

**Écologie hivernale de l'Eider à duvet dans l'archipel de
Mingan, golfe du Saint-Laurent**

QL

696

.A52

G83

E4B

**Magella Guillemette
et
John H. Himmelman**

**Département de biologie
Université Laval
et
GIROQ (Groupe interuniversitaire
de recherches océanographiques du Québec)**

Octobre 1988

**Rapport final
présenté
au Ministère Approvisionnement et Services, Canada
(14sd.ka313-5-2123)
au Service Canadien de la Faune et
au Service Canadien des Parcs**

Les banquises naissent, se rapprochent, se soudent les unes aux autres, et bientôt envahissent la surface de la mer jusqu'à l'horizon. On ne voit plus qu'une plaine de glace aux limites inconnues, coupée ça et là par des lacs d'eau salée. Ces lacs presque toujours placés près des îlots du large et sur des hauts fonds, sont dus à la force des courants et aux sources sous-marines. Ce sont ces lieux privilégiés qu'adoptent les eiders et les bucéphales pour lutter ensemble contre les rigueurs de la saison dure.

Henry de Puyjalon, 1894

RÉSUMÉ

La population d'Eiders à duvet hivernant dans le nord du golfe du Saint-Laurent est aux prises avec des conditions extrêmes d'environnement. La glace, le froid et la courte photopériode sont considérés ici comme étant les principaux facteurs limitants pour cette population. Nous émettions l'hypothèse au début de cette étude, que l'Eider à duvet doit maximiser l'assimilation d'énergie tout en minimisant les activités consommatrices d'énergie au courant de l'hiver. Des observations concernant l'écologie hivernale de cette population furent récoltées pendant les hivers 1985-1986 et 1986-1987 dans l'archipel de Mingan, sur la Moyenne Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent. La distribution et la densité des proies, le régime alimentaire, le budget d'activité, le comportement alimentaire et la condition physique des eiders furent simultanément abordés dans cette étude. Nos résultats indiquent que les eiders exploitent les habitats où la densité et la biomasse des proies sont les plus élevées de tout le milieu. Les Moules bleues et les Oursins verts s'avèrent les principales proies de l'eider en hiver. La Moule bleue et l'Oursin vert sont très abondants; les moules occupent cependant une faible (4 %) proportion de l'habitat tandis que l'Oursin vert se retrouve distribué régulièrement dans le milieu. L'effet du couvert de glaces est manifeste et diminue considérablement la disponibilité de la nourriture dans le milieu. Par contre, les principaux sites d'alimentation fréquentés par les eiders semblent être moins touchés par l'englacement en raison de la turbulence des eaux créée par les courants de marée et par les vents. Les eiders ont passé significativement moins de temps à s'alimenter au début qu'à la fin de l'hiver. Cette diminution de l'activité d'alimentation fut compensée par une sélection accrue des zones de faibles profondeurs et à forte densité de proies et conséquemment, par une plus grande efficacité de l'alimentation dans cet habitat. Les eiders ont également sélectionné au courant de l'hiver les sites où la fréquence d'eau libre était la plus élevée, ce qui pourrait se traduire par une importante économie du temps (et d'énergie) passé en vol. L'analyse de la condition physique nous indique que les réserves métaboliques sont faibles pour un oiseau de cette taille.

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES.....	i
1.0 INTRODUCTION.....	2
2.0 MÉTHODOLOGIE.....	3
3.0 RÉSULTATS.....	8
3.1 Utilisation des ressources.....	8
3.2 Budget d'activité et comportement alimentaire.....	23
3.3 Condition physique.....	27
4.0 DISCUSSION.....	33
4.1 Utilisation des ressources.....	33
4.2 Budget d'activité.....	35
4.3 Condition physique.....	36
5.0 CONCLUSION.....	37
6.0 BIBLIOGRAPHIE.....	38
REMERCIEMENTS.....	42

1.0 INTRODUCTION

Plusieurs ornithologues ont décrit l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent comme étant des sites importants pour la nidification de même que pour l'alimentation et le repos de plusieurs espèces d'oiseaux en période migratoire. Par contre, peu d'informations existent sur l'écologie des oiseaux de mer en période hivernale pour cette région. Des informations récentes nous indiquent cependant que le Saint-Laurent doit être considéré comme l'une des principales aires d'hivernage de canards de mer de l'Atlantique Nord (Reed et Bourget, 1977). La majorité de ces populations sont constituées d'Eiders à duvet (*Somateria mollissima*) et de Canards kakawi (*Clangula hyemalis*), bien qu'en plus des anatidés, les laridés, les falconiformes et les alcidés constituent l'ensemble de ces communautés aviennes (Ouellet, 1975; Reed et Bourget, 1977; Guillemette et Guillemette, 1982; Goudie, 1982).

L'Eider à duvet demeure par contre la principale espèce d'oiseau du golfe du Saint-Laurent en cette période de l'année. Environ 155,000 de ces oiseaux hivernent dans la portion nord du golfe où 90% des effectifs se concentrent dans les eaux baignant l'archipel de Mingan sur la Moyenne Côte-Nord et les secteurs sud et est de l'île d'Anticosti (Bourget *et al.*, 1986). D'après ces auteurs, ces régions constituent les quartiers d'hiver pour une bonne partie de cette population d'Eiders à duvet, qui provient d'ailleurs d'aires nordiques de nidification (*S. m. borealis*, en partie) (Gillepsie et Learning, 1974; Palmer, 1976).

1.1 Conditions d'hivernage

La population d'Eiders à duvet hivernant dans le nord du golfe du Saint-Laurent est aux prises avec des conditions extrêmes d'environnement. La présence de glaces, le froid, et une durée du jour réduite sont autant de facteurs qui rendent les conditions d'hivernage particulièrement difficiles pour cette population d'oiseaux. Nous définissons la saison hivernale comme étant la période s'étendant du début de décembre jusqu'à la fin de mars. Le début de l'hiver est considéré ici comme étant les mois de décembre et janvier tandis que la fin de l'hiver concerne les mois de février et mars. Les mois de novembre et d'avril sont considérés respectivement dans ce rapport comme étant les périodes post-migratoires et pré-migratoires.

