns on Great Gull Island. — *Proc. Linn. Soc. N.Y.*, 71: 83-104.
- COURTNEY, P.A., 1977. Selected aspects of Common Tern reproductive biology. — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Brock University, St. Catharines, Ontario, non publié, 84 p.

- COURTNEY, P.A. and H. BLOKPOEL, 1980. Food and indicators of food availability for Common Terns on the lower Great Lakes. — *Can. J. Zool.*, 58 (7): 1318-1323.
- DRURY, W.H.Jr, 1960. Breeding activities of Long-tailed Jaeger, Herring Gull and Arctic Tern on Bylot Island, Northwest Territories, Canada. — *Bird-Banding*, 31 (2): 63-79.
- DUNN, E.K., 1973. Changes in fishing ability of terns associated with wind-speed and sea surface conditions. — *Nature (Lond.)*, 244: 520-521.
- ERWIN, R.M., 1977. Foraging and breeding adaptations to different food regimes in the three seabirds: the Common Tern, *Sterna hirundo*, Royal Tern, *Sterna maxima*, and Black Skimmer, *Rynchops niger*. — *Ecology*, 58: 389-397.
- GOCHFELD, M. and D.B. FORD, 1974. Reproductive success in Common Tern colonies near Jones beach, Long Island, New York, in 1972: A hurricane year. — *Proc. Linn. Soc. N.Y.*, 72: 63-76.
- GOSNER, K.L., 1979. A field guide to the Atlantic seashore from the Bay of Fundy to Cape Hatteras. — Houghton Mifflin Co., Boston, 236 p.
- HARTLEY, P.H.T., 1948. The assessment of the food of birds. — *Ibis*, 90 (3): 361-381.
- HAWKSLEY, O., 1957. Ecology of a breeding population of Arctic Terns. — *Bird-Banding*, 28 (2): 57-92.
- HAYS, H., 1970. Great Gull Island report on nesting species 1967-68. — *Proc. Linn. Soc. N.Y.*, 71: 105-119.
- HAYS, H., E. DUNN and A. POOLE, 1973. Common, Arctic, Roseate, and Sandwich Terns carrying multiple fish. — *Wilson Bull.*, 85 (2): 233-236.

- HENDERSON, B.A., 1975. Role of the chick's begging behavior in the regulation of parental feeding behavior of *Larus glaucescens*. — Condor, 77(4): 488-492.
- HOPKINS, C.D. and R.H. WILEY, 1972. Food parasitism and competition in two terns. — Auk, 89(3): 583-594.
- JONES, L., 1906. A contribution to the life history of Common and Roseate Terns. — Wilson Bull., 18: 35-47.
- LACK, D., 1954. The natural regulation of animal numbers. — Oxford University Press, Oxford.
- LANGHAM, N.P.E., 1968. The comparative biology of terns, *Sterna* spp. — Thèse de Doctorat (PhD.), University of Durham, non publiée, 292 p.
- LEIM, A.H. and W.B. SCOTT, 1966. Fishes of the Atlantic coast of Canada. — Fisheries Research Board of Canada, Ottawa, Bull. 155: 485 p.
- LEMMETYINEN, R., 1972. Growth and mortality in the chicks of Arctic Terns in the Kongsfjord area, Spitsbergen in 1970. — Ornis Fenn., 49: 45-53.
- LEMMETYINEN, R., 1973a. Feeding ecology of *Sterna paradisaea* Pontop. and *S. hirundo* L. in the archipelago of southwestern Finland. — Ann. Zool. Fenn., 10: 507-525.
- LEMMETYINEN, R., 1973b. Clutch size and timing of breeding in the Arctic Tern in the Finnish archipelago. — Ornis Fenn., 50: 18-28.
- LEMMETYINEN, R., 1976. Feeding segregation in the Arctic and Common Tern in southern Finland. — Auk, 93(3): 636-640.
- MADGE, S.C., 1965. Common Tern feeding on bread. — Br. Birds, 58: 299.

- MANKKI, J. and J. VAURAS, 1973. Littoral fish populations after the Palva oil tanker disaster in the Finnish archipelago. — M.S., Archipelago Research Institute, University of Turku.
- MARSHALL, A.J., 1951. Food availability as a time factor in the sexual cycle of birds. — *Emu*, 50: 267-311.
- McALLISTER, D.E., 1968. Poisonous and venomous fishes of Canada. — *Nat. Mus. Can. Nat. Hist. Pap.*, no 42: 11 p.
- MOUSSEAU, P., 1979. Faune ichtyologique des eaux intérieures des îles de la Madeleine. — *Nat. Can. (Qué.)*, 106: 471-479.
- MUELLER, H.C., 1976. Common Terns feed on mole crabs. — *Wilson Bull.*, 88(4): 675-676.
- NISBET, I.C.T., 1973. Courtship-feeding, egg-size and breeding success in Common Terns. — *Nature (Lond.)*, 241 (5384): 141-142.
- NISBET, I.C.T., 1974. Unusual prey of Common Terns: swim-bladders of large fish. — *Wilson Bull.*, 86 (2): 170-171.
- PALMER, R.S., 1941. A behavior study of the Common Tern (*Sterna hirundo* L.). — *Proc. Boston Soc. Nat. Hist.*, 42: 1-119.
- PEARSON, T.H., 1968. The feeding biology of sea-bird species breeding on the Farne Islands, Northumberland. — *J. Anim. Ecol.*, 37: 521-522.
- RATHBORNE, H.B., 1936. Arctic Terns feeding on biscuit. — *Br. Birds*, 29: 255.
- RAYNOR, G.S., 1972. Overland feeding flight by the Common Tern on Long Island. — *Kingbird*, 22: 63-71.
- VERMEER, K., 1973. Comparison of food habits and mercury residues of Caspian and Common Terns. — *Can. Field-Nat.*, 87 (3): 305.

WRIGHT, W.C., 1909. Arctic Terns feeding on Crane and May flies. — Br. Birds,  
3: 91.

ARTICLE DEUXIEME

CROISSANCE ET ESTIMATION DE L'AGE DE JEUNES STERNES COMMUNES  
(*STERNA HIRUNDO* L.) ET ARCTIQUES (*S. PARADISAEA* PONTOPP.)

SOMMAIRE

A partir de mesures prises sur des poussins de Sternes communes (*Sterna hirundo*) et arctiques (*S. paradisaea*) nichant aux îles de la Madeleine, Québec, en 1978, nous avons établi des équations permettant d'estimer l'âge des jeunes de la colonie. La longueur de la neuvième primaire et du culmen apparaissent comme les meilleurs estimateurs de l'âge. Les équations obtenues peuvent être utilisées avec des données provenant d'autres colonies, mais il faut tenir compte de l'alimentation. La croissance des poussins est influencée par la quantité de nourriture qu'ils reçoivent. Aux îles de la Madeleine, ce sont les 3<sup>e</sup> poussins qui, face à la compétition de leurs aînés, manquent le plus souvent de nourriture et accusent un retard dans leur croissance.

## INTRODUCTION

Connaître l'âge des jeunes peut être utile lors d'études sur le comportement, le développement des poussins, ou encore pour savoir vers quel moment a débuté la saison de reproduction sur une colonie donnée, etc. Nombre d'auteurs se sont arrêtés à la croissance des Sternes communes (*Sterna hirundo*) et arctiques (*S. paradisaea*) (Courtney, 1977; Cymborowski et Szulc-Olechowa, 1967; Kremer, 1973; Langham, 1968, 1972; Lemmetyinen, 1972, 1973; Nisbet, 1975; Nisbet, Wilson et Broad, 1978; Pearson, 1968; Ricklefs, 1979; Szulc-Olechowa, 1964). Pourtant, peu d'entre eux (Le Croy et Collins, 1972; Le Croy et Le Croy, 1974) ont recherché un moyen d'estimer l'âge des poussins, et personne n'a encore tenté de combiner, en une seule équation, différentes mesures prises sur des jeunes sternes. Nous n'avons pas trouvé, non plus, d'étude où la croissance des Sternes communes et arctiques aurait été suivie de l'éclosion à l'envol, pour chacun des individus.

L'objectif du présent travail est donc de combler cette lacune pour trouver des équations permettant d'estimer avec le plus de précision possible l'âge des poussins de Sternes communes et arctiques.



## MATERIEL ET METHODE

### 1- Cueillette des données

Nous avons mené notre étude de croissance aux îles de la Madeleine, Québec ( $47^{\circ} 14'$  à  $47^{\circ} 39'$  N;  $62^{\circ} 01'$  à  $62^{\circ} 23'$  W) sur deux îlots de faible superficie (en plan, HB-1  $\approx$  18 000 m<sup>2</sup> et HB-3  $\approx$  8 700 m<sup>2</sup> approximativement) de la lagune du Havre aux Basques (fig. 1). A la fin du mois de juin de 1978, nous avons dénombré 87 nids de Sternes communes et arctiques sur HB-1 et 581 nids sur HB-3. Nous avons installé des enclos individuels afin de suivre l'évolution de 73 nids, soit 39 sur HB-1 et 34 sur HB-3.

Chacun de ces enclos, d'une superficie de 2,3 m<sup>2</sup> (25 pieds<sup>2</sup>) environ, était délimité par une enceinte de grillage à mailles de 25 mm d'une hauteur de 45 cm (18 pouces), mais enfouie dans le sol jusqu'à une profondeur de 15 cm (6 pouces). Quatre baguettes de bois enfilées dans les mailles et plantées dans le sol assuraient le maintien des murs souples. Pour empêcher les très jeunes poussins de sterne de s'échapper en passant à travers des mailles, nous avons broché à l'extérieur, au bas et tout autour de chacun des enclos, une bande de plastique de 15 cm de haut; des remparts de sable permettaient à la bande de plastique d'être bien appuyée contre le grillage empêchant ainsi que les jeunes puissent sortir et rester coincés. Nous avons visité ces enclos tous les deux jours, du 3 juillet au 15 août 1978.

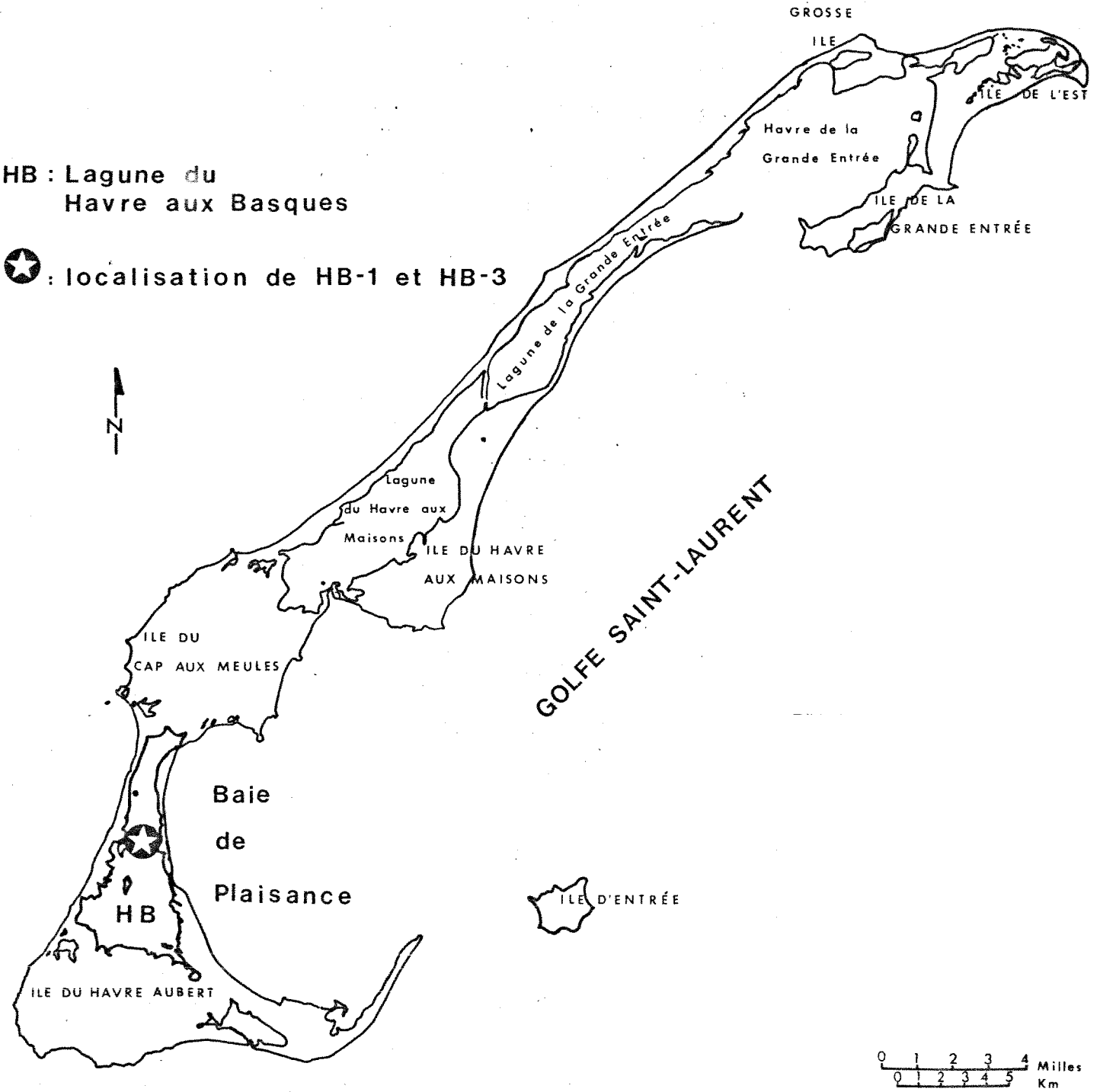
Toutes les jeunes sternes ont été marquées à l'aide d'une bague

Figure 1: Localisation des deux sites d'étude (flots HB-1 et HB-3) dans la lagune du Havre aux Basques aux îles de la Madeleine.

ILES DE LA MADELEINE

HB : Lagune du  
Havre aux Basques

★ : localisation de HB-1 et HB-3



d'aluminium du Fish and Wildlife Service des Etats-Unis (taille no 2 pour *Sterna hirundo* et taille no 3 pour *Sterna paradisaea*). Les poussins étaient pesés à l'aide de balances à ressort Pesola ayant une capacité de 100 et 300 g, avec une précision de 0,1 et 1,0 g respectivement. Les longueurs du culmen (cm), du tarse droit (cm) et de la neuvième primaire ("la plus longue") de l'aile droite (mm) ont été obtenues au moyen d'un vernier (précision 0,02 mm) de l'éclosion à l'envol du poussin, c'est-à-dire jusqu'au moment où l'oiseau quittait l'enclos, en moyenne 26 jours après l'éclosion. Nous retrouvions généralement dans l'enclos les poussins morts avant l'envol.

## 2- Traitement des données

Les données des deux îles prises globalement ont été groupées comme suit, sauf exceptions: Sternes communes envolées, Sternes communes mortes, Sternes communes envolées et mortes, Sternes arctiques envolées seulement (les données sur les mortes étant insuffisantes).

Nous avons analysé les données recueillies en fonction de l'âge (poids, longueur du culmen, du tarse et de la neuvième primaire) selon les techniques de régression linéaire simple et multiple, par la méthode des moindres-carrés (Draper et Smith, 1966; Grémy et Salmon, 1969; Miller et Freund, 1977). Les régressions ont été calculées à partir de données provenant de poussins âgés entre 1 et 23 jours; par la suite, il y a beaucoup de variations, la quantité de nos données diminue et les variables poids et tarse "plafonnent". En plus des équations, nous avons calculé les coefficients de corrélation ( $r^2$ ), l'écart-type ( $s_e$ ) et comparé statistiquement les pentes (coefficients  $b$  de

$y = a + bx$ ). De plus, nous avons vérifié si les caractéristiques à la naissance (poids, longueur du culmen et du tarse) de chacun des groupes sauf les Sternes communes envolées et mortes étaient statistiquement différentes, à l'aide d'un test sur les moyennes ( $\bar{X}$ ) au jour un. Préalablement, nous avons effectué des tests sur les variances ( $\sigma^2$ ) (Grémy et Salmon, 1969; Miller et Freund, 1977).

## RESULTATS

Le tableau I regroupe les équations (intervalle de confiance 0,10) et les coefficients de corrélation ( $r^2$ ) issus des régressions linéaires simples. Il y a donc quatre équations pour chacun des quatre groupes étudiés, soit une pour chaque variable mesurée.

En comparant statistiquement les coefficients b de ces équations ( $y = a + bx$ ), il apparaît que les pentes du poids, de la longueur du culmen, du tarse et de la neuvième primaire des Sternes communes mortes et des Sternes arctiques sont significativement différentes ( $P < 0,001$ , sauf pour le poids des Sternes communes mortes à  $P < 0,02$ ) des pentes des Sternes communes envolées (annexe 2).

D'autre part, le test sur les moyennes révèle que le poids des Sternes communes mortes ainsi que le tarse des Sternes arctiques sont significativement différents (respectivement  $P < 0,02$  et  $P < 0,05$ ) de ceux des Sternes communes envolées, et ce au jour un ou à l'éclosion (annexe 3). Les rémiges, n'apparaissant que quelques jours après l'éclosion, sont exclues de ce test.

Les équations (intervalle de confiance 0,10) et les coefficients de corrélation issus des régressions linéaires multiples figurent aux tableaux II et III. Les régressions multiples à 4 variables (tableau II) permettent une estimation de l'âge des poussins plus juste que les régressions linéaires simples. Compte tenu de la quantité de données supplémentaires à ramasser

sur le terrain, nous avons calculé des régressions multiples à 2 variables indépendantes (tableau III). Nous avons utilisé les meilleurs estimateurs trouvés grâce aux régressions simples ( $r^2$  le plus élevé et intervalle de confiance le plus court), soit la neuvième primaire et le culmen ou le poids, ces derniers étant comparables. Les équations de régression multiple à 2 variables basées sur la longueur de la neuvième primaire et du culmen donnent de meilleures estimations de l'âge des poussins de sternes que les équations calculées avec la longueur de la neuvième primaire et le poids. De plus, elles requièrent l'utilisation d'un seul instrument de mesure et répondent aux chercheurs qui préfèrent éviter l'emploi d'une balance sur le terrain. Le tarse fut négligé puisqu'il s'est avéré un mauvais estimateur de l'âge.

Pour l'ensemble des Sternes communes et arctiques (envolées et mortes), les figures 2 à 9 montrent les variations du poids moyen et de la longueur moyenne du culmen, du tarse et de la neuvième primaire des poussins, de l'éclosion à l'âge de 26 jours, en tenant compte de leur rang dans la couvée. Les poussins premiers nés proviennent des nids contenant un, deux ou trois oeufs, les deuxièmes poussins, de nids à 2 ou 3 oeufs et les derniers éclos (troisièmes) de nids à 3 oeufs. Le tracé préalable d'autres courbes moyennes de croissance a montré que la croissance des poussins de même rang est semblable, peu importe le nombre d'oeufs pondus dans le nid.

Tableau I: Equations de régressions linéaires simples ( $p < 0,1$ ) pour estimer l'âge des poussins de I à 23 jours à partir du poids (P) en grammes et des longueurs en centimètres du culmen (C), du tarse (T) et de la gème primaire (Pr)

VARIABLES	STERNES COMMUNES ENVOLEES	STERNES COMMUNES MORTES	STERNES COMMUNES ENVOLEES ET MORTES	STERNES ARCTIQUES ENVOLEES
Poids	Age = $-0,489 + 0,144 (P) \pm 3,2$ jours $r^2 = 0,893$ N = 1135	Age = $0,724 + 0,143 (P) \pm 4,8$ jours $r^2 = 0,769$ N = 203	Age = $-0,194 + 0,142 (P) \pm 3,5$ jours $r^2 = 0,869$ N = 1338	Age = $-0,332 + 0,155 (P) \pm 2,8$ jours $r^2 = 0,924$ N = 147
Culmen	Age = $-9,934 + 11,903 (C) \pm 3,6$ jours $r^2 = 0,841$ N = 727	Age = $-9,037 + 11,765 (C) \pm 3,7$ jours $r^2 = 0,861$ N = 129	Age = $-9,587 + 11,767 (C) \pm 3,7$ jours $r^2 = 0,846$ N = 856	Age = $-10,805 + 12,955 (C) \pm 3,4$ jours $r^2 = 0,875$ N = 111
Tarse	Age = $-31,837 + 18,419 (T) \pm 5,6$ jours $r^2 = 0,618$ N = 727	Age = $-24,867 + 15,740 (T) \pm 5,5$ jours $r^2 = 0,700$ N = 129	Age = $-29,281 + 17,400 (T) \pm 5,7$ jours $r^2 = 0,634$ N = 856	Age = $-46,544 + 30,268 (T) \pm 6,5$ jours $r^2 = 0,556$ N = 111
9 <sup>e</sup> primaire	Age = $5,354 + 1,982 (Pr) \pm 2,7$ jours $r^2 = 0,911$ N = 727	Age = $4,822 + 2,173 (Pr) \pm 4,1$ jours $r^2 = 0,834$ N = 129	Age = $5,248 + 2,010 (Pr) \pm 3,0$ jours $r^2 = 0,898$ N = 856	Age = $4,493 + 1,832 (Pr) \pm 2,7$ jours $r^2 = 0,924$ N = 111



Tableau II: Equations de régressions linéaires multiples ( $P < 0,1$ ) pour estimer l'âge des poussins de 1 à 23 jours à partir de 4 variables indépendantes: le poids (P) en grammes et les longueurs en centimètres du culmen(C), du tarse (T) et de la 9<sup>ème</sup> primaire (Pr).

STERNES COMMUNES ENVOLEES

$$\text{Age} = -0,005 + 0,037 (P) + 0,403 (C) + 1,468 (T) + 1,390 (Pr) \pm 2,3 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,989$$

$$N = 727$$

STERNES COMMUNES MORTES

$$\text{Age} = -0,035 + 0,035 (P) + 4,094 (C) - 0,632 (T) + 1,075 (Pr) \pm 3,4 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,968$$

$$N = 129$$

STERNES COMMUNES ENVOLEES ET MORTES

$$\text{Age} = -0,025 + 0,035 (P) + 0,851 (C) + 1,250 (T) + 1,362 (Pr) \pm 2,4 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,987$$

$$N = 856$$

STERNES ARCTIQUES ENVOLEES

$$\text{Age} = -0,018 + 0,053 (P) + 0,628 (C) + 1,082 (T) + 1,139 (Pr) \pm 2,1 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,990$$

$$N = 111$$

Tableau III: Equations de régressions linéaires multiples ( $P < 0,1$ ) pour estimer l'âge des poussins de 1 à 23 jours à partir de deux variables indépendantes: d'une part la longueur en cm de la 9<sup>ème</sup> primaire (Pr) et d'autre part le poids (P) en grammes ou la longueur du culmen (C) en centimètres.

STERNES COMMUNES ENVOLEES

$$\text{Age} = 0,303 + 0,102 (P) + 0,896 (\text{Pr}) \pm 2,8 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,983$$

$$N = 727$$

$$\text{Age} = -0,003 + 3,944 (C) + 1,413 (\text{Pr}) \pm 2,4 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,987$$

$$N = 727$$

STERNES COMMUNES MORTES

$$\text{Age} = 0,505 + 0,117 (P) + 0,843 (\text{Pr}) \pm 4,0 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,955$$

$$N = 129$$

$$\text{Age} = -0,103 + 4,128 (C) + 1,437 (\text{Pr}) \pm 3,5 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,965$$

$$N = 129$$

STERNES COMMUNES ENVOLEES ET MORTES

$$\text{Age} = 0,335 + 0,104 (P) + 0,883 (\text{Pr}) \pm 3,0 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,980$$

$$N = 856$$

$$\text{Age} = 0,012 + 3,978 (C) + 1,409 (\text{Pr}) \pm 2,6 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,984$$

$$N = 856$$

## Tableau III (suite)

STERNES ARCTIQUES ENVOLEES

$$\text{Age} = 0,273 + 0,114 (P) + 0,681 (\text{Pr}) \pm 2,8 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,983$$

$$N = 111$$

$$\text{Age} = -0,015 + 3,675 (C) + 1,358 (\text{Pr}) \pm 2,4 \text{ jours}$$

$$r^2 = 0,987$$

$$N = 111$$

Tableau IV: Comparaison de l'âge réel de poussins de sternes à celui obtenu à partir des équations de régressions linéaires.

		STERNE COMMUNE ENVOLEE #184		STERNE COMMUNE MORTE #233		STERNE ARCTIQUE ENVOLEE #119	
		Age = 11 jours		Age = 11 jours		Age = 11 jours	
		Poids = 100 gr		Poids = 86 gr		Poids = 96 gr	
		Culmen = 2,05 cm		Culmen = 1,90 cm		Culmen = 2,00 cm	
		Tarse = 2,60 cm		Tarse = 2,45 cm		Tarse = 2,15 cm	
		9 <sup>e</sup> primaire = 2,60 cm		9 <sup>e</sup> primaire = 2,70 cm		9 <sup>e</sup> primaire = 3,85 cm	
		Age estimé <sup>1</sup>	Intervalle de confiance <sup>2</sup>	Age estimé <sup>1</sup>	Intervalle de confiance <sup>2</sup>	Age estimé <sup>1</sup>	Intervalle de confiance <sup>2</sup>
<u>REGRESSIONS LINEAIRES SIMPLES</u>							
A- Sternes communes envolées:	Poids	13,91	± 3,2	11,90	± 3,2		
	Culmen	14,47	± 3,6	12,68	± 3,6		
	Tarse	16,05	± 5,6	13,29	± 5,6		
	9 <sup>e</sup> me primaire	10,51	± 2,7	10,71	± 2,7		
B- Sternes communes mortes:	Poids			13,02	± 4,8		
	Culmen			13,52	± 3,7		
	Tarse			13,69	± 5,5		
	9 <sup>e</sup> me primaire			10,69	± 4,1		
C- Sternes communes envolées + mortes:	Poids	14,01	± 3,9	12,02	± 3,5		
	Culmen	14,54	± 3,7	12,77	± 3,7		
	Tarse	15,96	± 5,7	13,35	± 5,7		
	9 <sup>e</sup> me primaire	10,47	± 3,0	10,68	± 3,0		
D- Sternes arctiques envolées:	Poids					14,55	± 2,8
	Culmen					15,11	± 3,4
	Tarse					18,54	± 6,5
	9 <sup>e</sup> me primaire					11,55	± 2,7
<u>REGRESSIONS LINEAIRES MULTIPLES A 4 VARIABLES</u>							
A- Sternes communes envolées		11,90	± 2,3	11,25	± 2,3		
B- Sternes communes mortes				12,11	± 3,4		
C- Sternes communes envolées + mortes		12,01	± 2,4	11,54	± 2,4		
D- Sternes arctiques envolées						13,04	± 2,1
<u>REGRESSIONS LINEAIRES MULTIPLES A 2 VARIABLES</u>							
A- Sternes communes envolées	Poids + 9 <sup>e</sup> me primaire	12,80	± 2,8	11,49	± 2,8		
	Culmen + 9 <sup>e</sup> me primaire	11,76	± 2,4	11,31	± 2,4		
B- Sternes communes mortes	Poids + 9 <sup>e</sup> me primaire			12,84	± 4,0		
	Culmen + 9 <sup>e</sup> me primaire			11,62	± 3,5		
C- Sternes communes envolées + mortes	Poids + 9 <sup>e</sup> me primaire	13,03	± 3,0	11,66	± 3,0		
	Culmen + 9 <sup>e</sup> me primaire	11,83	± 2,6	11,37	± 2,6		
D- Sternes arctiques envolées	Poids + 9 <sup>e</sup> me primaire					13,84	± 2,8
	Culmen + 9 <sup>e</sup> me primaire					12,56	± 2,4

<sup>1</sup> Age en jours

<sup>2</sup> P < 0,10; intervalle en jours

Figure 2: Variations du poids moyen des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.

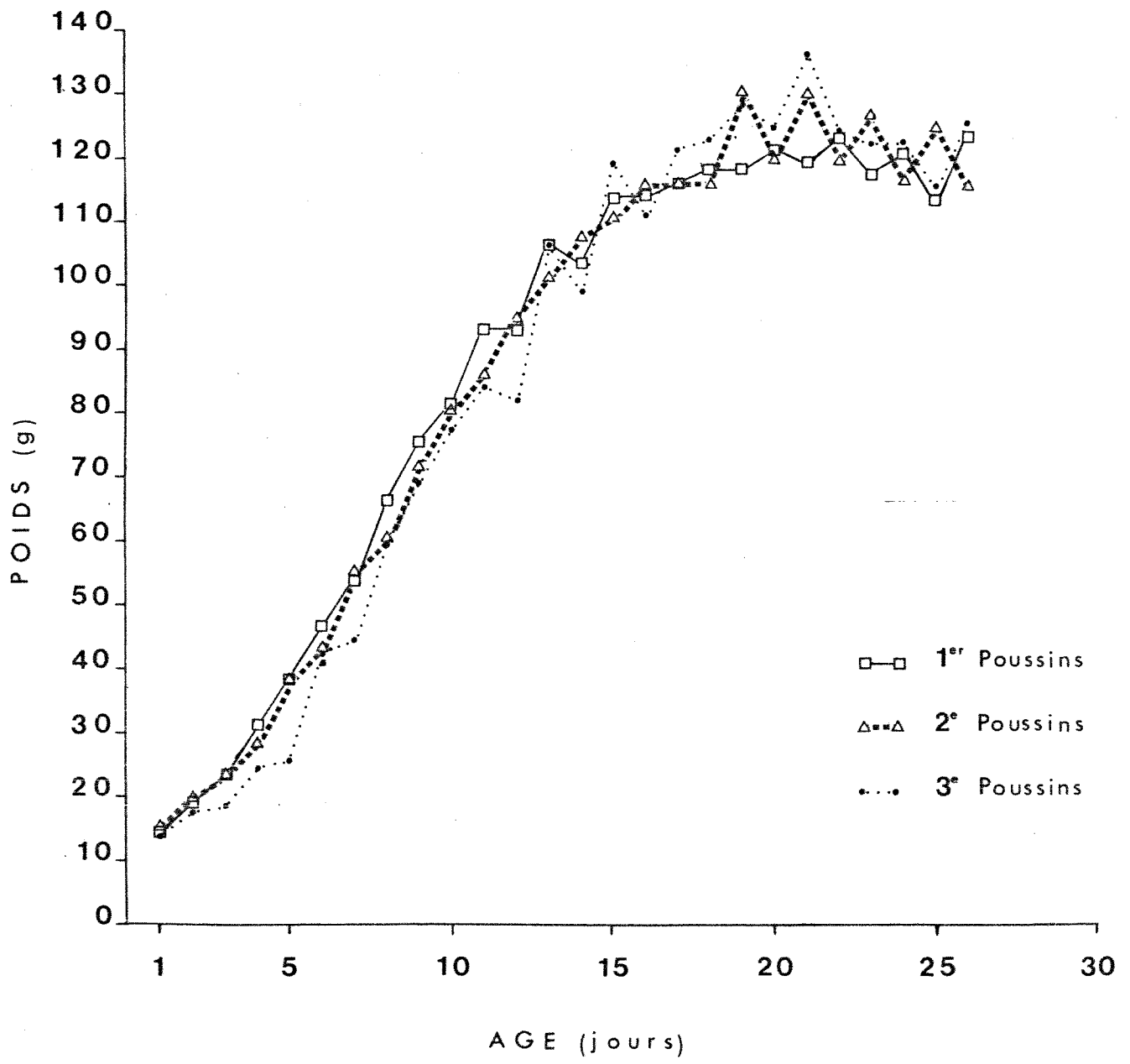


Figure 3: Variations de la longueur moyenne du culmen des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.

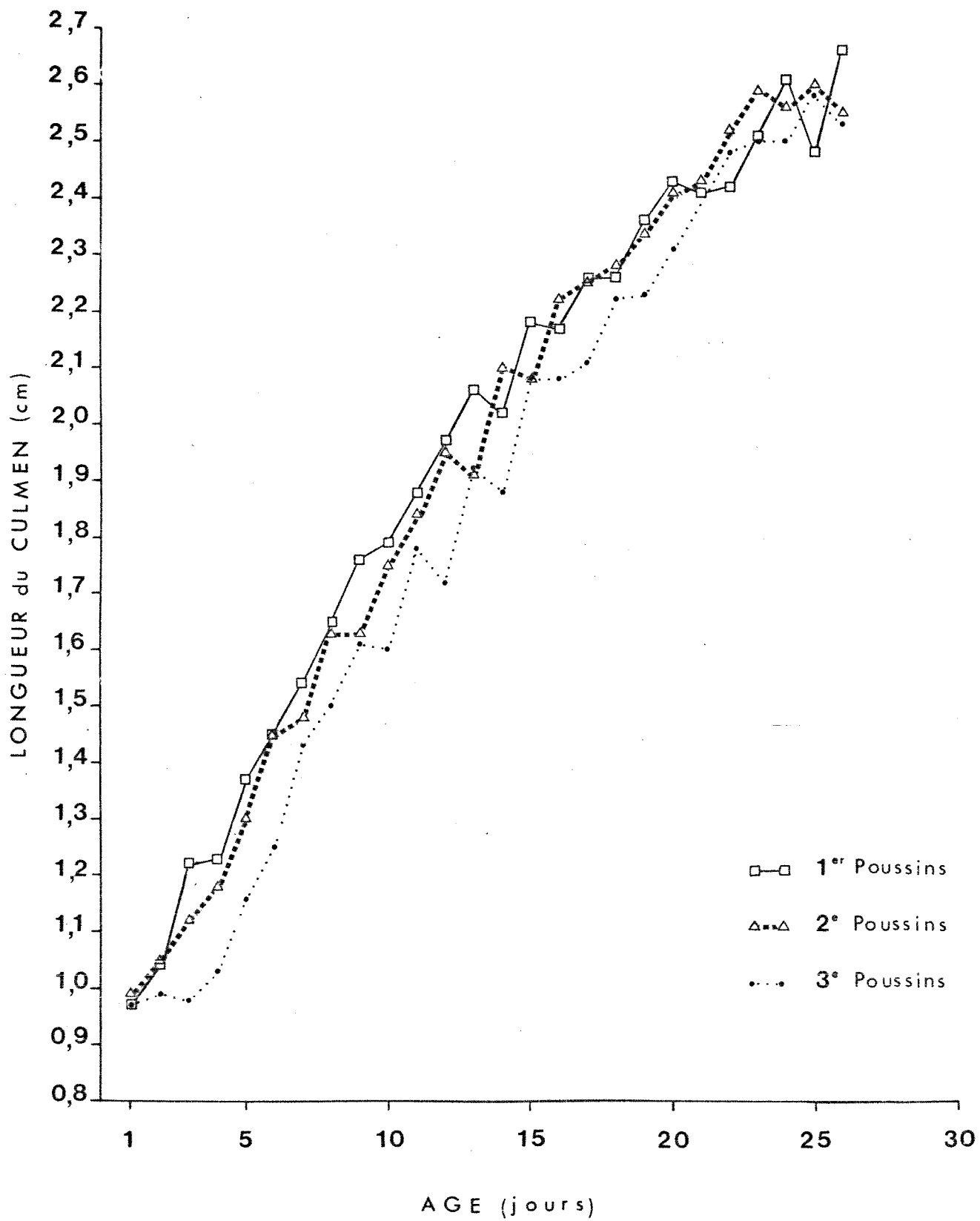




Figure 4: Variations de la longueur moyenne du tarse des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.