1.11 Englacement

Nous entrevoyons trois effets possibles du couvert de glaces sur cette population d'Eiders à duvet. Le premier est une diminution de la disponibilité des aires d'alimentation. Le deuxième est une diminution de l'efficacité d'alimentation car la présence d'un couvert de glaces aux endroits de faibles profondeurs pourrait forcer ces canards à plonger plus profondément. Le troisième effet possible de l'englacement est une augmentation potentielle du temps passé en vol étant donné le caractère hautement dynamique de ce phénomène (champ de glaces en mouvement) dans le du golfe du Saint-Laurent (Markham, 1980).

1.12 Froid

Le froid peut engendrer une augmentation de la demande énergétique pour les besoins de la thermorégulation (Blem, 1976; Dunn, 1979). Plusieurs auteurs ont suggéré que la diminution des réserves métaboliques durant l'hiver était le fruit d'une balance énergétique négative causée par le froid

(Bennet et Bolen, 1979; Peterson et Ellarson, 1979; Reinecke et al., 1982; Whyte et al., 1986).

1.13 Photopériode

L'Eider à duvet est reconnu comme un prédateur diurne (Pethon, 1967; Player, 1971; Nilsson, 1972; Campbell, 1978; Minot, 1980). L'hiver coïncide avec les photopériodes* minimales de l'année ce qui pourrait limiter considérablement la durée de l'alimentation. La photopériode pourrait même expliquer la migration de cette population nordique vers le sud car il existe des polynies tout au courant de l'hiver dans l'arctique canadien (Prack et al., 1981).

Nous croyons que les conditions hivernales peuvent avoir un impact réel sur l'écologie de cette espèce et que de telles conditions forcent l'Eider à duvet à se comporter de façon optimale. Notons que c'est durant décembre et janvier que ces trois facteurs peuvent agir simultanément. L'hypothèse la plus générale que nous émettions au début de cette étude est que l'Eider à duvet doit maximiser l'assimilation d'énergie tout en minimisant les activités consommatrices d'énergie au courant de l'hiver. La stratégie d'hivernage que l'Eider à duvet peut adopter doit être abordée simultanément de trois façons, soit 1) en analysant l'utilisation des ressources alimentaires, 2) en évaluant le bilan d'activité et le comportement alimentaire et 3) en analysant les réserves métaboliques de cet oiseau. Nous présentons ici les résultats d'une investigation menée pendant les hivers 1985-1986 et 1986-87.

2.0 MÉTHODOLOGIE

Cette étude s'est déroulée dans l'archipel de Mingan sur la Moyenne Côte-Nord du golfe du Saint-Laurent (figure 1). Notre investigation fut menée spécifiquement dans la partie est de l'archipel, sur la portion sud-est de l'île à la Chasse. Ce territoire est caractérisé par un complexe de récifs et de hauts fonds et une exposition aux vents dominants particulièrement élevée.

2.1 Utilisation des ressources

2.11 Échantillonnage du benthos

Deux types d'échantillonnage furent conduits en plongée sous-marine dans le but de quantifier la distribution et l'importance relative de chacune des proies occupant notre site d'étude. Le premier consiste à disposer 7 transects équidistants et perpendiculaires à la côte où un premier plongeur note le début et la fin de chacune des communautés. Chacun des transects étaient d'environ 2 km de longueur et gradués à tous les 5 m. La profondeur et le type de substrat rencontrés sont notés à tous les 20 m par un deuxième plongeur. Un deuxième échantillonnage consiste à disposer des transects radiaux de 200 m de long pour chacun des récifs de notre aire d'étude. Chaque récif était couvert par au moins 2 transects (l'un au sud, l'autre au nord). Pour chaque transect radial, des quadrats de 0.25 m² sont disposés à tous les 10 m (échantillonnage systématique) où chaque espèce est dénombrée. Toutes ces informations furent notées sous l'eau par l'emploi de tablettes sous-marines conçues à cette fin.

* Photopériode est ici synonyme de durée du jour sensu Aschoff (1981)

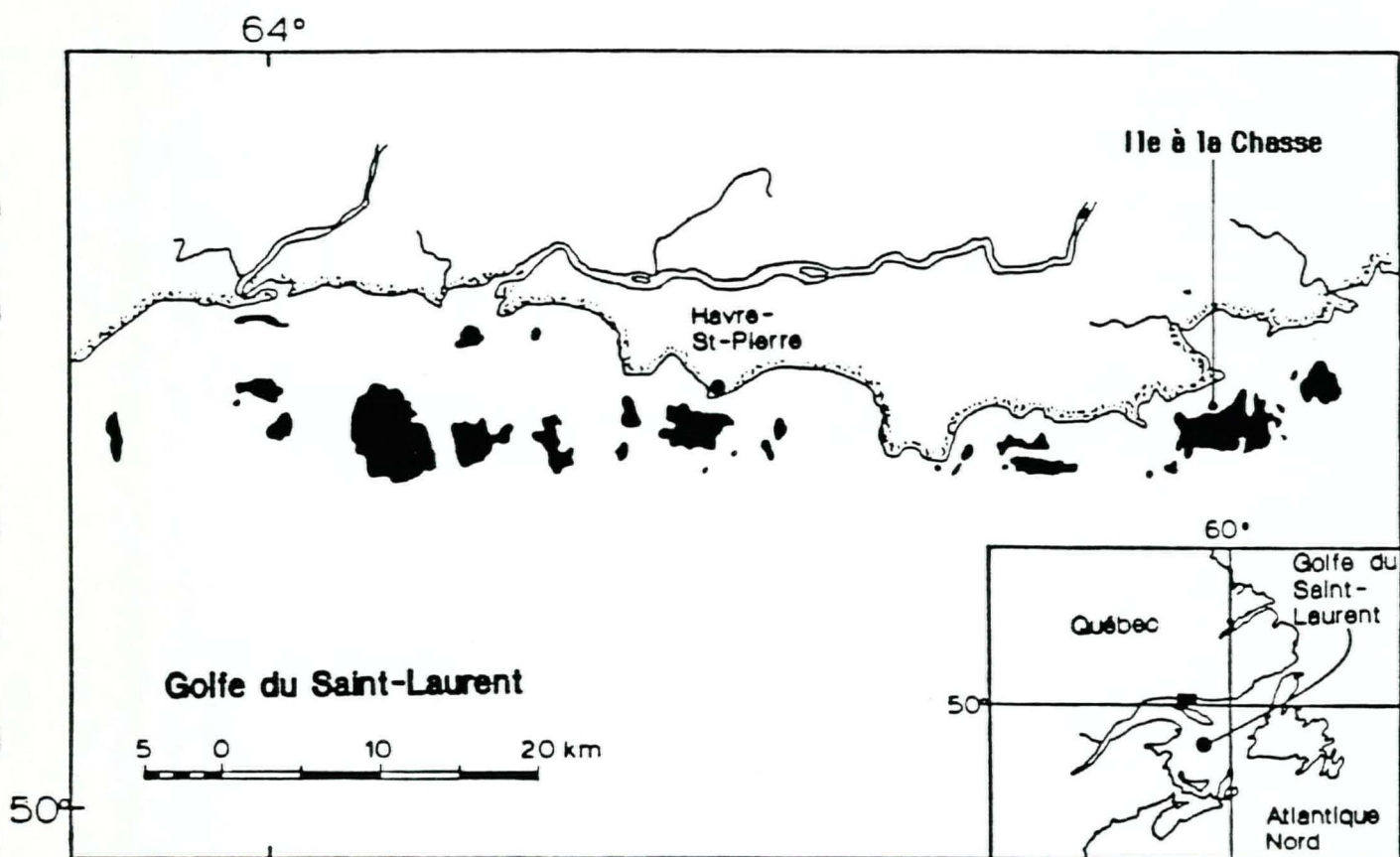


Figure 1. Localisation du site d'étude

2.12 Régime alimentaire

L'étude du régime alimentaire fut réalisée sur des spécimens capturés avec l'aide d'un fusil. Deux types de captures bien distinctes furent obtenues; l'une impliquant une chasse aux appelants où les spécimens capturés sont de provenance inconnue, l'autre impliquant une chasse à l'affût sur des oiseaux s'alimentant activement à un site connu. Seul le premier type de captures est considéré dans notre analyse statistique car les spécimens du deuxième type ne constituent pas des échantillons indépendants, surtout si l'on veut dégager des tendances temporelles. L'analyse en laboratoire comprend à la fois les gésiers et les oesophages de chaque spécimen. L'analyse fut réalisée de façon à obtenir les renseignements suivants:

- a) L'analyse volumétrique, qui est la détermination du volume respectif de chaque espèce de proies pour laquelle nous calculons la proportion relative.
- b) La fréquence de présence, qui est le nombre de gésiers contenant au moins un individu d'une espèce de proie sur le nombre total de gésiers examinés.
- c) La mesure du poids de chacune des espèces pour laquelle nous calculons la proportion relative.

Pour des raisons pratiques, seule la mesure basée sur le poids sera considérée dans notre analyse statistique ($R^2 = 0.95$ entre le poids et la mesure volumétrique) tandis que la fréquence de présence nous permettra de calculer des indices d'électivité. Nous avons employé l'indice d'électivité d'Ivlev (1961) qui est le rapport entre la fréquence d'une proie "i" dans l'estomac et la fréquence de cette même proie "i" dans l'environnement. La proportion relative de chaque proie (poids) fut transformée (arcsin de la racine carrée de x) dans le but de normaliser la distribution des différentes proportions et d'effectuer une analyse de variance (ANOVA) à un facteur de classification. Un test à posteriori (Student Newman Keuls) fut par la suite conduit pour déceler lesquelles des moyennes différaient entre elles.

2.13 Utilisation et sélection de l'habitat

Nous avons cartographié les zones de Moules bleues et les zones d'oursins adjacentes (=zones de récifs) à partir de photographies aériennes couleurs et noir et blanc ainsi que de transects radiaux exécutés en plongée sous-marine (figure 5). Un inventaire exhaustif de tous les groupes d'eiders occupant notre aire d'étude fut conduit deux fois par jour, et ce de quatre à dix jours par mois de la mi-décembre à la fin de mars. Pour tous les groupes inventoriés le nombre d'individus de même que l'activité de chaque groupe furent enregistrés. Tous les groupes inventoriés furent localisés par triangulation avec l'aide de boussoles et de théodololites à partir de tours d'observation. Tous ces groupes furent rapportés par la suite sur la carte des zones de récifs ce qui nous a permis de connaître l'utilisation de ces zones par les eiders durant l'hiver. Un test de G fut conduit sur les proportions obtenues suivi d'un test de comparaison multiple (STP de Sokal et Rohlf, 1981). Toutes les bandes d'eiders furent également rapportées sur une carte bathymétrique dans le but de connaître à quelle profondeur les eiders s'alimentaient. La carte bathymétrique fut conçue à partir de 45 transects parcourus avec une sondeuse Ross modèle 805.