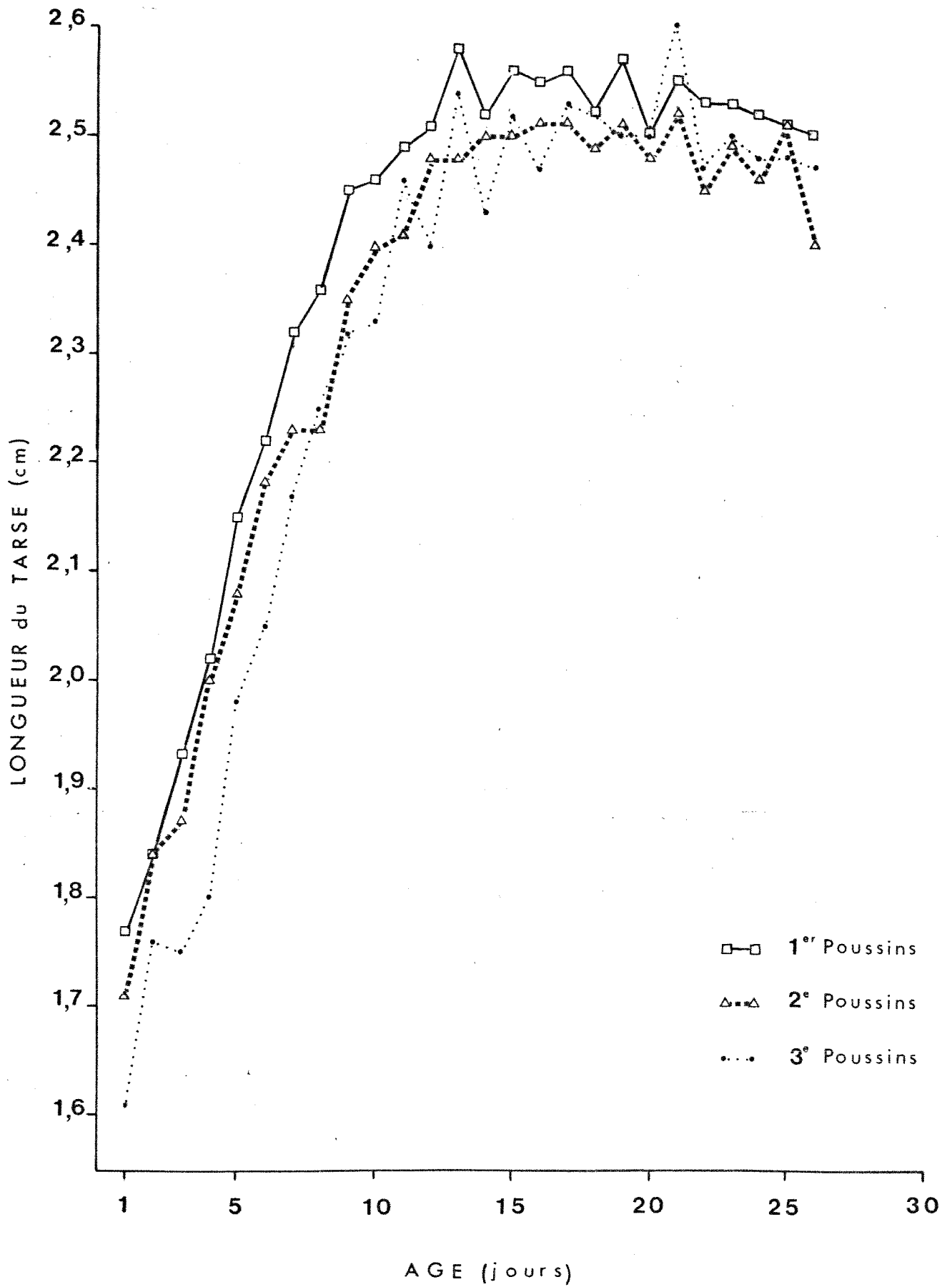


Figure 5: Variations de la longueur moyenne de la neuvième primaire des premiers, deuxièmes et troisièmes poussins de Sternes communes en fonction de l'âge.

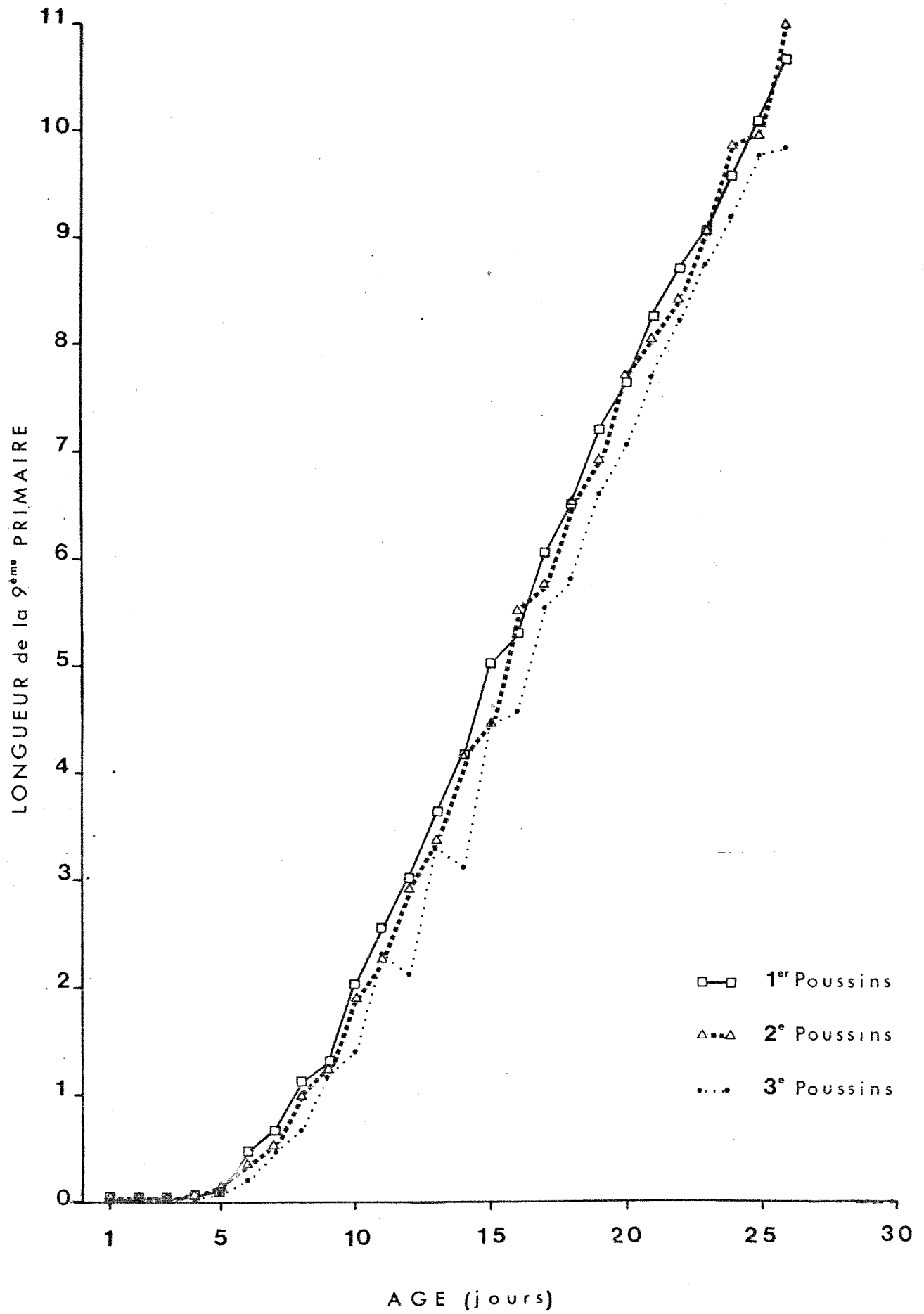


Figure 6: Variations du poids moyen des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.

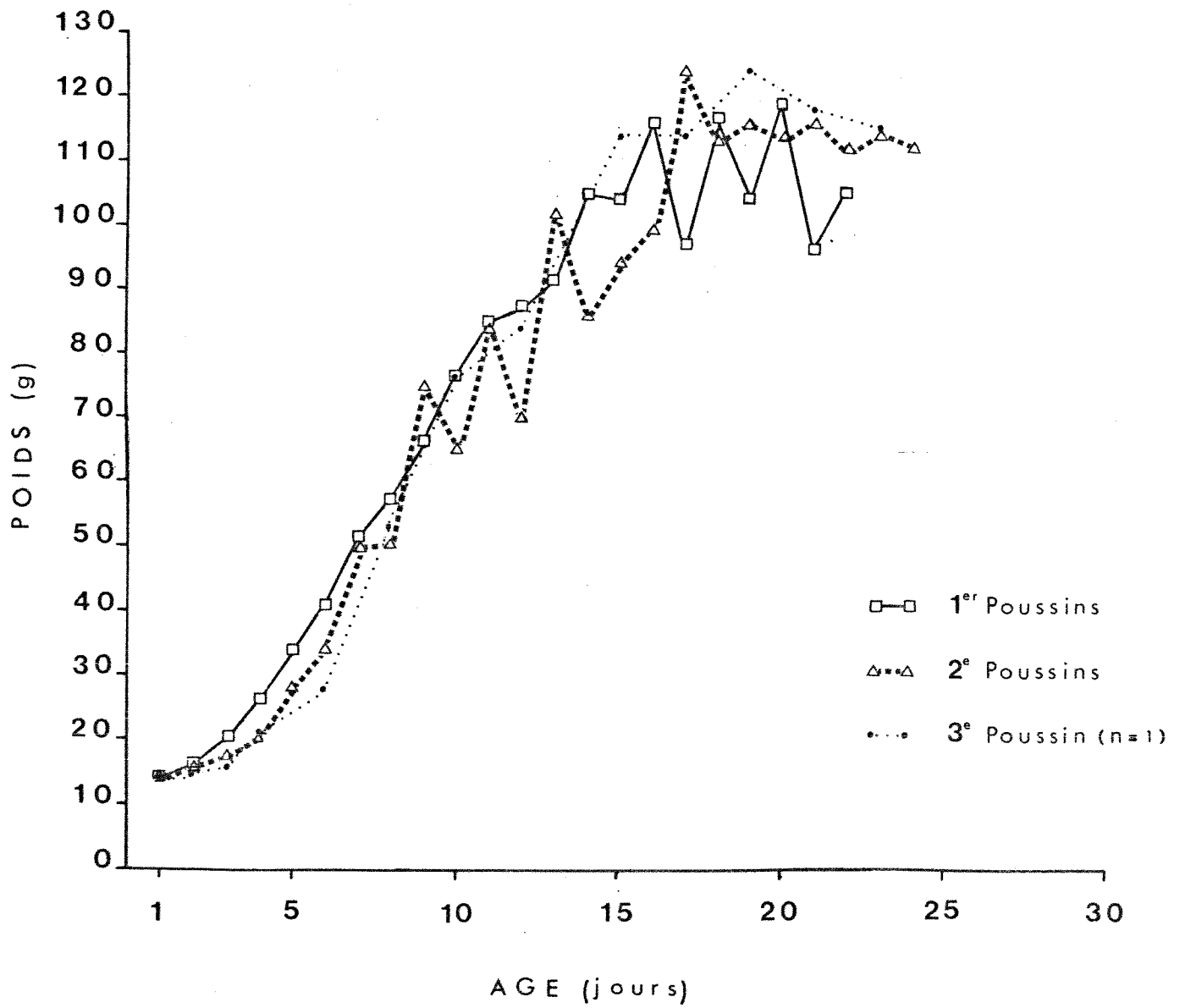


Figure 7: Variations de la longueur moyenne du culmen des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.

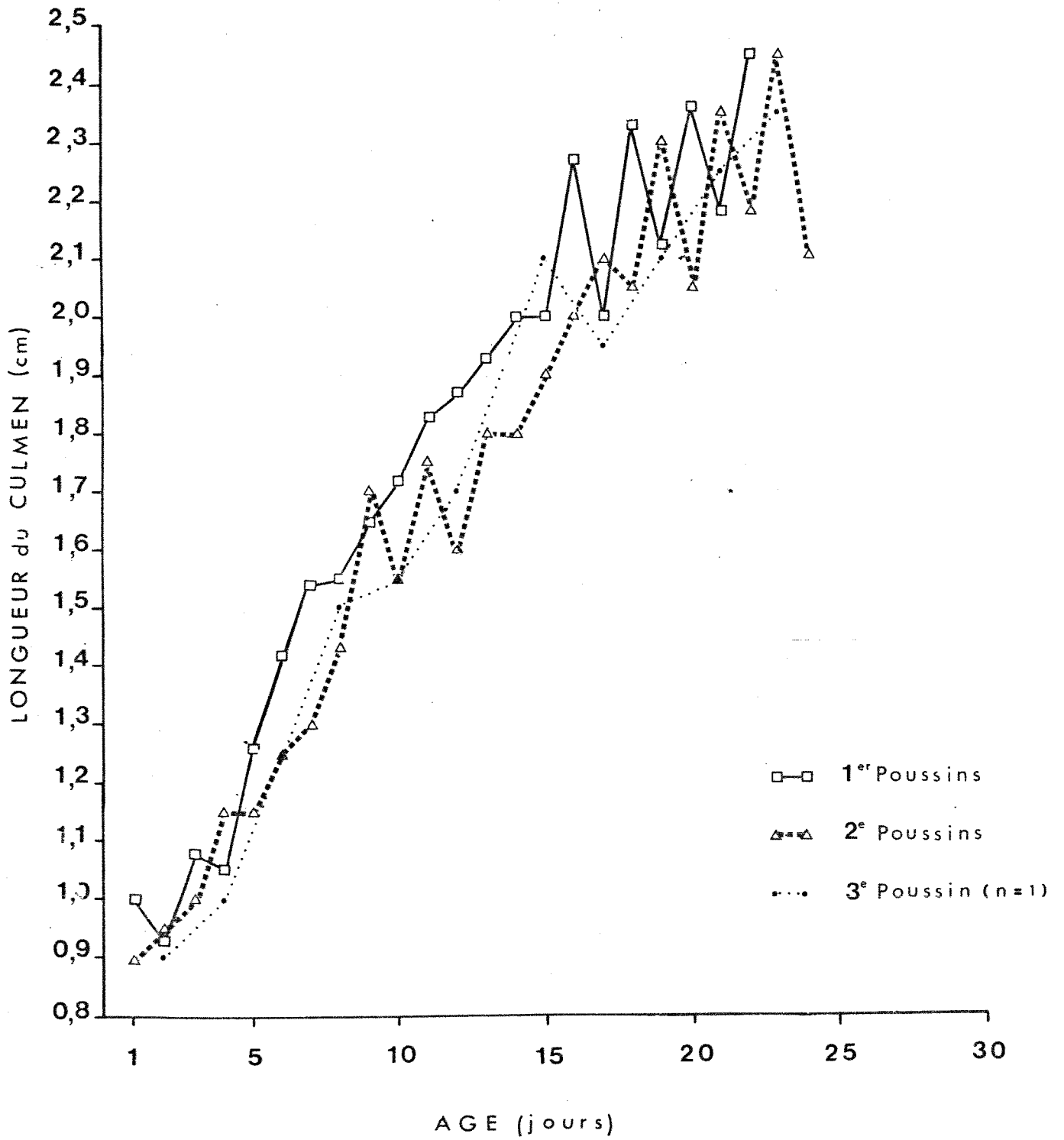




Figure 8: Variations de la longueur moyenne du tarse des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.

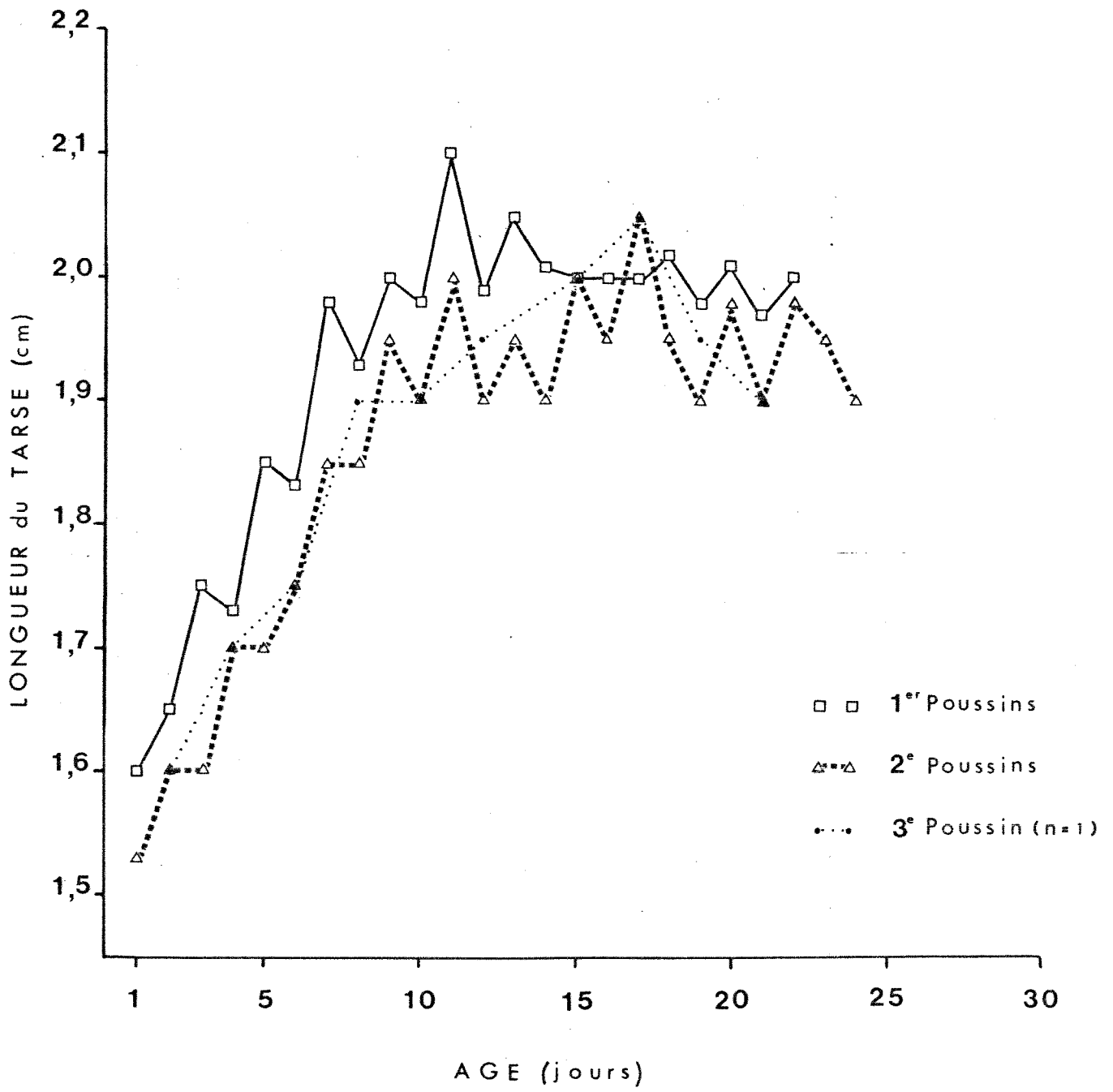
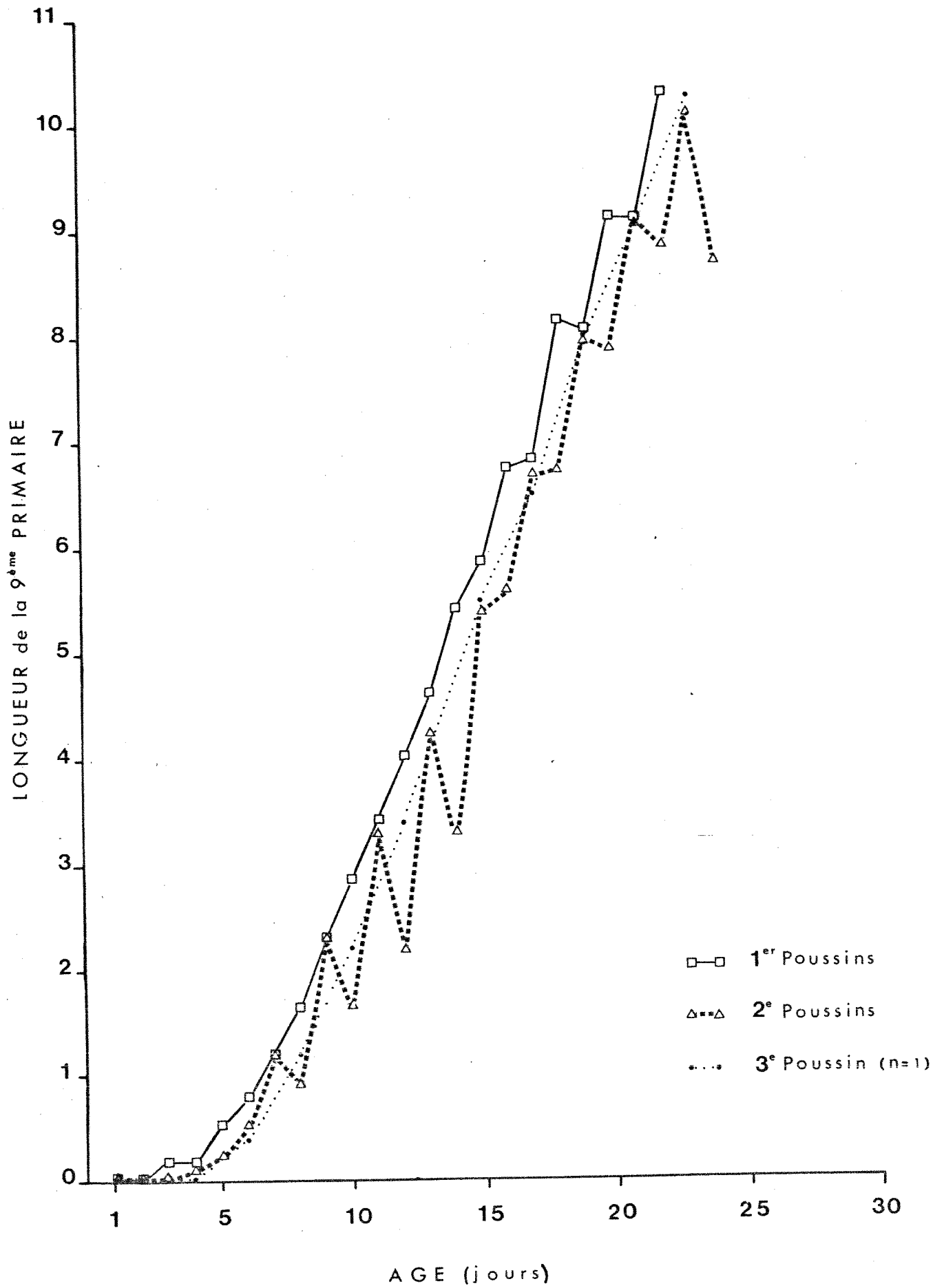


Figure 9: Variations de la longueur moyenne de la neuvième primaire des premiers, deuxièmes et du troisième poussins de Sternes arctiques en fonction de l'âge.



## DISCUSSION

### 1- Les équations de régression

Les tableaux I, II et III donnent des équations de régression permettant d'estimer l'âge des poussins de Sternes communes et arctiques. Nous basant sur les coefficients de corrélation ( $r^2$ ) et les écarts-type ( $s_e$ ), nous trouvons que les équations résultant de régressions multiples à 4 variables sont les meilleurs estimateurs de l'âge; viennent ensuite les équations issues de régressions multiples à 2 variables et enfin les régressions simples. E-lowe et Payne (1979) ont combiné des mesures de longueur du tarse, du culmen et de l'aile pour obtenir une équation permettant d'estimer l'âge de jeunes goélands argentés (*Larus argentatus*). Toutefois, l'emploi de la régression multiple à 2 variables (neuvième primaire et culmen - ou poids) nécessite moins de données que la régression multiple à 4 variables tout en étant presque aussi précis. La prédiction est moins bonne pour les trois premiers jours puisque les rémiges sont alors absentes, mais leur absence permet d'affirmer que l'individu a entre 0 et 3-4 jours d'âge.

Pour des poussins dont on ne connaît pas la destinée (à savoir s'ils mourront ou parviendront à l'âge de 23 jours et s'envoleront), on peut penser qu'il est souhaitable d'utiliser les équations calculées à partir de mesures de poussins morts et envolés car à l'intérieur d'une colonie il y a toujours une certaine proportion de poussins qui meurent et l'on en tient compte de cette façon.

Ainsi, nous avons déterminé que des quatre variables mesurées la neuvième primaire s'avère le meilleur estimateur de l'âge, puisqu'il y a très peu de recouvrement d'une journée à l'autre. Le Croy et Collins (1972) sont arrivés à la même conclusion suite à des mesures de l'aile, de la 9<sup>e</sup> primaire, de la queue, du tarse, du culmen et du poids sur des poussins de Sternes communes et rosées (*Sterna dougallii*). Dans leur étude sur le Carouge à épau-  
 lettes (*Agelatus phoeniceus*), Holcomb et Twiest (1971) ont trouvé que parmi 35 variables la longueur totale de l'oiseau était le meilleur estimateur de l'âge, suivie des "alar projections", de la longueur de la première primaire et de la longueur de la plume dorsale ("spinal").

Les équations de régression multiple à 2 variables basées sur la longueur de la neuvième primaire et du culmen donnent des estimations de l'âge des poussins de sternes un peu plus justes que les équations calculées avec la longueur de la neuvième primaire et le poids, probablement parce que ce dernier varie selon que l'oiseau pesé vient d'être nourri ou non, d'éliminer des déchets, etc. Toutefois, le poids demeure, d'après nos données, un moyen comparable au culmen pour estimer l'âge des poussins. Certains auteurs rejettent le recours à cette variable à cause de sa grande variabilité (Elowe et Payne, 1979) qui pourrait être causée par le manque de données. Après une étude sur les Mouettes rieuses (*Larus atricilla*), Hailman (1961) exclut le tarse pour la même raison. En ce qui concerne *Sterna hirundo*, nous observons surtout des variations individuelles après le 12<sup>e</sup> jour alors que le tarse atteint sa longueur maximale (fig. 4).

Les équations objets du présent travail constituent un moyen valable et rapide pour estimer l'âge de jeunes Sternes communes et arctiques. Cependant il y a lieu de vérifier si elles peuvent être employées avec des

données provenant de colonies de sternes autres que celles des îles de la Madeleine. En d'autres termes, il y a lieu de se demander si la croissance des sternes suit un patron unique peu influencé par les conditions environnementales.

Plusieurs auteurs ont remarqué des différences significatives dans le poids de poussins du même âge lorsqu'ils comparaient des résultats provenant de diverses colonies (Courtney et Blokpoel, 1980; Lemmetyinen, 1973) ou recueillis lors de saisons différentes (Le Croy et Le Croy, 1974). L'insuffisance de nourriture peut entraîner un ralentissement de la croissance en poids (Lemmetyinen, 1972; Ashmole, 1963), puis de la croissance du culmen et de l'aile (Ashmole, 1963 chez *Sterna fuscata*; Le Croy et Le Croy, 1974). Les mauvaises conditions météorologiques rendant la pêche difficile ou impossible (Dunn, 1975; Hawksley, 1957; Langham, 1968), ainsi que le nombre de jeunes dans un nid et leur rang dans la couvée (Kremer, 1973; Langham, 1972; Lemmetyinen, 1972; Nisbet, 1975) limitent la quantité de nourriture disponible pour un poussin, et de là, sa croissance. Pearson (1968) croit que des températures plus basses peuvent ralentir la croissance des poussins et expliquer le poids plus faible de jeunes Sternes arctiques du nord de la Russie (données de Belopolskii, 1957). De leur côté, Cymborowski et Szulc-Olechowa (1967) ont remarqué des différences de croissance entre des poussins de Sternes communes élevés en milieu naturel et artificiel.

Plusieurs auteurs (Courtney et Blokpoel, 1980; Cymborowski et Szulc-Olechowa, 1967; Kremer, 1973; Langham, 1972; Le Croy et Collins, 1972; Lemmetyinen, 1973; Pearson, 1968) fournissent des données obtenues sur des poussins de Sternes communes et arctiques. Cinq de ces études ont été réalisées en présence de conditions alimentaires jugées abondantes ou suffisantes

pour les poussins, comparables à celles observées lors de nos travaux aux îles de la Madeleine (Chalifour, 1982). L'application de nos équations à ces données (annexe 1), en particulier l'équation de régression linéaire simple à partir du poids (la plupart des auteurs ne fournissent que le poids), indiquent qu'elles permettent une bonne estimation de l'âge des poussins de 17 jours ou moins, si on fait exception des données de Langham (1972) pour les 3<sup>e</sup> poussins de la nichée (Sternes communes), la plupart morts de sous-alimentation. Précisons cependant que dans ce dernier cas les résultats sont bons si on applique l'équation obtenue à partir des Sternes communes mortes.

En conséquence, il est raisonnable de croire que les équations obtenues à partir de données recueillies aux îles de la Madeleine puissent servir à estimer l'âge de poussins d'autres colonies (ou des mêmes colonies, mais à d'autres saisons) pourvu que les conditions environnementales (surtout alimentaires) soient comparables. Les équations obtenues à partir des sternes "envolées" pourraient s'appliquer aux oiseaux élevés en de bonnes conditions alimentaires. Les équations obtenues à partir de Sternes communes "mortes" s'appliqueraient davantage aux oiseaux soumis à des conditions de sous-alimentation qui sont souvent celles du dernier-né (3<sup>e</sup> poussin de la nichée chez la Sterne commune) si on se base sur les données de Hawksley (1957), Langham (1972) et Le Croy et Le Croy (1974). A cause de données insuffisantes, il n'a pas été possible de formuler des équations pour les Sternes arctiques "mortes".

## 2- Les courbes de croissance

En traçant les courbes de croissance, notre but était de voir si les variations du poids, du culmen, du tarse et de la neuvième primaire en fonction de l'âge étaient influencées par le rang du poussin dans la couvée.



De façon générale, les premiers et seconds poussins de Sternes communes affichent des courbes de croissance fort semblables, distinctes de celles plus basses qui caractérisent les 3<sup>e</sup> poussins, en particulier au cours des dix premiers jours après l'éclosion (fig. 2 à 5). Langham (1968) a constaté le même phénomène. Ces courbes sont le reflet d'un taux de mortalité plus élevé au cours de la première semaine de vie des 3<sup>e</sup> poussins (Parsons, 1970 chez *Larus argentatus*). De fait, 47% des données utilisées pour tracer les courbes de croissance des 3<sup>e</sup> poussins proviennent de poussins morts et 87,5% d'entre eux sont morts au cours de leur première semaine de vie. La plupart seraient morts d'inanition, cela malgré l'abondance de nourriture au cours de l'été de 1978 (Chalifour, 1982) : les pentes ("b") des courbes de croissance des Sternes communes mortes d'inanition sont significativement différentes de celles des Sternes communes envolées. Enfin, à la naissance (jour 1), le poids des Sternes communes "mortes" est significativement inférieur à celui des sternes "envolées", ce qui entraîne des écarts de taille entre les jeunes, défavorisant le dernier-né. L'absence de synchronisme à l'éclosion amplifie davantage ce phénomène. Le troisième oeuf éclot généralement quelques jours après les autres et le poussin se trouve défavorisé par son âge et sa petitesse face à ses aînés qui, plus gros, savent mieux stimuler les parents à les nourrir et monopolisent davantage la nourriture (Holcomb et Twiest, 1971; Langham, 1972; Le Croy et Le Croy, 1974; Lemmetyinen, 1972; Kremer, 1973; Nisbet, 1975).

Lorsque le 3<sup>e</sup> poussin survit à sa première semaine d'existence où la compétition est forte, son rythme de croissance en poids devient comparable à celui des 1<sup>ers</sup> et 2<sup>e</sup> poussins dès la deuxième semaine (fig. 2), mais

son culmen et sa neuvième primaire croissent un peu moins vite jusqu'à l'envol (fig. 3 et 5). Il en est de même de la croissance de son tarse (fig. 4) qui se stabilise quelques jours après celui des autres. Comme nous l'avons mentionné plus haut, la sous-alimentation peut influencer la croissance du culmen, du tarse et des rémiges (Ashmole, 1963).

Nous devons apporter quelques commentaires particuliers en ce qui a trait aux courbes de croissance de la Sterne arctique (fig. 6 à 9). Il importe de signaler qu'un nombre restreint d'oiseaux furent étudiés et que les courbes illustrant les variations du 3<sup>e</sup> poussin sont basées sur un échantillon ne comportant qu'un seul poussin; cela explique la majorité des fluctuations. De plus, rappelons que cette espèce ne constitue que 5% des sternes nichant aux sites étudiés.

Il ressort que les 1<sup>ers</sup> poussins ont généralement des courbes de croissance plus élevées que les 2<sup>e</sup> (et le 3<sup>e</sup>) poussins (Lemmetyinen, 1972). En 1978, la plupart des Sternes communes (63% des nids) pondaient 3 oeufs alors que les Sternes arctiques (78% des nids) en pondaient 2 (Chalifour, 1982 ). Nous retrouvons donc un phénomène semblable chez les deux espèces: le dernier-né (2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> poussin, selon le cas) a souvent une croissance plus lente que le ou les aînés.

La superposition des graphiques (fig. 2 à 5 et 6 à 9) et le test sur les pentes ("b") des équations de régression linéaire simple (annexe 2) montrent que la croissance en poids et celle du culmen sont moins accentuées chez la Sterne arctique, dont l'adulte pèse en moyenne 104 g par opposition

aux 125 g de la Sterne commune (Pearson, 1968). Par contre, la 9<sup>e</sup> primaire croit plus rapidement chez *Sterna paradisaea*. Cependant, beaucoup plus court chez la Sterne arctique et de longueur significativement plus faible à la naissance que chez la Sterne commune (fig. 4 et 8; annexe 3), le tarse demeure, des quatre variables étudiées, le caractère le plus sûr pour différencier les deux espèces.

## CONCLUSION

Des quatre variables examinées au cours de la présente étude, les longueurs de la neuvième primaire et du culmen sont les paramètres qui permettent la meilleure estimation de l'âge des sternes.

Les équations issues de la régression linéaire multiple intégrant ces deux variables indépendantes constituent un excellent moyen d'estimer l'âge des Sternes communes et arctiques: elles sont plus précises que celles issues de la régression linéaire simple et nécessitent moins de données que la régression linéaire multiple à quatre variables. De plus, il semble que les équations calculées puissent être appliquées à des données provenant d'autres colonies pourvu que les conditions d'alimentation des poussins soient comparables à celles qui prévalaient aux îles de la Madeleine en 1978 (i.e. nourriture abondante).

Le poids et les longueurs du tarse, du culmen et de la neuvième primaire sont influencés par la quantité de nourriture ingurgitée par les jeunes. Ainsi, les sternes sous-alimentées ont un taux de croissance plus lent, se traduisant par des courbes de croissance plus basses. Aux îles de la Madeleine où la nourriture était abondante, nous remarquons un tel phénomène de ralentissement de la croissance en particulier chez les 3<sup>e</sup> poussins de Sternes communes, lesquels ont dû subir la compétition de leurs frères aînés, plus gros.

De façon générale, en dépit de la petitesse de nos échantillons,

les mêmes conclusions s'appliquent aux Sternes arctiques. Cependant, la croissance des deux espèces est différente.