La présence ou l'absence de glaces sur notre aire d'étude fut enregistrée immédiatement après chaque localisation des groupes d'eiders, sur la base des critères suivants:

- 1) entre 0 et 25% de recouvrement (de la zone d'étude)

- 2) entre 25 et 50% de recouvrement
- 3) entre 50 et 75% de recouvrement
- 4) entre 75 et 100% de recouvrement

Pour chaque zone de récifs nous avons évalué au courant de l'hiver la présence ou l'absence de glaces selon trois critères, soit 0 = eau libre, 1 = partiellement dégagé et 2 = complètement obstrué. Étant donné que les eiders peuvent utiliser un site avec très peu d'eau libre, nous avons regroupé les catégories 0 et 1 pour ainsi obtenir la fréquence d'eau libre pour un site. Nous avons consulté également les cartes composites du Centre Canadien de Prévion des Glaces dans le but de comparer le recouvrement des glaces de la région toute entière (Baie-Johan Beetz- Havre-Saint-Pierre) avec celui rencontré sur notre site d'étude.

2.2 Budget d'activité et comportement alimentaire

2.21 Budget d'activité

Nous avons évalué le pourcentage de temps alloué par l'eider à chaque activité chez l'Eider à duvet en utilisant la méthode d'échantillonnage concentré (focal animal sampling, Altman, 1974). Cette méthode nécessite le suivi d'un animal en continu pendant un temps prédéterminé. Nous avons chronométré à la seconde près, pour chaque individu-focal, le temps passé dans 6 catégories de comportement déterminées au préalable, soit:

- 1) Alimentation: qui consiste à plonger, manipuler une proie et à effectuer une pause avant le plongeon suivant
- 2) Barbotage: qui consiste à s'alimenter la tête sous l'eau sans être submergé complètement
- 3) Nage: qui consiste à se déplacer volontairement sur l'eau. On peut noter cette activité entre deux séances alimentaires, entre deux séances de repos, lors du déplacement d'une aire d'alimentation à une autre
- 4) Confort: qui regroupe l'étirement et le battement des ailes, l'épouillage, le lissage des plumes et la baignade
- 5) Repos: qui se définit négativement c'est à dire que le comportement d'un oiseau est classifié dans cette catégorie lorsque ce dernier n'arborera aucun des comportements décrits précédemment et qu'il sera inactif. Lors d'une séance de repos, il arrive souvent que ces oiseaux insèrent leur bec dans leur plumage
- 6) Autres: cette catégorie regroupe tous les comportements non traités ici tel la parade, l'agression, l'alerte etc.

Chaque individu-focal est suivi pendant au moins 30 min et seules les 30 premières min d'un focal sont utilisées dans notre analyse. Nous avons tenté d'uniformiser l'effort d'observation en réalisant un

même nombre de demi-heures pour quatre blocs d'observation différents, soit du lever du soleil-09h00 , 09h00-12h00 , 12h00-15h00, 15h00-coucher du soleil. Chaque individu focal était distinguable sur des critères du plumage (mâle , femelle, immatures, adultes etc.) ce qui nous permettait de le suivre à nouveau après une plongée. Enfin, avant le début de chaque observation le nombre d'individus "observables" était évalué, parmi lesquels nous tirions au hasard (avec un dé) un eider échantillon. Une seule focale par individu dans une journée était réalisée dans le but de souscrire à l'indépendance des échantillons, qui est une condition d'application des tests statistiques. Nous avons répété cette procédure de la mi-décembre à la fin avril. Une analyse de variance non-paramétrique pour échantillons inégaux fut conduite sur les résultats dans le but de dégager les tendances des différents comportements au courant de l'hiver.

2.22 Comportement alimentaire

Deux cent trente séries alimentaires (=2800 séquences) furent chronométrées à partir de tours d'observation sur notre aire d'étude. Pour chaque série nous avons localisé et identifié le type d'individus (mâle , femelle, immatures, adultes etc.) de même que le nombre d'individus accompagnant notre individu focal. Tous les cas de localisations douteuses ont été soustraits de notre analyse. Nous avons classifié le résultat de chaque plongeon selon quatre catégories de proie, soit "gros oursins", "crabes", "petits oursins" ou "nuls". Les trois premières catégories nécessitaient invariablement une période de manipulation de la part des eiders avant l'ingurgitation tandis que l'épithète " nuls" signifie qu'il n'a pas eu de manipulation. Les plongeurs nuls sont caractérisés par une ingurgitation instantané des proies dès le retour à la surface. Les plongeurs nuls comportent deux catégories. Ceux localisés dans les moulières (0-6 m) et ceux localisés en dehors des moulières(6-12 m).

Nous avons procédé à un test d'indépendance sur les trentes premières séries de notre échantillonnage (serial randomness test, Zar, 1984) dans le but de savoir si toutes les séquences composant une série s'avèrent indépendantes entre elles. Comme 80 % des plongeurs et 100 % des pauses se sont avérés indépendantes($P < 0.05$) dans notre sous-échantillon, nous considérons les 2800 séquences de notre échantillonnage indépendantes entre elles. Un test de Kolmogorof-Smirnov nous indique que la distribution de fréquence des différentes séquences ne suit pas une loi normale dans la majorité des cas ($P < 0.01$). C'est pourquoi une analyse de variance non-paramétrique (Kruskal-Wallis) fut utilisée dans nos analyses. Lorsque la comparaison de "K" moyennes détectait une hétérogénéité un test à posteriori de comparaisons multiples pas à pas pour échantillons inégaux était conduit (Scherrer, 1984).

2.3 Condition physique

Deux cent soixante-treize eiders furent récoltés au courant des hivers 85-86 et 86-87. Nous avons enregistré tout de suite après la capture le poids frais de l'animal au gramme près. Pour chaque spécimen nous avons corrigé le poids frais en soustrayant le poids du contenu de l'oesophage et du gésier de même que le poids du contenu intestinal. Nous avons broyé dans un broyeur commercial chaque spécimen entier (éplumé) dont nous avons préalablement vidé le contenu en eau de l'appareil intestinal. Deux échantillons de 100 g chacun étaient prélevés de l'homogénat et séchés dans une étuve à 60 °C jusqu'à l'atteinte d'un poids constant pour obtenir ainsi le poids en eau de ces échantillons. On mélangeait par la suite ces échantillons séchés dans un broyeur domestique pour obtenir un second homogénat à partir duquel un duplicata était tiré. Enfin nous avons mesuré le contenu en lipides de nos spécimens par extraction à l'ether de pétrole avec l'aide d'un appareil de type Rafatec.