REFERENCES

- ASHMOLE, N.P., 1963. The biology of the Wideawake or Sooty Tern *Sterna fuscata* on Ascension island. — *Ibis*, 103b (3): 297-364.
- BELOPOLSKII, L.C., 1957. Ecology of sea colony birds of the Barents Sea. — Izdatel'stvo Akad. Nauk S.S.R. Moscow-Leningrad. Translated 1961 Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- CHALIFOUR, J., 1982. Alimentation, croissance et reproduction des Sternes communes (*Sterna hirundo* L.) et arctiques (*S. paradisaea* Pontopp.) aux îles de la Madeleine, Québec. — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Université de Montréal, Montréal, Québec, non publié, 135 p.
- COURTNEY, P.A., 1977. Selected aspects of Common Tern reproductive biology. — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Brock University, St. Catharines, Ontario, non publié, 84 p.
- COURTNEY, P.A. and H. BLOKPOEL, 1980. Food and indicators of food availability for Common Terns on the lower Great Lakes. — *Can. J. Zool.*, 58 (7): 1318-1323.
- CYMBOROWSKI, B. and B. SZULC-OLECHOWA, 1967. Comparison of postembrional development of Common Tern, *Sterna hirundo* L. in natural and artificial conditions. (Résumé anglais). — *Acta Ornithol.* (Warsaw), 10: 213-225.
- DRAPER, N.D. and H. SMITH, 1966. Applied regression analysis. — John Wiley and Son Inc., New York, 407 p.
- DUNN, E.K., 1975. The role of environmental factors in the growth of tern chicks. — *J. Anim. Ecol.*, 44: 743-754.
- ELOWE, K.D. and S. PAYNE, 1979. Aging young Herring Gulls from measurements of body parts. — *Bird-Banding*, 50 (1): 49-55.

- GREMY, S. et D. SALMON, 1969. Bases statistiques. — Ed. Dunod, Paris, 412 p.
- HAILMAN, J.P., 1961. Age of Laughing Gull chicks indicated by tarsal length. — *Bird-Banding*, 32 (4): 223-226.
- HAWKSLEY, O., 1957. Ecology of a breeding population of Arctic Terns. — *Bird-Banding*, 28 (2): 57-92.
- HOLCOMB, L.C. and G. TWIEST, 1971. Growth and calculation of age for Red-Winged Blackbird nestlings. — *Bird-Banding*, 42 (1): 1-17.
- KREMER, R.L., 1973. The relationship between clutch size, chick growth, and chick survival in the Common Tern (*Sterna hirundo*). — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Long Island University, C.W. Post College, Brookville, New York, non publié, 32 p.
- LANGHAM, N.P.E., 1968. The comparative biology of terns, *Sterna* spp. — Thèse de doctorat (Ph. D.), University of Durham, non publié, 292 p.
- LANGHAM, N.P.E., 1972. Chick survival in terns (*Sterna* spp.) with particular reference to Common Tern. — *J. Anim. Ecol.*, 41: 385-395.
- LE CROY, M. and C.T. COLLINS, 1972. Growth and survival of Roseate and Common Tern chicks. — *Auk*, 89: 595-611.
- LE CROY, M. and S. LE CROY, 1974. Growth and fledging in the Common Tern (*Sterna hirundo*). — *Bird-Banding*, 45 (4): 326-340.
- LEMMETYINEN, R., 1972. Growth and mortality in the chicks of Arctic Terns in the Kongsfjord area, Spitsbergen in 1970. — *Ornis Fenn.*, 49: 45-53.
- LEMMETYINEN, R., 1973. Breeding success in *Sterna paradisaea* Pontopp. and *S. hirundo* L. in southern Finland. — *Ann. Zool. Fenn.*, 10: 526-535.

- MILLER, I. and J.E. FREUND, 1977. Probability and statistics for engineers. — 2<sup>e</sup> ed., Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 529 p.
- NISBET, I.C.T., 1975. Asynchronous hatching in Common and Roseate Terns, *Sterna hirundo* and *S. dougalli*. — Ibis, 117: 374-379.
- NISBET, I.C.T., K.J. WILSON and W.A. BROAD, 1978. Common Terns raise young after death of their mates. — Condor, 80 (1): 106-109.
- PARSONS, J., 1970. Relationship between egg-size and post-hatching chick mortality in the Herring Gull (*Larus argentatus*). — Nature (Lond.), 228 (5277): 1221-1222.
- PEARSON, T.H., 1968. The feeding biology of sea-bird species breeding on the Farne Islands, Northumberland. — J. Anim. Ecol., 37: 521-552.
- RICKLEFS, R.E., 1979. Patterns of growth in birds. V. A comparative study of development in the Starling, Common Tern, and Japanese Quail. — Auk, 96: 10-30.
- SZULC-OLECHOWA, B., 1964. Studies on the postembrional development of *Larus ridibundus* L. and *Sterna hirundo* L. (résumé anglais). — Acta Ornithol. (Warsaw), 8: 415-443.



Annexe 1: Estimation de l'âge de poussins de sternes à partir de données de divers auteurs.

1) COURTNEY ET BLOKPOEL (1980)

- Sterne commune
- nourriture abondante

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
15	125,4	17,57
15	126,0	17,66
15	122,2	17,11

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  jours

Avec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

2) CYMBOROWSKI ET SZULC-OLECHOWA (1967)

- Sterne commune
- milieu naturel
- données tirées de graphiques

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
3	26	3,26
8	60	8,15
11	92	12,76
16	119	16,65

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  jours

Avec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

Annexe 1 (suite)

## 2) CYMBOROWSKI ET SZULC-OLECHOWA (1967)(suite)

Age (jours)	Culmen (cm)	Age estimé (jours)
1	1,05	2,56
6	1,55	8,52
16	2,20	16,25

Intervalle de confiance:  $\pm 3,6$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

Age (jours)	Tarse (cm)	Age estimé (jours)
2	1,625	-1,90
6	1,95	4,08
11	2,15	7,76

Intervalle de confiance:  $\pm 5,6$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

## 3) KREMER (1973)

- Sterne commune
- nourriture abondante

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	15,8	1,79
3	22,0	2,68
5	35,0	4,55
11	81,1	11,19
15	103,2	14,37
17	110,7	15,45
21	116,0	16,21

Nids à 2 oeufs

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

Annexe 1 (suite)

## 3) KREMER (1973) (suite)

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	15,5	1,74
3	21,2	2,56
5	32,6	4,21
11	73,4	10,08
15	89,8	12,44
17	88,8	12,30
21	100,2	13,94

Nids à 3 oeufs

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	16,4	1,87
3	21,2	2,56
5	31,9	4,10
11	68,4	9,36
15	83,1	11,48
17	88,6	12,27
21	96,5	13,41

Nids à 4 oeufs

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

Annexe 1 (suite)

## 4) LANGHAM (1972)

- Sterne commune
- nourriture abondante en 1967
- étude 1965-1967: 3e poussin mort d'inanition

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	15,7	1,77
3	23,4	2,88
5	35,6	4,64
11	80,5	11,10
15	105,2	14,66
17	111,7	15,60
21	123,5	17,30

Nids à 2 oeufs, 1er poussins  
 Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  jours  
 Avec régression linéaire simple  
 (S. communes envolées)

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	13,4	1,44
3	21,5	2,61
5	27,6	3,49
11	77,6	10,69
15	98,5	13,70
17	117,8	16,47
21	122,8	17,19

Nids à 3 oeufs, 2e poussins  
 Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  jours  
 Avec régression linéaire simple  
 (S. communes envolées)

Annexe 1 (suite)

## 4) LANGHAM (1972)(suite)

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	13,4	1,44
3	15,0	1,67
5	18,1	1,97
11	41,5	5,49
15	90,0	12,47
17	101,7	14,16
21	114,1	15,94

Nids à 3 oeufs, 3e poussins  
 Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  jours  
 Avec régression linéaire simple  
 (S. communes envolées)

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	13,4	2,64
3	15,0	2,87
5	18,1	3,31
11	41,5	6,66
15	90,0	13,59
17	101,7	15,27
21	114,1	17,04

Nids à 3 oeufs, 3e poussins  
 Intervalle de confiance:  $\pm 4,8$  jours  
 Avec régression linéaire simple  
 (S. communes mortes)

Annexe 1 (suite)

## 5) LE CROY et COLLINS (1972)

- Sterne commune
- nourriture abondante en 1968

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	14,9	1,66
3	21,4	2,59
5	33,9	4,39
7	40,6	5,36
9	51,8	6,97
11	69,7	9,55
13	80,2	11,06
15	93,3	12,95
17	105,3	14,67
19	103,3	14,39
21	97,2	13,51

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

## 6) LEMMETYINEN (1973 )

- Sterne commune
- nourriture suffisante
- données tirées de graphiques

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	15,5	1,74
3	26	3,26
5	38	4,98
11	91	12,62
15	110	15,35
17	121	16,94

Intervalle de confiance:  $\pm 3,2$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. communes envolées)

Annexe 1 (suite)

## 7) LEMMETYINEN (1973 )

- Sterne arctique
- nourriture suffisante
- données estimées à partir de graphiques

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	13	1,68
3	20	2,77
5	30	4,32
11	73	10,98
15	94,5	14,32
17	104,5	15,87

Intervalle de confiance:  $\pm 2,8$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. arctiques envolées)

## 8) PEARSON (1968)

- Sterne arctique
- nourriture abondante

Age (jours)	Poids (gr)	Age estimé (jours)
1	17	2,30
3	23	3,23
5	36	5,25
7	48	7,10
9	59	8,81
11	72	10,83
13	87	13,15
15	98	14,86
17	103	15,63
19	105	15,94

Intervalle de confiance:  $\pm 2,8$  joursAvec régression linéaire simple  
(S. arctiques envolées)

Annexe 2: Test sur les pentes ("b") des régressions linéaires simples.

A- Sternes communes envolées vs Sternes communes mortes

Variables	v*	t (calculé)	t $\alpha$ (théorique)				
			0,05	0,02			
Poids	1336	2,54	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,02 < 2,54 < t0,01
Culmen	854	3,66	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 3,66
Tarse	854	32,34	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 32,34
9e primaire	854	25,04	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 25,04

B- Sternes communes envolées vs Sternes arctiques envolées

Variables	v*	t (calculé)	t $\alpha$ (théorique)				
			0,05	0,02			
Poids	1280	35,17	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 35,17
Culmen	836	23,39	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 23,39
Tarse	836	48,11	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 48,11
9e primaire	836	30,87	1,960	2,326	2,576	3,291	t0,001 < 30,87

\* v = degré de liberté = N<sub>1</sub> + N<sub>2</sub> - 2



Annexe 3: Comparaison de deux moyennes au jour 1.

A- Sternes communes envolées vs Sternes communes mortes

Variables	$\nu^*$	$t$ (calculé)	$t_{\alpha}$ (théorique)				
			0,10	0,05	0,02		0,01
Poids	107	2,35	1,645	1,960	2,326	2,576	$t_{0,02} < 2,35 < t_{0,01}$
Culmen	29	0,77	1,699	2,045	2,462	2,756	$0,77 < t_{0,10}$
Tarse	28	1,09	1,701	2,048	2,467	2,763	$1,09 < t_{0,10}$

B- Sternes communes envolées vs Sternes arctiques envolées

Variables	$\nu^*$	$t$ (calculé)	$t_{\alpha}$ (théorique)				
			0,10	0,05	0,02		
Poids	96	1,61	1,645	1,960	2,326		$1,61 < t_{0,10}$
Culmen	22	1,11	1,717	2,074	2,508		$1,11 < t_{0,10}$
Tarse	21	2,25	1,721	2,080	2,518		$t_{0,05} < 2,25 < t_{0,02}$

\*  $\nu$  = degré de liberté =  $N_1 + N_2 - 2$

ARTICLE TROISIEME

REPRODUCTION DE LA STERNE COMMUNE (*STERNA HIRUNDO* L.) ET DE LA STERNE  
ARCTIQUE (*S. PARADISAEA* PONTOPP.) AUX ILES DE LA MADELEINE, QUEBEC

## SOMMAIRE

Au cours de l'été de 1978, nous avons étudié la reproduction des Sternes communes (*Sterna hirundo*) et arctiques (*S. paradisaea*) ayant niché sur deux îlots de la lagune du Havre aux Basques, îles de la Madeleine, Québec.

La Sterne commune a pondu, en moyenne, 2,64 oeufs par nid et mené 1,32 jeunes par nid jusqu'à l'envol. Le succès d'éclosion paraît lié à la taille de la couvée, mais non le succès d'envol. Habituellement, les poussins de *Sterna hirundo* étaient capables de voler vers l'âge de 26 jours.

Avec une couvée moyenne de 2,00 oeufs par nid, la Sterne arctique a produit 1,33 jeunes à l'envol par nid, ce qui dépasse les résultats publiés les plus élevés.

L'abondance des proies disponibles nous apparaît comme l'un des facteurs ayant contribué au succès des deux espèces de sternes aux îles de la Madeleine.

## INTRODUCTION

Plusieurs études ont porté sur la reproduction des Sternes communes (*Sterna hirundo* L.) et arctiques (*S. paradisaea* Pontopp.) en Europe et en Amérique du Nord (Burger et Lesser, 1979; Coulson et Horobin, 1976; Courtney, 1977; Haymes et Blokpoel, 1978; Lemmetyinen, 1973; Morris, Hunter et McElman, 1976). Cependant, chacune d'elles se distingue, soit par les caractéristiques des colonies visitées, le moment de l'étude, ou encore par l'aspect particulier sous lequel l'auteur a abordé le sujet.

Ainsi, Burger et Lesser (1979) ont effectué leurs travaux sur des Sternes communes nichant dans les marais salés du New Jersey; Coulson et Horobin (1976) se sont attardés à l'influence de l'âge des parents sur le succès de reproduction, Connors et al. (1975), sur l'effet des métaux lourds. D'autres ont voulu développer des méthodes de travail sur le terrain (Nisbet et Drury, 1972).

Mais jusqu'à maintenant, aucune étude de reproduction n'a été faite sur les colonies de sternes des îles de la Madeleine qui comptent quelques milliers d'individus. Le but du présent document est donc de comparer les succès de reproduction des Sternes communes et arctiques des îles de la Madeleine à celui de diverses autres colonies.

## MATERIEL ET METHODE

Bien que les Sternes communes et arctiques nichent en plusieurs points tout autour des îles de la Madeleine, Québec ( $47^{\circ} 14'$  à  $47^{\circ} 39'$  N;  $62^{\circ} 01'$  à  $62^{\circ} 23'$  W), nous avons limité notre étude à deux îlots de faible superficie (en plan, HB-1  $\approx$  18 000 et HB-3  $\approx$  8 700 m<sup>2</sup> approximativement) de la lagune du Havre aux Basques (fig. 1) relativement faciles d'accès, soit en embarcation par le côté sud-est, soit à pied par le côté nord.

Ces îlots sont constitués de dunes mobiles couvertes par *Ammophila breviligulata*, alors que le littoral vaseux était occupé par de la végétation de prés salés. Les prés salés réunissent divers "groupements végétaux, ordonnés en zones parallèles déterminées par la fréquence et la durée des inondations..." (Grandtner, 1966).

A la fin du mois de juin 1978, nous avons dénombré 87 nids de sternes sur HB-1, alors que nous en comptons 581 sur HB-3. Ces deux îlots ont été choisis parce qu'ils présentaient des valeurs très différentes en ce qui concerne la densité des nids (HB-1  $\approx$  0,005 nid/m<sup>2</sup>; HB-3  $\approx$  0,07 nid/m<sup>2</sup>; dans ce dernier cas, la densité est sous-évaluée puisque la majorité des nids étaient regroupés dans la partie ouest de l'îlot HB-3).

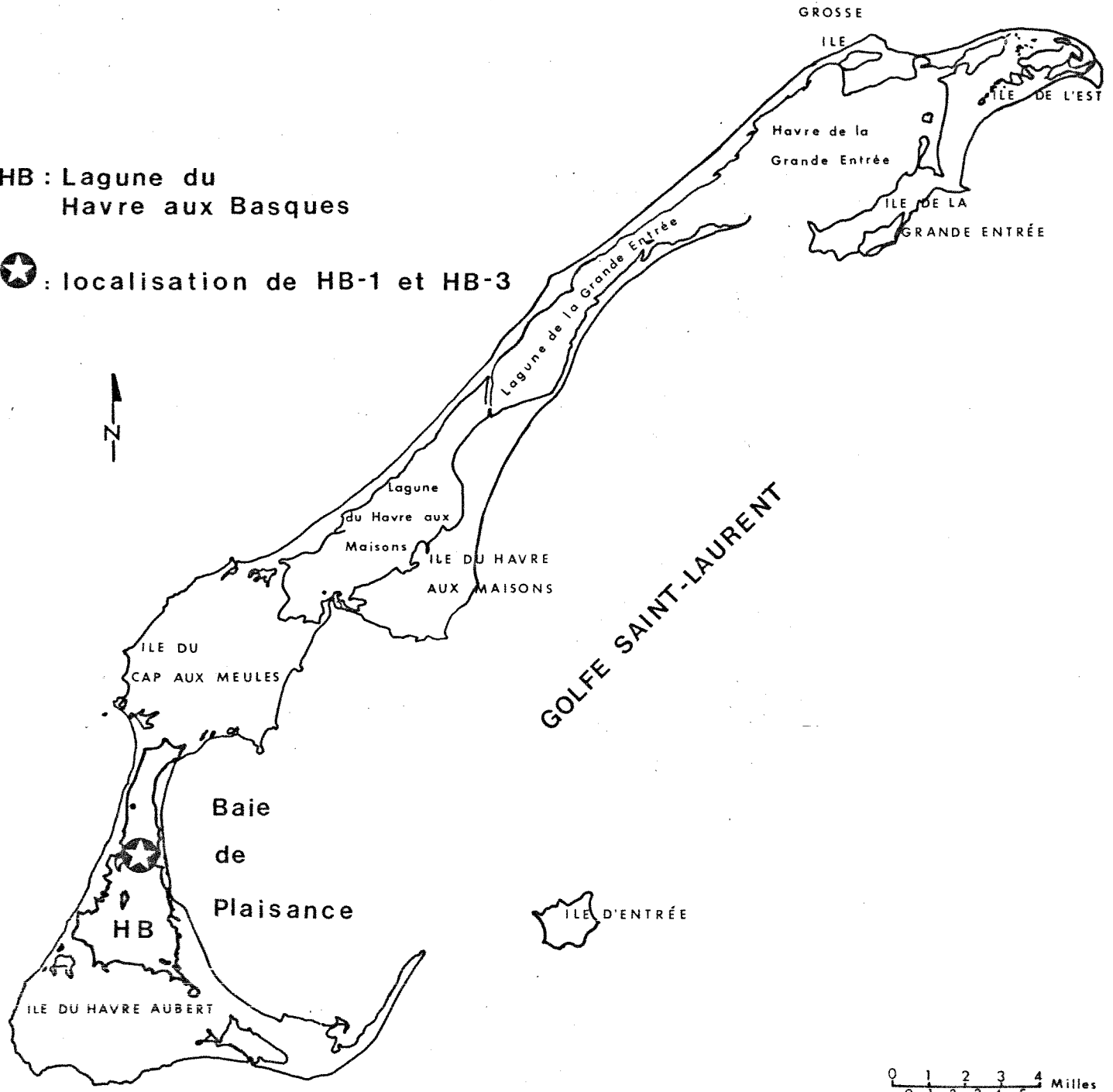
Du 13 juin au 15 août 1978, nous avons suivi l'évolution de 193 nids de Sternes communes (*Sterna hirundo*) et arctiques (*S. paradisaea*). L'espace

Figure 1: Localisation des deux sites d'étude (flots HB-1 et HB-3) dans la lagune du Havre aux Basques aux îles de la Madeleine.