3.0 RÉSULTATS

3.1 Utilisation des ressources

3.11 Description de l'habitat

Nous présentons à la figure 2 l'importance relative de chacune des communautés telle qu'inventoriée sur 7 transects équidistants perpendiculaires à la côte. On remarque sur cette figure que la frange infralittorale, colonisée par les algues brunes Laminaria digitata et Alaria esculenta, occupe une faible proportion de l'habitat (environ 4 %). Cette zone est d'une grande importance pour l'Eider à duvet puisque c'est seulement à l'intérieur de cette zone qu'on retrouve les bancs de Moules bleues. Aucune Moule bleue n'est présente en dehors de cette zone et c'est pourquoi nous employerons indifféremment ici les vocables frange infralittorale et zone de moules. La zone dénudée à oursins est par contre beaucoup plus importante que la zone de moules et occupe à elle seule près de 40 % de l'habitat disponible. Cette communauté est le résultat de l'activité intense de broutage de la part des Oursins verts, qui est l'espèce clé de cet écosystème. La prochaine zone en importance est la zone dominée par Agarum cribrosum une algue brune résistante au broutage. Enfin, on note une quatrième zone d'importance (20 % de recouvrement) soit la zone à Ptilota serrata, une algue rouge qui est aussi résistante au broutage des oursins.

On constate sur le tableau 1 que la zone dénudée à oursins est distribuée à peu près régulièrement dans toutes les profondeurs. La zone d'Agarum apparaît pour sa part surtout entre 3 et 12 m de profondeur tandis que la zone de Ptilota est localisée plus profondément. Le point important de ce tableau est que la frange infralittorale et le banc de moules qui lui est associé occupe une position de refuge localisée entre 0 et 6 m de profondeur. En fait, la frange infralittorale se retrouve sur des récifs où la turbulence et le courant sont élevés permettant aux bancs de macrophytes d'occuper une position à l'abri des brouteurs. La raison pour laquelle les moules se confinent essentiellement à l'intérieur de ces bancs de laminaires et d'Alaria est fort probablement relié à un phénomène de prédation de la part des étoiles de mer (Himmelman et Dutil, 1985) ou même des Oursins verts (Himmelman *et al.*, 1983a).

Il résulte de ces phénomènes que les moulières et les zones d'oursins adjacentes (figure 3) ont une distribution en plaques qui correspond à celle des récifs sur le site d'étude. Ces zones de récifs (figure 4) se retrouvent près de la côte jusqu'à 2 km au large (figure 5).

Pour chacune des zones mentionnées précédemment nous avons estimé la densité des organismes. On peut voir au tableau 2 que la frange infralittorale est caractérisée par une très forte densité de moules qui surpasse largement la densité de tous les autres organismes. Cette zone est caractérisée aussi par une forte quantité de petits gastéropodes épiphytes Lacuna vincta et Margarites spp. et, dans une moindre mesure, par la présence des microbrouteurs épibenthiques Acmaea testudinalis et Tonicella spp. On remarque aussi sur ce tableau la prépondérance de l'Oursin vert partout dans l'habitat et le fait que nous retrouvons seulement le Crabe araignée (Hyas araneus) dans la zone d'Agarum tandis que le buccin (Buccinum undatum) se distribue assez régulièrement dans l'habitat.

3.12 Régime alimentaire

Nous avons calculé la fréquence de présence d'une proie potentielle dans tout l'habitat (substrat rocheux, 0-20 m). On compare ce résultat à la fréquence avec laquelle nous avons retrouvé une proie dans

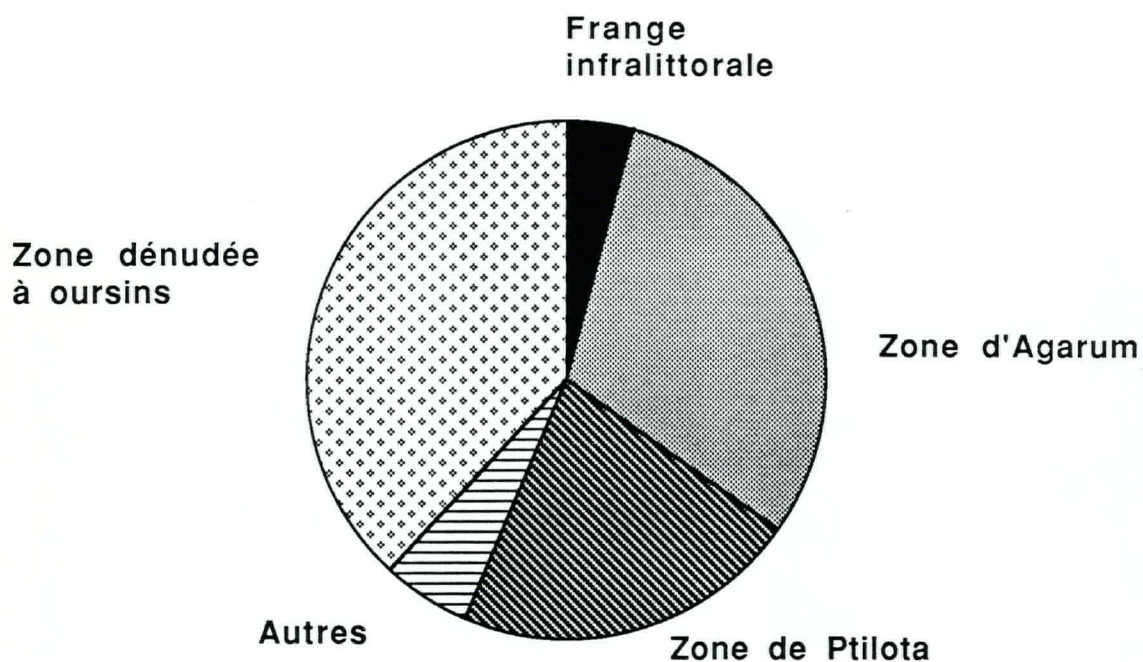


Figure 2. Fréquence de présence des différentes communautés dans la zone infralittorale (0-20 m).

Tableau 1. Fréquence de présence (%) des communautés benthiques pour différentes profondeurs.

Type de communauté	Profondeur (m)						
	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21
Frange infralittorale	57.4	42.6	0	0	0	0	0
Zone dénudée	13.2	6.1	14.6	22.2	15.1	15.6	13.2
Zone d'Agarum	3.9	32.4	26.8	24.6	10.6	1.7	0
Zone de Ptilota	0	0	0	21.5	35.5	31.4	11.6

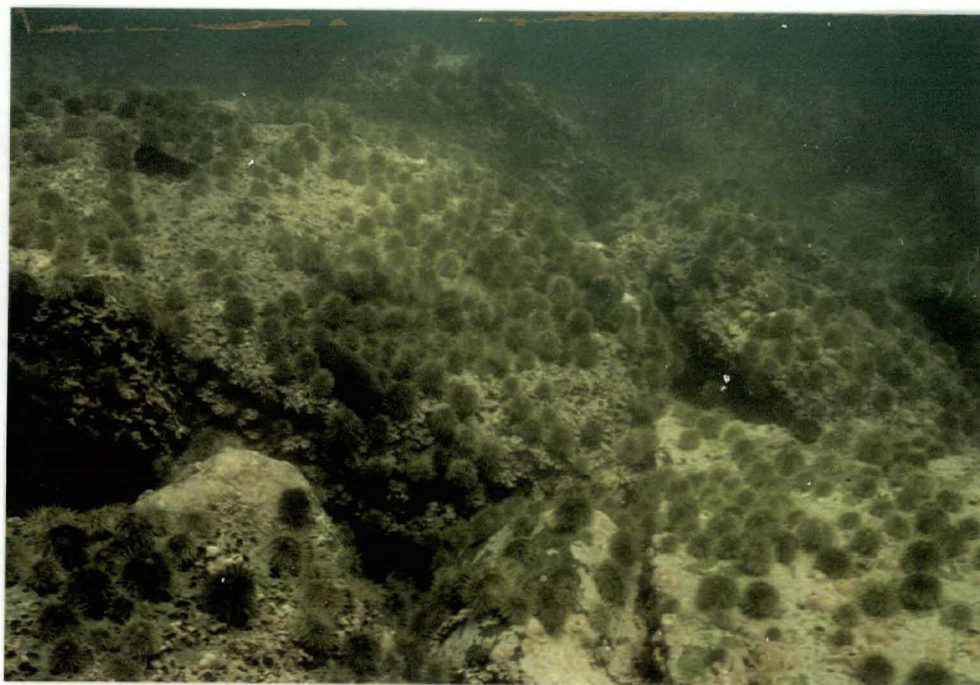


Figure 3. Prise sous-marine d'une zone dénudée à oursins. On note la grande abondance de l'oursin vert dans cet habitat.

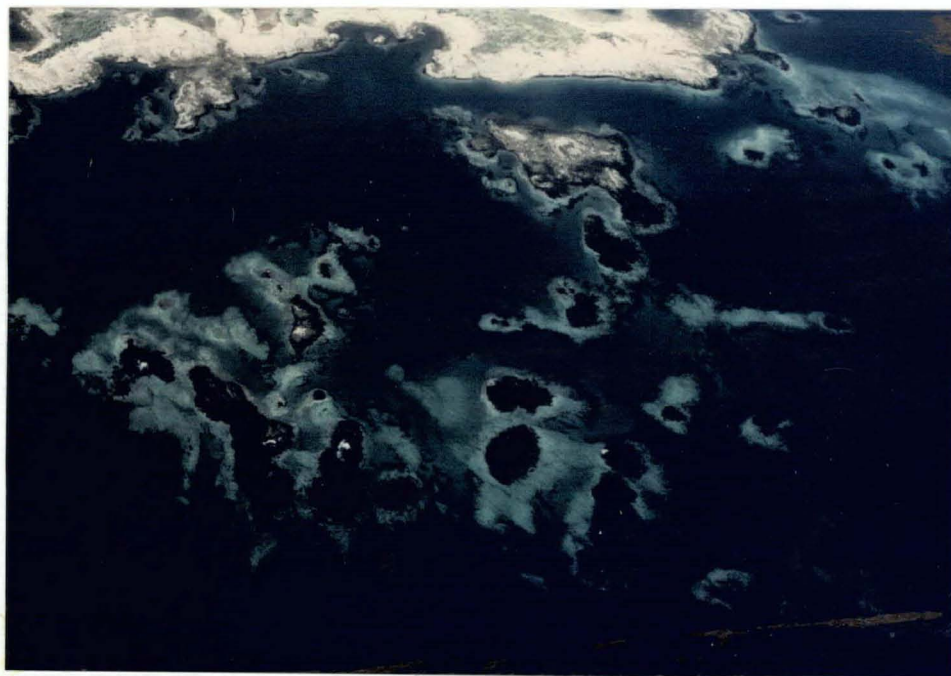


Figure 4. Vue aérienne (1000 m d'altitude) d'une zone de récifs typique, les plaques foncées correspondent à la frange infralittorale à l'intérieur de laquelle on retrouve les moules bleues, les zones vertes pâles correspondent aux zones dénudées à oursins de la figure 3.