# ILES DE LA MADELEINE

HB : Lagune du  
Havre aux Basques

★ : localisation de HB-1 et HB-3



autour de 75 de ces nids a été limité par des enclos individuels (ci-après nommés "nids-enclos"), ce qui nous a permis de connaître la destinée des poussins (morts ou envolés). Chacun de ces enclos, d'une superficie de 2,3 m<sup>2</sup> (25 pieds<sup>2</sup>) environ, était délimité par une enceinte de grillage à mailles de 25 mm (un pouce) d'une hauteur de 45 cm (18 pouces), mais enfouie dans le sol jusqu'à une profondeur de 15 cm (6 pouces). Quatre baguettes de bois enfilées dans les mailles et plantées dans le sol assuraient le maintien des murs souples. Pour empêcher les très jeunes poussins de sterne de s'échapper en passant à travers des mailles, nous avons broché à l'extérieur, au bas et tout autour de chacun des enclos, une bande de plastique de 15 cm de haut; des remparts de sable permettaient à la bande de plastique d'être bien appuyée contre le grillage empêchant ainsi que les jeunes puissent sortir et rester coincés. L'emplacement des 118 autres nids (ci-après nommés "nids-piquets") était indiqué par un piquet muni d'une étiquette sur laquelle nous inscrivions tout changement constaté dans le nid, de même que la date de ce changement. Nous assumions qu'il y avait eu éclosion lorsque le nombre d'oeufs dans le nid diminuait; ainsi, nous notions 100% d'éclosion pour un nid portant des oeufs et trouvé subséquemment vide. Un jeune poussin resté sur le nid nous permettait d'identifier l'espèce nichante, mais en l'absence de jeune, le nid était classé "indéterminé". Les Sternes communes représentant 95% des sternes établies sur HB-1 et HB-3, nous avons combiné les données des nids-indéterminés avec celles des nids de *Sterna hirundo* (Nous avons fait de même pour les nids-enclos où il n'y a pas eu d'éclosion).

Certains nids étaient situés dans l'ammophile, d'autres dans les prés salés et quelques-uns dans des zones sablonneuses, dépourvues de



végétation. Nous faisons la vérification des nids aux deux jours, menant parallèlement une étude de la croissance des poussins en enclos.

Les divers aspects du succès de reproduction (% d'éclosion, éclosion par nid, etc.) sont ceux employés par Haymes et Blokpoel (1978).

## RESULTATS

Les données concernant les succès de reproduction des sternes en fonction du nombre d'oeufs par couvée sont fournies aux tableaux I et II.

Le succès de reproduction total (ou nombre moyen de jeunes à l'envol par nid), établi à partir des nids-enclos, est de 1,32 jeunes par nid pour les Sternes communes et de 1,33 pour les Sternes arctiques. D'autre part, *Sterna hirundo* pond en moyenne 2,64 oeufs par nid, alors que *Sterna paradisaea* en pond 2,00.

Pour ce qui est des nids-piquets, les résultats sont similaires aux précédents avec des couvées moyennes de 2,72 oeufs par nid pour *Sterna hirundo* et de 2,07 oeufs par nid pour *Sterna paradisaea*.

Nous avons comparé, à l'aide du test "t" de Student, le succès de reproduction des îlots HB-1 et HB-3, ainsi que celui des nids-enclos et des nids-piquets, pour chacune des deux espèces d'oiseaux (tableaux III et IV). Dans tous les cas, nous concluons que les succès de reproduction ne sont pas significativement différents au seuil de  $P < 0,10$ .

Nous avons complété cette étude avec le calcul de l'âge moyen à l'envol, de la mortalité juvénile et de la date du pic d'éclosion (fig. 2 à 6). Nous considérons "envolé" un jeune ayant quitté l'enclos après l'âge de 17 jours, puisque les oiseaux ne pouvaient s'enfuir en escaladant la clôture. Les Sternes communes s'envolaient vers l'âge de 26 jours (30% des poussins à

26 jours et plus de 80% entre 24 et 29 jours), alors que les Sternes arctiques s'envolaient vers l'âge de 24 jours. Plus de 51% des morts sont survenues au cours des huit premiers jours suivant l'éclosion. Le pic d'éclosion a eu lieu au même moment (10-11 juillet) chez les deux espèces de sternes. Les oeufs des nids-enclos ont éclos un peu plus tôt que ceux des nids-piquets.

Tableau I: Succès de reproduction de la Sterne commune aux îles de la Madeleine en fonction du nombre d'oeufs par couvée.

Variables	NIDS-FRÉQUENTS AUX ÎLES																				
	IB-1 <sup>1</sup> (Sterne commune)					IB-1 <sup>1</sup> + IB-3 (Sterne commune)															
	1 oeuf	2 oeufs	3 oeufs	4 oeufs	TOTAL	1 oeuf	2 oeufs	3 oeufs	4 oeufs	TOTAL											
Nombre d'oeufs pondus	5	14	78	97	1	12	60	4	77	6	26	138	4	174	10	129	139	5	38	237	280
Nombre d'oeufs éclos	2	11	67	80	0	11	53	3	67	2	21	120	7	146	9	124	133	1	30	211	242
Nombre d'oeufs non éclos	3	3	11 <sup>2</sup>	17 <sup>2</sup>	1	1	7	1	10	4	5	18 <sup>2</sup>	1	28 <sup>2</sup>	1	5	6	4	8	26	38
Nombre de jeunes à l'envol	1	6	41	48	0	7	32	1	40	1	12	73	1	87	-	-	-	-	-	-	-
Nombre de jeunes morts avant l'âge de 7 jours	1	0	7	8	0	2	6	1	9	1	2	13	1	17	-	-	-	-	-	-	-
Nombre de jeunes morts après l'âge de 7 jours	0	2	7	9	0	0	8	0	8	0	2	15	0	17	-	-	-	-	-	-	-
Nombre de jeunes disparus	0	3	12	15	0	2	7	1	10	0	5	19	1	25	-	-	-	-	-	-	-
Nombre de jeunes trouvés morts au nid (nids-piquets)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	5	0	1	6	7
Nombre moyen d'oeufs par couvée	-	-	-	2,55	-	-	-	-	2,75	-	-	-	-	2,64	-	-	2,90	-	-	-	2,72
Nombre d'oeufs éclos par nid	0,40	1,42	2,57	2,07	0	1,83	2,65	3,0	2,39	0,33	1,62	2,60	3,0	2,21	1,80	2,88	2,77	0,20	1,58	2,67	2,35
Pourcentage de succès à l'éclosion	40,0	71,4	86,9	81,4	0	91,7	88,3	75,0	87,0	33,3	80,8	87,0	75,0	83,9	90,0	96,1	95,7	20,0	79,0	89,0	86,4
Pourcentage de succès à l'envol par oeuf éclos	50,0	54,5	61,2	60,0	0	63,6	60,4	33,3	59,7	50,0	57,1	60,8	33,3	59,6	-	-	-	-	-	-	-
Pourcentage de succès à l'envol par oeuf pondus	20,0	42,9	52,6	49,4	0	58,3	53,3	25,0	51,9	16,7	46,2	52,9	25,0	50,0	-	-	-	-	-	-	-
Nombre moyen de jeunes à l'envol par nid (succès total)	0,20	0,86	1,58	1,23	0	1,17	1,60	1,0	1,43	0,17	0,92	1,59	1,0	1,32	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Les données comportent 13 oeufs provenant de 7 nids "indéterminés" (pas d'éclosion ou disparition du poussin).

<sup>2</sup> Les données comportent un oeuf "disparu".

<sup>3</sup> Succès basé sur le nombre d'oeufs éclos/nombre total d'oeufs pondus.

Tableau II: Succès de reproduction de la Sterne arctique aux fles de la Madeleine en fonction du nombre d'oeufs par couvée.

Variables	MIDS-ENCLOS AUX SITES						MIDS-PIQUETS AUX SITES							
	HB-1		HB-3		HB-1		HB-1		HB-3		HB-1		HB-3	
	Nombre d'oeufs/couvée		Nombre d'oeufs/couvée		Nombre d'oeufs/couvée		Nombre d'oeufs/couvée		Nombre d'oeufs/couvée		Nombre d'oeufs/couvée		Nombre d'oeufs/couvée	
	2 oeufs	1 oeuf	2 oeufs	3 oeufs	1 oeuf	2 oeufs	3 oeufs	1 oeuf	2 oeufs	3 oeufs	1 oeuf	2 oeufs	3 oeufs	TOTAL
Nombre d'oeufs pondus	6	1	8	3	12	1	14	3	18	28	3	31		
Nombre d'oeufs éclos	6	1	7	3	11	1	13	3	17	27	3	30		
Nombre d'oeufs non éclos	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1		
Nombre de jeunes à l'envoi	3	1	5	3	9	1	8	3	12	-	-	-		
Nombre de jeunes morts avant l'âge de 7 jours	1	0	0	0	0	0	1	0	1	-	-	-		
Nombre de jeunes morts après l'âge de 7 jours	0	0	1	0	1	0	1	0	1	-	-	-		
Nombre de jeunes disparus	2	0	1	0	1	0	3	0	3	-	-	-		
Nombre de jeunes trouvés morts au nid (nid-piquet)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	
Nombre moyen d'oeufs par couvée	2,00	-	-	-	2,00	-	-	-	2,00	-	-	-	2,07	
Nombre d'oeufs éclos par nid	2,00	1,00	1,75	3,00	1,83	1,00	1,86	3,00	1,89	1,93	3,00	2,00		
Pourcentage de succès d'éclosion <sup>1</sup>	100	100	87,5	100	91,7	100	92,9	100	94,4	96,4	100	96,8		
Pourcentage de succès à l'envoi par oeuf éclos	50	100	71,4	100	81,8	100	61,5	100	70,6	-	-	-		
Pourcentage de succès à l'envoi par oeuf pondu	50	100	62,5	100	75	100	57,1	100	66,7	-	-	-		
Nombre moyen de jeunes à l'envoi par nid (succès total)	1,00	1,00	1,25	3,00	1,50	1,00	1,14	3,00	1,33	-	-	-		

<sup>1</sup> Succès basé sur le nombre d'oeufs éclos/nombre total d'oeufs pondus

Tableau III: Statistiques permettant de comparer le succès de reproduction de la Sterne commune.

Variables	HB-1 versus HB-3 (nids-enclos)		Nids-enclos versus Nids-piquets (HB-1 et HB-3 réunis)	
	$\nu^1$	$t$ calculé <sup>2</sup> $t\alpha$ (90%)	$\nu^1$	$t$ calculé <sup>2</sup> $t\alpha$ (90%)
Nombre moyen d'oeufs par couvée	64	1,18	167	0,87
Pourcentage de succès d'éclosion <sup>3</sup>	64	0,77	167	0,39
Pourcentage de succès à l'envol par oeuf pondu	64	0,53	-	-
Pourcentage de succès à l'envol par oeuf éclos	63	1,12	-	-
Nombre moyen de jeunes à l'envol par nid (succès total)	64	0,63	-	--

<sup>1</sup>  $\nu$  = degré de liberté =  $n_1 + n_2 - 2$

<sup>2</sup> Valeurs absolues

<sup>3</sup> Succès basé sur le nombre d'oeufs éclos/nombre total d'oeufs pondus

Tableau IV: Statistiques permettant de comparer le succès de reproduction de la Sterne arctique.

Variables	HB-1 versus HB-3 (nids-enclos)		Nids-enclos versus Nids-piquets (HB-1 et HB-3 réunis)	
	$\nu^1$	$t$ calculé <sup>2</sup> $t\alpha$ (90%)	$\nu^1$	$t$ calculé <sup>2</sup> $t\alpha$ (90%)
Nombre moyen d'oeufs par couvée	7	0,00	22	0,43
Pourcentage de succès d'éclosion <sup>3</sup>	7	0,68	22	0,37
Pourcentage de succès à l'envol par oeuf pondu	7	1,00	-	-
Pourcentage de succès à l'envol par oeuf éclos	7	1,37	-	-
Nombre moyen de jeunes à l'envol par nid (succès total)	7	0,80	-	-

<sup>1</sup>  $\nu$  = degré de liberté =  $n_1 + n_2 - 2$

<sup>2</sup> Valeurs absolues

<sup>3</sup> Succès basé sur le nombre d'oeufs éclos/nombre total d'oeufs pondus

Figure 2: Variation du nombre de poussins en fonction de l'âge à l'envol chez la Sterne commune.



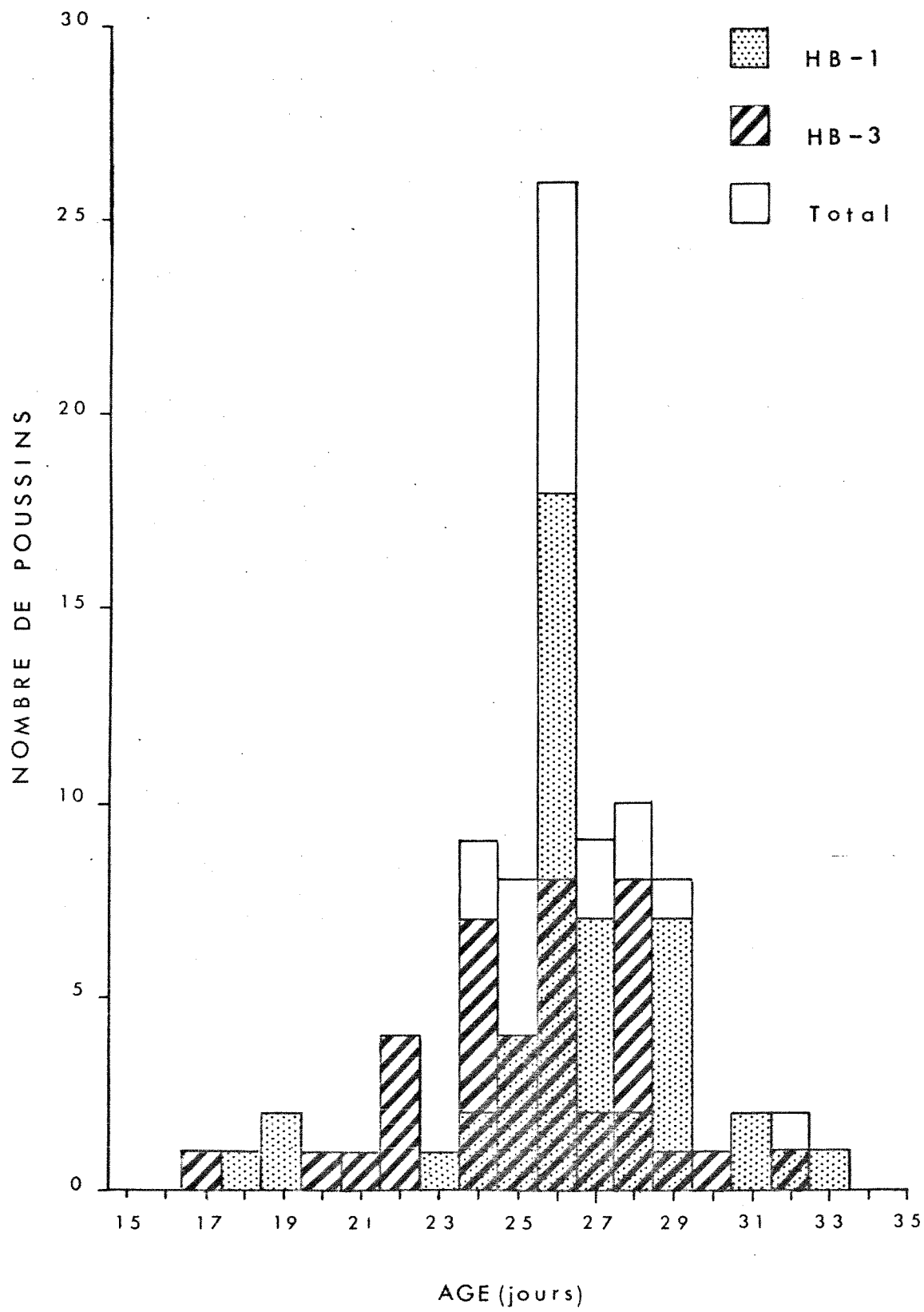


Figure 3: Variation du nombre de poussins en fonction de l'âge à l'envol chez la Sterne arctique.