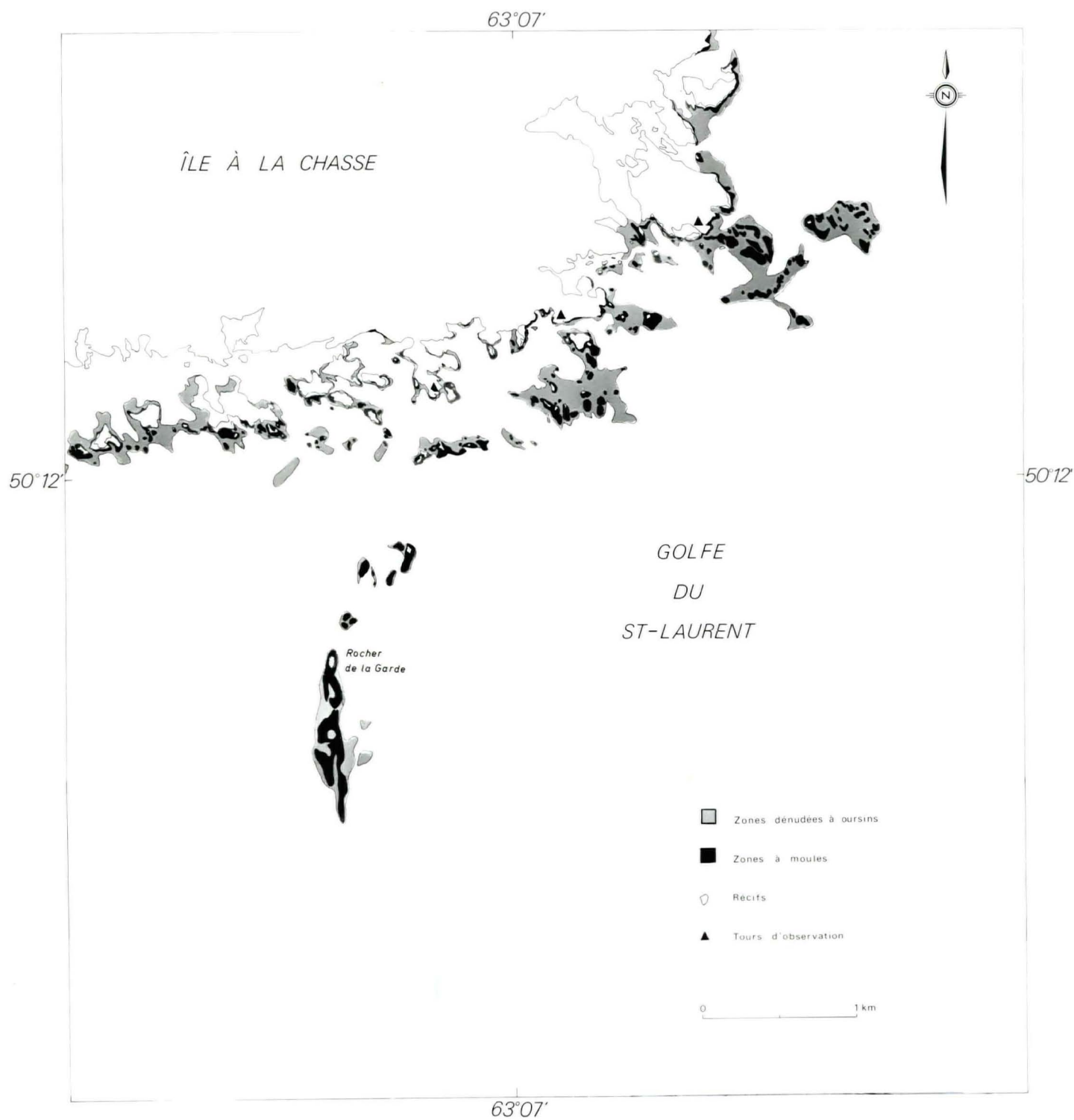


Figure 5. Localisation des différentes zones de récifs sur le site d'étude.

Tableau 2. Densité des proies potentielles en n·m⁻² (écart-type) pour différentes communautés.

12

Proies	Communautés			
	Frange infralittorale	Zone dénudée	Zone d' <u>Agarum</u>	Zone de <u>Ptilota</u>
<u>S. droebachiensis</u>	29.4 (43.8)	84.8 (62.6)	42.6 (43.0)	25.3 (19.1)
<u>Ophiopholis aculeata</u>	a	a	a	a
Asteridés	1.2 (2.8)	1.0 (2.2)	2.3 (3.7)	2.2 (2.9)
<u>Psolus fabrici</u>	0	1.4 (6.5)	3.9 (15.4)	0.9 (2.7)
<u>Cucumaria frondosa</u>	0	0.1 (0.7)	0.2 (1.1)	0.4 (1.3)
<u>Mytilus edulis</u>	28900. (23300.)	0	t	0
<u>Buccinum undatum</u>	0.8 (2.1)	0.9 (2.1)	1.8 (3.1)	2.2 (4.1)
<u>Littorina littorea</u>	0	1.0 (9.2)	0	0
<u>Lacuna vincta</u>	330.0 (243.2)	0	617.0 (330.6)	c
<u>Margarites</u> spp.	106.0 (147.6)	r	553.3 (288.3)	c
<u>Modiolus modiolus</u>	0	0.5 (2.7)	0.4 (1.7)	2.2 (4.1)
<u>Acmaea testudinalis</u>	15.3 (29.8)	7.5 (13.4)	5.4 (10.7)	0.8 (1.8)
<u>Tonicella</u> spp.	4.0 (7.4)	3.4 (7.1)	9.9 (11.5)	3.1 (3.9)
<u>Hyas araneus</u>	0	0	0.5 (1.4)	0
<u>Cancer irroratus</u>	0	0	t	0
<u>Pagurus</u> spp.	0.1 (0.5)	0.4 (1.2)	0.6 (1.8)	0

a organisme abondant dans tout l'habitat pour lequel aucune estimation quantitative n'a été tentée

c organismes communs dans cette zone pour lesquels aucune estimation quantitative n'a été tentée

r rare dans cette zone

t trace

les estomacs d'Eiders à duvet ($n=121$, hiver 85-86 seulement). Nous remarquons à partir du tableau 3 que la sélection pour la Moule bleue est élevée en raison de l'importance restreinte de la zone de moules dans l'habitat. On note aussi que la sélection de l'Oursin vert est faible malgré le fait que la fréquence de présence de cette espèce dans les estomacs d'eiders est seulement un peu plus faible que celle de la Moule bleue. Ce qui s'explique par la présence régulière de l'oursin dans tout l'habitat. D'une façon inverse, la sélection des crabes par les eiders est élevée en raison de la faible abondance de ce type de proies dans l'habitat.