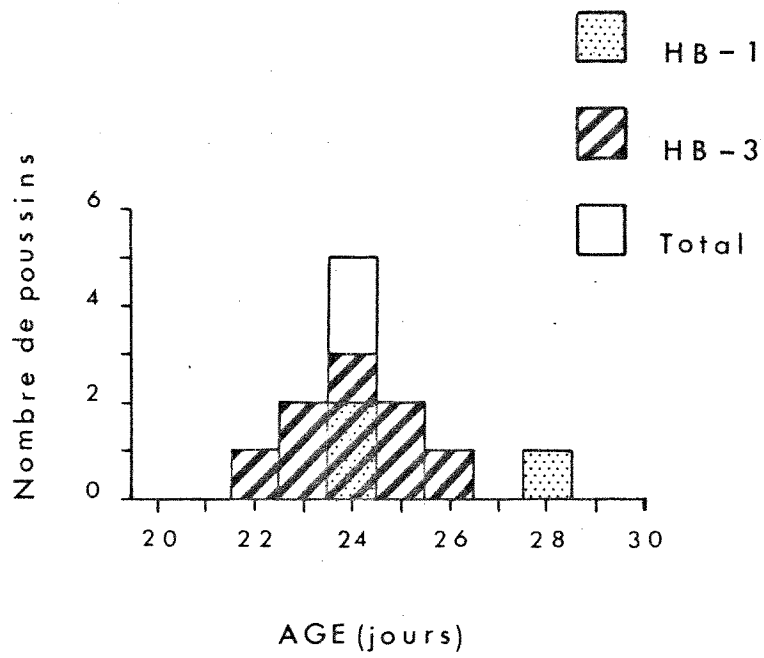


Figure 4: Variation du nombre de poussins morts en fonction de l'âge chez la Sterne commune. Les données sont regroupées en classes de 2 jours.

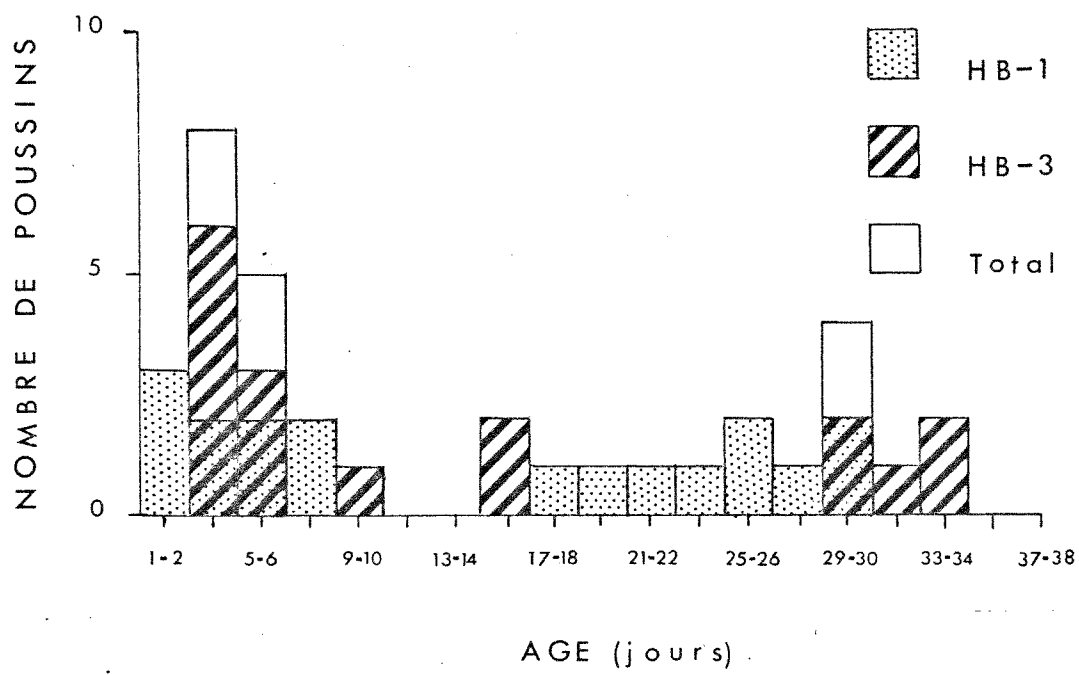


Figure 5: Variation estivale du nombre d'oeufs éclos chez la Sterne commune en 1978. Les données de HB-1 et HB-3 ont été regroupées en fonction de périodes de 2 jours.

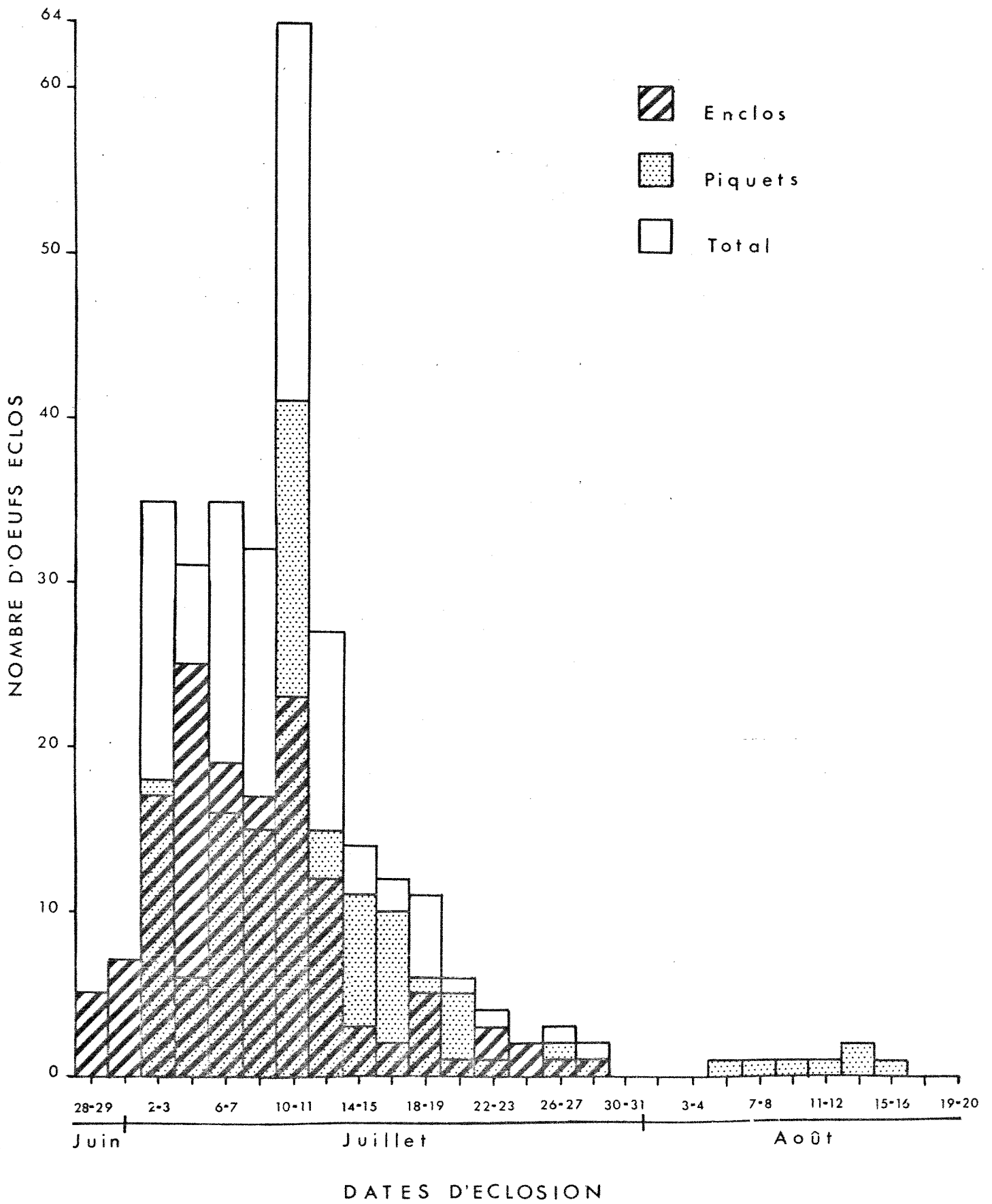
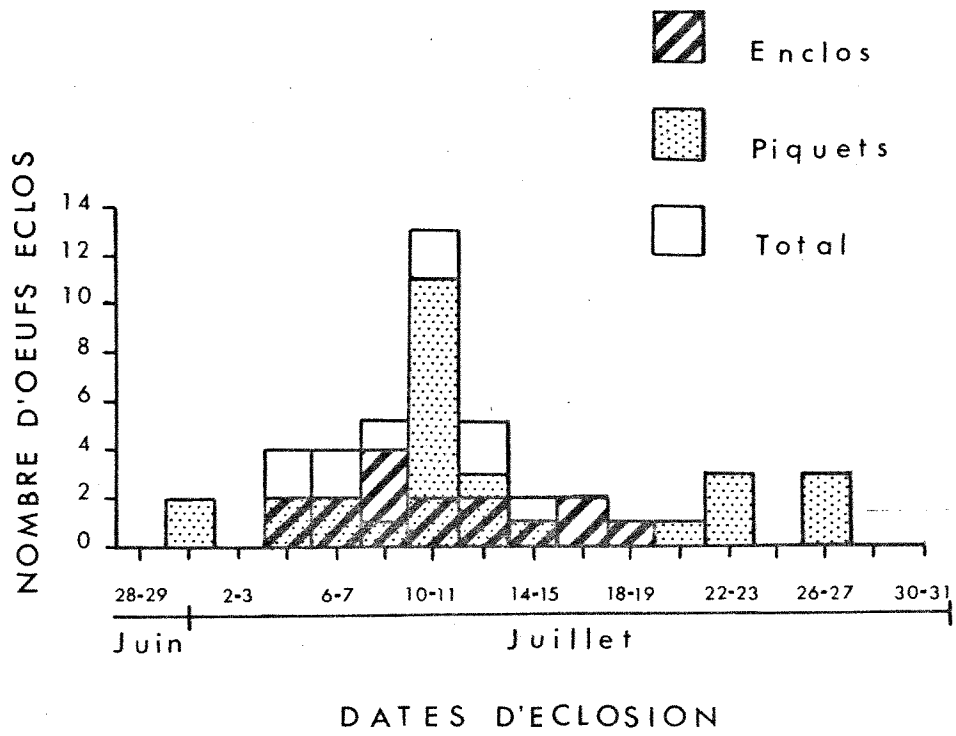


Figure 6: Variation estivale du nombre d'oeufs éclos chez la Sterne arctique en 1978. Les données de HB-1 et HB-3 ont été regroupées en fonction de périodes de 2 jours.





## DISCUSSION

### 1- Influence des enclos

En aménageant des enclos, nous avons limité arbitrairement l'espace autour de chaque nid et freiné la dispersion des poussins jusqu'à ce qu'ils puissent voler. Afin de vérifier si une telle méthode était susceptible d'influencer le succès de reproduction au point qu'il ne soit pas représentatif de la colonie, nous avons suivi l'évolution de plusieurs nids non clôturés. Il appert que la présence des enclos n'a pas modifié les comportements de ponte et d'incubation de l'une ou l'autre espèce de sterne, puisque les nombres moyens d'oeufs par couvée et les pourcentages de succès d'éclosion des nids-enclos et des nids-piquets ne sont pas significativement différents (tableaux III et IV).

D'autre part, même si nous n'avons aucune donnée en ce qui concerne la survie et l'envol des jeunes provenant des nids non clôturés, nous ne croyons pas que les enclos aient eu un effet marqué (positif ou négatif) sur les jeunes. Bullough (1942) mentionne que chez la Sterne arctique les poussins âgés d'un jour partent à l'aventure et apprennent ainsi, en 2 ou 3 jours, leurs limites territoriales qu'ils ne franchiront plus avant l'envol. Il se peut que les enclos aient protégé certains poussins lors de leurs explorations autour du nid, leur évitant ainsi les coups de bec infligés aux intrus par les adultes détenteurs des territoires voisins.

Globalement, il semble que l'impact des enclos individuels (un par nid) sur le succès de reproduction soit négligeable, ainsi que l'ont observé Nisbet et Drury (1972). Nous assumons donc que les succès de reproduction présentés, basés sur les données des nids-enclos, sont représentatifs de l'ensemble de la colonie pour la période de nidification hâtive de 1978.

## 2- Influence de la densité des nids

Les résultats obtenus sur les îlots HB-1 et HB-3 où la densité des nids était respectivement faible et élevée en 1978 ne sont pas significativement différents (tableaux III et IV). Ceci nous permet d'avancer l'idée que la densité des nids et le succès de reproduction ne sont pas liés. Lagrenade et Mousseau (1981) sont arrivés à la même conclusion au sujet du Goéland à bec cerclé (*Larus delawarensis*). Ainsi, puisque d'autres paramètres tels la situation géographique, l'accessibilité aux sites de pêche et la végétation présente, étaient semblables pour HB-1 et HB-3, nous avons réuni les données des deux îlots pour obtenir des succès de reproduction globaux pour chacune des deux espèces de sterne (tableaux I et II).

## 3- Succès de reproduction

### a) Sterne commune

Chez les Sternes communes, les nichés de 3 oeufs dominant, ce qui nous donne une couvée moyenne (nombre moyen d'oeufs/couvée) de 2,64 oeufs par nid (tableau I). De nombreux auteurs ont obtenu des résultats semblables (Courtney, 1977; Jones, 1906; Langham, 1972; Le Croy et Le Croy, 1974; Morris et Hunter, 1976; Morris, Hunter et McElman, 1976; Nisbet et Drury, 1972; Palmer, 1941). Lemmetyinen (1973 a) et Haymes et Blokpoel (1978) mentionnent même des couvées moyennes de 2,9 oeufs par nid. Par contre, Hays (1970), Cooper, Hays et Pessino (1970), ainsi que Kremer (1973) notent des couvées moyennes inférieures à 2 oeufs par nid. Cooper, Hays et Pessino (1970) expliquent leurs faibles résultats par le fait qu'ils ont étudié une colonie encore jeune où il aurait manqué d'adultes expérimentés. De son côté, Kremer (1973) a effectué ses travaux en juillet et août lors de la seconde période de nidification, et plusieurs chercheurs ont observé une baisse de la taille de ponte lors de la nidification tardive (Cooper, Hays et Pessino, 1970; Gochfeld, 1977). Selon Gochfeld (1977), si la quantité de nourriture disponible est faible, les couvées comportent moins de 3 oeufs. Si la plupart des Sternes communes des îlots étudiés ont pondu trois oeufs en 1978, c'est peut-être parce que les proies étaient abondantes (Chalifour, 1982) au moment de la ponte, comme elles le furent tout au long des semaines suivantes.

Si nous considérons le succès d'éclosion, nous voyons qu'il augmente avec la taille de la couvée chez la Sterne commune, atteignant 87% pour les nids à 3 oeufs (tableau I). Le succès d'éclosion de notre seul nid à 4 oeufs fut de 75%. Courtney (1977) et Lemmetyinen (1973 a) ont re-

marqué le même phénomène, et ce dernier a obtenu, pendant trois ans sur quatre, des succès globaux comparables aux nôtres (83,9%). Ainsi, nos résultats concordent avec ceux de Morris, Hunter et McElman (1976) qui montrent une relation directe entre la taille de la couvée et le succès d'éclosion, les nichées les plus grandes étant celles où le taux d'éclosion est le plus élevé. De façon générale, les succès d'éclosion observés sur HB-1 et HB-3 s'apparentent à ceux rapportés par d'autres auteurs (Haymes et Blokpoel, 1978; Kremer, 1973; Le Croy et Collins, 1972; Morris et Hunter, 1976), et ils semblent donc normaux.

Cependant, il ne paraît pas y avoir de lien entre la taille de la couvée et le succès d'envol (Morris, Hunter et McElman, 1976) si on le considère par rapport aux oeufs éclos; les valeurs sont respectivement égales à 50%, 57,1% et 60,8% pour les nids à 1, 2 et 3 oeufs (tableau I). Il y a un lien direct, par contre, entre le succès à l'envol et la taille de la couvée, si on considère le succès à l'envol par rapport aux oeufs pondus.

Notre succès de 1,32 jeunes à l'envol par nid pour l'ensemble des couvées étudiées sur HB-1 et HB-3 correspond aux résultats de Kremer (1973), Langham (1968) et Lemmetyinen (1973 a). Il est également semblable à celui constaté par Courtney (1977) chez des Sternes communes ayant niché tôt en saison, sur un substrat de sable déposé artificiellement dans le cas d'une colonie du lac Erié. Au cours de la même saison, ce même auteur a d'autre part observé une productivité un peu plus élevée chez les couples

de *Sterna hirundo* établis sur la roche ou le gravier; ses résultats sont comparables à ceux de Haymes et Blokpoel (1978) et Nisbet et Drury (1972) qui rapportent respectivement des valeurs de 1,45 à 2,00 et de 0,00 à 2,10 jeunes par nid selon les colonies. Dans l'ensemble, les colonies de Sternes communes de la lagune du Havre aux Basques nous apparaissent "en santé", leur succès de reproduction total (1,32 jeunes par nid) s'avérant supérieur à celui signalé par plusieurs auteurs (Burger et Lesser, 1979; Connors *et al.*, 1975; Gochfeld et Ford, 1974; Le Croy et Collins, 1972; Morris, Hunter et McElman, 1976) pour de nombreuses colonies des Grands Lacs et de la côte est des Etats-Unis.

#### b) Sterne arctique

Pour ce qui est des Sternes arctiques, le nombre très restreint de nids observés appelle davantage de réserve. Nous avons trouvé des couvées à un et trois oeufs, mais les couvées de deux oeufs sont les plus nombreuses, ce qui résulte en une couvée moyenne de 2,00 oeufs par nid (tableau II). Cette valeur et celles de 2,03 et 2,1 oeufs par nid rapportées par Lemmetyinen (1973a, 1973b) sont donc plus élevées que toutes les autres, qui varient de 1,19 à 1,87 oeufs par nid, mentionnées par Bengston (1971), Coulson et Horobin (1976), Drury (1960), Eklund (1944), Evans et McNicholl (1972), Hawksley (1957), Langham (1968) et Lemmetyinen (1972). Coulson et Horobin (1976) ont trouvé que les plus jeunes Sternes arctiques pondaient en moyenne moins d'oeufs que les sternes plus âgées, la couvée moyenne étant maximale chez le groupe d'âge de 6 à 8 ans.

En ce qui concerne le succès d'éclosion, les données ne montrent pas les mêmes tendances que chez la Sterne commune en fonction de la taille de la couvée (tableau II). Quant au succès à l'envol, les deux nichées de 1 et 3 oeufs ont connu des succès de 100%, et les sept couvées de 2 oeufs ont mené à l'envol en moyenne 1,14 jeunes par nid (tableau II). Ainsi, avec un résultat de 1,33 jeunes par nid, en dépit de couvées de taille inférieure, *Sterna paradisaea* serait aussi productive que *S. hirundo* dans la lagune du Havre aux Basques.

Si on fait exception des données de Langham (1968) qui rapporte un succès d'éclosion de 87,7% et un succès d'envol par oeuf pondu de 79,4%, nos valeurs moyennes (succès d'éclosion de 94,4%; succès à l'envol par oeuf pondu de 66,7% et succès à l'envol de 1,33 jeunes par nid) sont donc plus élevées que toutes les autres publiées qui varient de 31 à 72,9% en ce qui concerne le succès d'éclosion (Bengston, 1971; Coulson et Horobin, 1976; Hawksley, 1957; Langham, 1968; Lemmetyinen, 1973a), de 17 à 38% quant au succès d'envol par oeuf pondu (Coulson et Horobin, 1976), et de 0,24 à 0,91 jeunes à l'envol par nid (Coulson et Horobin, 1976; Hawksley, 1957; Langham, 1968; Lemmetyinen, 1973a).

Selon Coulson et Horobin (1976), en plus de la taille de la couvée, le succès de reproduction dans son ensemble (nombre d'oeufs éclos et nombre de jeunes qui s'envolent par nid) est supérieur chez les Sternes arctiques d'âge plus avancé. Cependant, l'âge des parents ne peut pas être le seul

facteur responsable de l'excellent succès de reproduction que nous avons enregistré, puisque les meilleurs résultats obtenus par Coulson et Horobin (1976) chez les Sternes arctiques de plus de 8 ans se situent loin derrière les nôtres. Dans la lagune du Havre aux Basques, l'abondance des proies au cours de l'été de 1978 (Chalifour, 1982) a pu contribuer à la survie d'un plus grand nombre de poussins, particulièrement chez les couvées contenant plus d'un oeuf (Lemmetyinen, 1973a).

Toutefois, nous ne pouvons attribuer les succès de reproduction de *Sterna paradisaea* sur HB-1 et HB-3 à un ou deux facteurs seulement. Sans doute faudrait-il considérer les conditions climatiques prévalant en 1978, les dates de ponte, le synchronisme d'éclosion, la prédation, le substrat et le couvert végétal, la taille de la colonie, etc. De plus, il ne faut pas négliger le fait que nous n'avons observé que 9 nids.

#### 4- Age à l'envol

Lorsque nous ne retrouvions plus à l'intérieur de l'enclos une jeune sterne âgée de plus de trois semaines, nous la considérons envolée. Après quelques hésitations, nous avons également classé "envolés" cinq poussins âgés de 17 à 20 jours. Les poussins plus jeunes qui manquaient à l'appel avaient généralement moins de quatre jours, et avaient pu s'échapper en passant au travers des mailles de la clôture. Quant aux prédateurs, ils étaient pratiquement inexistants; compte tenu de la situation des îlots, seuls les goélands et les humains étaient des prédateurs potentiels, mais peu dangereux.



Pour l'ensemble des nids étudiés, l'âge moyen à l'envol est de près de 26 jours (fig. 2) pour les Sternes communes et de 24 jours (fig. 3) pour les Sternes arctiques. Plus de 80% des Sternes communes ont quitté l'enclos entre l'âge de 24 et 29 jours. L'envolée la plus tardive a eu lieu à 33 jours. Considérant comme normal que les poussins s'envolent entre 22 et 28 jours, Nisbet et Drury (1972) notent que les Sternes communes qui partent entre 25 et 33 jours sont les derniers-nés "retardés" des couvées à 3 oeufs. Ils ont aussi considéré comme victime d'un prédateur tout jeune disparu avant l'âge de 22 jours. En ce qui concerne les sternes de la lagune du Havre aux Basques, nous ne pouvons conclure aussi catégoriquement dans le même sens pour les raisons données précédemment à propos de la prédation. Nous pensons plutôt que des vents particulièrement forts certains jours ont aidé les plus jeunes sternes (qui s'exerçaient à voler) à quitter l'enclos. Jones (1906) affirme que les poussins peuvent voler faiblement dès l'âge de 8 jours. Par contre, Palmer (1941) donne 30 jours comme temps de développement précédant l'envol. De toute façon, nos résultats demeurent dans la moyenne et concordent avec ceux de Le Croy et Collins (1972) qui ont observé l'envol de 13 Sternes communes entre 20 et 29 jours après l'éclosion. Généralement, *Sterna hirundo* est jugée "envolée" si elle atteint l'âge de 21 jours (Courtney, 1977; Haymes et Blokpoel, 1978; Morris, Hunter et McElman, 1976); quelquefois, les auteurs considèrent 23 jours comme âge minimal pour l'envol (Kremer, 1973; Le Croy et Le Croy, 1974).

##### 5- Mortalité

La figure 4 indique clairement que le taux de mortalité des Sternes

communes est à son niveau le plus élevé lors de la première semaine d'existence des poussins: plus de 51% des jeunes sont morts alors qu'ils étaient âgés entre 1 et 8 jours. Le reste de la mortalité se répartit sur 26 jours. Tous les chercheurs sont d'accord pour dire que la première semaine suivant l'éclosion est la plus critique pour les jeunes Sternes communes et arctiques (Bengston, 1971; Courtney, 1977; Hawksley, 1957; Kremer, 1973; Langham, 1968, 1972; Le Croy et Collins, 1972; Morris, Hunter et McElman, 1976; Palmer, 1941; Power, 1964). On a constaté le même phénomène chez *Larus argentatus* (Parsons, 1970) et les causes de mortalité semblent les mêmes que pour les Sternes communes et arctiques.

Le plus souvent, les poussins meurent d'inanition, par manque de nourriture et/ou de soins parentaux (Bengston, 1971; Langham, 1972; Le Croy et Collins, 1972; Parsons, 1970). Habituellement, c'est le plus jeune de la couvée qui est éliminé (Hawksley, 1957; Langham, 1968). Mais d'autres facteurs comme la prédation, la maladie, ou l'exposition aux intempéries peuvent jouer (Langham, 1972). On pourrait penser aussi à l'insolation. Palmer (1941) rapporte que le système de régulation de la température corporelle des poussins de *Sterna hirundo* n'est pas suffisamment développé pour protéger les jeunes des écarts de température, lors de la première semaine, ce qui résulte en un taux de mortalité plus élevé.

#### 6- Pic d'éclosion

Aux deux colonies étudiées, plus de 73% des oeufs ont éclos entre les 2 et 13 juillet en 1978 (fig. 5). Cependant, nous avons observé des

éclosions jusqu'au 15 août, ce qui laisse supposer des pontes hâtives plus concentrées et des pontes tardives plus dispersées. Ainsi que l'ont observé Lagrenade et Mousseau (1981) chez les Goélands à bec cerclé (*Larus delawarensis*), le synchronisme est beaucoup plus grand lors des pontes hâtives, ce qui facilite l'incubation et entraîne un meilleur succès d'éclosion. Etant donné que la majorité des oeufs des nids-enclos ont éclos tôt en juillet (fig. 5), nous pouvons expliquer le succès d'éclosion élevé par le synchronisme qui a présidé à la ponte hâtive des couvées étudiées.

Les dates d'éclosion aux îles de la Madeleine (90% des oeufs sont éclos avant le 19 juillet) se rapprochent de celles rapportées par Courtney (1977) et Morris, Hunter et McElman (1976) au sujet de colonies des Grands Lacs. Leur taux de 90% d'éclosion est atteint, selon les colonies, entre le 18 juin et le 27 juillet. Par contre, les sternes de la lagune du Havre aux Basques nichent plus tard que celles du Massachussetts et de la région de New York: Nisbet et Drury (1972) rapportent un dernier oeuf éclos le 28 juin, Hays (1970) signale des pics d'éclosion entre les 21 et 25 juin 1967 et les 13 et 25 juin 1968, Cooper, Hays et Pessino (1970) mentionnent un pic entre le 25 juin et le 4 juillet. De son côté, Power (1964) souligne que la majorité des oeufs de Sterne commune n'éclosent pas avant la mi-juillet, dans les colonies de la côte nord du Saint-Laurent.

## CONCLUSION

*Sterna hirundo* et *Sterna paradisaea* ont connu une bonne saison de reproduction dans la lagune du Havre aux Basques en 1978.

Espèce dominante des colonies étudiées, la Sterne commune a obtenu des résultats comparables à ceux enregistrés par d'autres auteurs. Par contre, les succès de reproduction de la Sterne arctique se situent au-dessus de la moyenne rapportée. Nous croyons que des conditions environnementales favorables, entre autres l'abondance de nourriture, conjuguées à l'expérience des couples qui ont niché tôt en saison, sont à la base d'un meilleur succès de reproduction. Toutefois, il faut considérer sous réserve les résultats de *Sterna paradisaea*, puisque notre échantillonnage était de neuf (9) nids seulement.

Enfin, chez les Sternes communes, un âge moyen à l'envol de 26 jours et un fort taux de mortalité au cours de la semaine suivant l'éclosion apparaissent normaux pour l'espèce.

REFERENCES

- BENGSTON, S.A., 1971. Breeding Success of the Arctic Tern, *Sterna paradisaea* (Pontoppidan), in the Kongsfjord Area, Spitsbergen in 1967. — Norw. J. Zool., 19: 77-82.
- BULLOUGH, W.S., 1942. Observations on the Colonies of the Arctic Tern (*Sterna macrura* Naumann) on the Farne Islands. — Proc. Zool. Soc. Lond., 112 (A): 1-12.
- BURGER, J. and F. LESSER, 1979. Breeding behavior and Success in Salt Marsh Common Tern Colonies. — Bird-Banding, 50 (4): 322-337.
- CHALIFOUR, J., 1982. Alimentation, croissance et reproduction des Sternes communes (*Sterna hirundo* L.) et arctiques (*S. paradisaea* Pontopp.) aux îles de la Madeleine, Québec. — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Université de Montréal, Montréal, Québec, non publié, 135 p.
- CONNORS, P.G., V.C. ANDERLINI, R.W. RISEBROUGH, M. GILBERTSON and H. HAYS, 1975. Investigations of Heavy Metals in Common Tern Populations. — Can. Field-Nat., 89: 157-162.
- COOPER, D.M., H. HAYS and C. PESSINO, 1970. Breeding of the Common and Roseate Terns on Great Gull Island. — Proc. Linn. Soc. N.Y., 71: 83-104.
- COULSON, J.C. and J. HOROBIN, 1976. The influence of age on the breeding biology and survival of the Arctic tern *Sterna paradisaea*. — J. Zool. (Lond.), 178: 247-260.
- COURTNEY, P.A., 1977. Selected Aspects of Common Tern Reproductive Biology. — Mémoire de maîtrise (M. Sc.), Brock University, St. Catharines, Ontario, non publié, 84 p.

- DRURY, W.H., 1960. Breeding activities of Long-tailed Jaeger, Herring Gull and Arctic Tern on Bylot Island, Northwest Territories, Canada. — *Bird-Banding*, 31 (2): 63-79.
- EKLUND, C.R., 1944. Nesting notes on the Arctic Tern. — *Auk*, 61: 648.
- EVANS, R.M. and M.K. Mc NICHOLL, 1972. Variations in the Reproductive Activities of Arctic Terns at Churchill, Manitoba. — *Arctic*, 25 (2): 131-141.
- GOCHFELD, M. and D.F. FORD, 1974. Reproductive Success in Common Tern Colonies Near Jones Beach, Long Island, New York, in 1972: A Hurricane Year. — *Proc. Linn. Soc. N.Y.*, 72: 63-76.
- GRANDTNER, M.M., 1966. Premières observations phytopédologiques sur les prés salés des îles de la Madeleine. — *Nat. Can. (Qué.)*, 93: 361-366.
- HAWKSLEY, O., 1957. Ecology of a Breeding Population of Arctic Terns. — *Bird-Banding*, 28 (2): 57-92.
- HAYMES, G.T. and H. BLOKPOEL, 1978. Reproductive Success of Larids Nesting on the Eastern Headland of the Toronto Outer Harbour in 1977. — *Ont. Field Biol.*, 32: 1-17.
- HAYS, H., 1970. Great Gull Island Report on Nesting Species 1967-68. — *Proc. Linn. Soc. N.Y.*, 71: 105-119.
- JONES, L., 1906. A Contribution to the Life History of Common and Roseate Terns. — *Wilson Bull.*, 18: 35-47.
- KREMER, R.L., 1973. The Relationship between Clutch Size, Chick Growth, and Chick Survival in the Common Tern (*Sterna hirundo*). — *Mémoire de maîtrise (M. Sc.)*, Long Island University, C.W. Post College Brookville, New York, non publié, 32 p.

- LAGRENADE, M.-C. et P. MOUSSEAU, 1981. Reproduction des goélands à bec cerclé à l'île de la couvée, Québec, — Nat. Can. (Qué.), 108 (2): 119-130.
- LANGHAM, N.P.E., 1968. The Comparative Biology of Terns, *Sterna* spp. — Thèse de Doctorat (Ph. D.), University of Durham, non publié, 292 p.
- LANGHAM, N.P.E., 1972. Chick survival in Terns (*Sterna* spp.) with particular reference to the Common Tern. — J. Anim. Ecol., 41: 385-395.
- LE CROY, M. and C.T. COLLINS, 1972. Growth and survival of Roseate and Common Tern chicks. — Auk, 89: 595-611.
- LE CROY, M. and S. LE CROY, 1974. Growth and fledging in the Common Tern (*Sterna hirundo*). — Bird-Banding, 45 (4): 326-340.
- LEMMETYINEN, R., 1972. Growth and mortality in the chicks of Arctic Terns in the Kongsfjord area, Spitsbergen in 1970. — Ornis Fenn., 49: 45-53.
- LEMMETYINEN, R., 1973a. Breeding success in *Sterna paradisaea* Pontopp. and *S. hirundo* L. in southern Finland. — Ann. Zool. Fenn., 10: 526-535.
- LEMMETYINEN, R., 1973b. Clutch size and timing of breeding in the Arctic Tern in the Finnish archipelago. — Ornis Fenn., 50: 18-28.
- MORRIS, R.D. and R.A. HUNTER, 1976. Factors Influencing Desertion of Colony Sites by Common Terns (*Sterna hirundo*). — Can. Field-Nat., 90 (2): 137-143.
- MORRIS, R.D., R.A. HUNTER and J.F. Mc ELMAN, 1976. Factors affecting the reproductive success of common tern (*Sterna hirundo*) colonies on the lower Great Lakes during the summer of 1972. — Can. J. Zool., 54 (11): 1850-1862.
- NISBET, I.C.T. and W.H. DRURY, 1972. Measuring breeding success in common and roseate terns. — Bird-Banding, 43 (2): 97-106.

PALMER, R.S., 1941. A behaviour study of the common tern (*Sterna hirundo* L.).  
— Proc. Boston Soc. Nat. Hist., 42: 1-119.

PARSONS, J., 1970. Relationship between Egg Size and Post-hatching Chick  
Mortality in the Herring Gull (*Larus argentatus*). — Nature (Lond.),  
228 (5277): 1221-1222.

POWER, G., 1964. Breeding success of the common tern on the north shore of  
the gulf of St. Lawrence in 1961 and 1962. — Arctic, 17 (1): 51-53.



## REMERCIEMENTS

Je remercie d'abord monsieur Raymond McNeil, professeur titulaire au département de Sciences biologiques de l'Université de Montréal et directeur du Centre de recherches écologiques de Montréal (CREM), qui a accepté de co-diriger cette recherche et apporté des commentaires pertinents lors de la révision des manuscrits.

Je suis également redevable à monsieur Jean Burton, professeur invité de l'Université de Montréal et attaché de recherche au CREM, co-directeur et instigateur de ce projet; son expérience et sa collaboration furent particulièrement précieuses au cours des travaux sur le terrain.

Cette recherche a été facilitée par l'attribution d'une subvention de Pêches et Océans et l'octroi d'une bourse d'étude postgrade du Conseil National de Recherches en Sciences Naturelles et en Génie Canada.

Je sais gré à monsieur Christian Pilon de son aide lors de la cueillette des données, ainsi qu'à mademoiselle Claudette Blanchard, secrétaire au CREM, et à monsieur Patrick Chalifour qui ont gracieusement dactylographié ce mémoire.

Je veux aussi exprimer ma gratitude à mes parents, Suzanne et Antonio Chalifour, qui m'ont encouragé dans la poursuite de mes études; en plus de m'offrir l'hospitalité durant plusieurs semaines, ils ont assumé la garde de ma fille Geneviève afin de permettre l'achèvement de ce travail.

Enfin, toute ma reconnaissance à mon époux Robert Hornblower pour ses conseils et sa participation à l'analyse statistique des données, pour la révision de certains textes, ainsi que pour son appui constant et la patience dont il a su faire preuve.