La fréquence de présence d'une proie chez un prédateur n'est pas le seul élément à considérer dans une analyse du régime alimentaire. Nous présentons à la figure 6 la proportion relative des différentes proies retrouvées dans les estomacs d'eiders au courant des hivers 85-86 et 86-87. Nous insistons sur le fait ici qu'il est hasardeux de statuer sur l'importance relative d'une proie à partir des contenus stomacaux étant donné le problème de digestion différentielle des proies. Nous avons regroupé les deux hivers sur la base d'une absence de différences significatives pour le mois de février ($P > 0.05$). On remarque sur cette figure que la Moule bleue, l'Oursin vert et le Crabe araignée forment l'essentiel du régime alimentaire de cet oiseau. La proportion de moules est constante pour les mois de décembre, janvier, février et mars mais augmente considérablement au mois d'avril ($P = 0.007$, test SNK). La proportion d'oursin est significativement plus importante durant les mois de janvier, février et mars que pour le début ou la fin de l'hiver ($P = 0.04$, test SNK, tableau 4). Toutes les autres proies ne diffèrent pas au courant de l'hiver (ANOVA, $P > 0.05$).

Toutes les moules et les oursins que nous avons retrouvés dans les oesophages d'eiders furent mesurés en excluant ceux retrouvés dans les gésiers, pour éviter ainsi de mesurer moins fréquemment les grosses proies qui sont broyées avant les petites. Les tailles moyennes de toutes les proies sont présentées au tableau 5. On remarque que les moules prélevées par les eiders sont très petites (0.97 cm en moyenne) tandis que les oursins prélevés se situaient pour la plupart entre 2 et 4 cm de diamètre.

3.13 Sélection de l'habitat

3.131 Sélection du site d'étude

Le nombre moyen d'eiders recensés sur le site d'étude varie considérablement au courant d'une quinzaine de jours (plus de 100 % de variation dans certains cas) et au courant d'un hiver mais semble suivre un patron similaire durant les deux hivers (figure 7). D'une façon générale les nombres maximum d'eiders furent notés durant le début de janvier pour diminuer d'une façon graduelle jusqu'à la fin de mars. Ces nombres maximum coïncident d'ailleurs avec la présence des grosses bandes (1000-10000 ind.) sur le site d'étude au mois de décembre et janvier. D'une façon inverse les petites bandes (< 100 ind.) augmentent avec le passage de l'hiver pour constituer plus de 65% des groupes recensés au mois de mars (figure 7).

Nous avons relié le nombre d'eiders présents sur le site d'étude avec certains facteurs abiotiques tel que la vélocité du vent, la hauteur de la marée, la température minimale quotidienne, le pourcentage de glace rencontré sur le site d'étude et dans la région et enfin la durée du jour. Comme ces variables peuvent être corrélées entre elles, nous avons calculé les corrélations partielles dans le but de dégager l'effet possible de variables confondantes (le temps par exemple). Les corrélations partielles permettent de calculer la relation entre deux variables tout en tenant compte de l'influence des autres variables et permettent une interprétation plus fine des résultats (Legendre et Legendre, 1984). Les résultats sont présentés au tableau 6. On note que la température, la photopériode et la vélocité du vent sont négativement corrélées avec le nombre d'eiders sur le site d'étude dans le calcul des corrélations simples. Seule la photopériode demeure significative parmi ces mêmes trois facteurs lorsque l'on considère les

Tableau 3. Fréquence de présence des proies dans le milieu (% de présence dans des quadrats de 0.25 m²) comparée à la fréquence de présence dans le régime alimentaire de l'eider, et indice d'électivité de Ivlev (1961).

Proies potentielles	Fréquence dans le milieu	Fréquence dans les estomacs	Indice d'électivité
Échinodermes			
<u>S. droebachiensis</u>	99.2	54.3	0.6
<u>Ophiopholis aculeata</u>	81.2	0.0	—
Astéridés	36.0	0.0	—
<u>Psolus fabricii</u>	4.8	0.0	—
<u>Cucumaria frondosa</u>	2.8	0.0	—
Mollusques			
<u>Mytilus edulis</u>	5.8	63.6	11.0
<u>Buccinum undatum</u>	26.5	12.4	0.5
<u>Littorina littorea</u>	2.8	16.3	5.8
<u>Lacuna vincta</u>	36.6	6.2	0.2
<u>Margarites</u> spp.	54.1	19.2	0.4
<u>Modiolus modiolus</u>	10.5	0.0	—
<u>Mya truncata</u>	3.3	0.0	—
<u>Hiatella arctica</u>	—	9.3	—
<u>Acmaea testudinalis</u>	29.5	9.3	0.3
<u>Tonicella</u> spp.	19.4	8.5	0.4
Crustacés			
<u>Hyas araneus</u>	2.3	20.2	8.8
<u>Cancer irroratus</u>	0.2	1.6	8.0
<u>Pagurus</u> spp.	25.0	3.1	0.1
<u>Pandalus</u> spp.	8.8	0.0	—

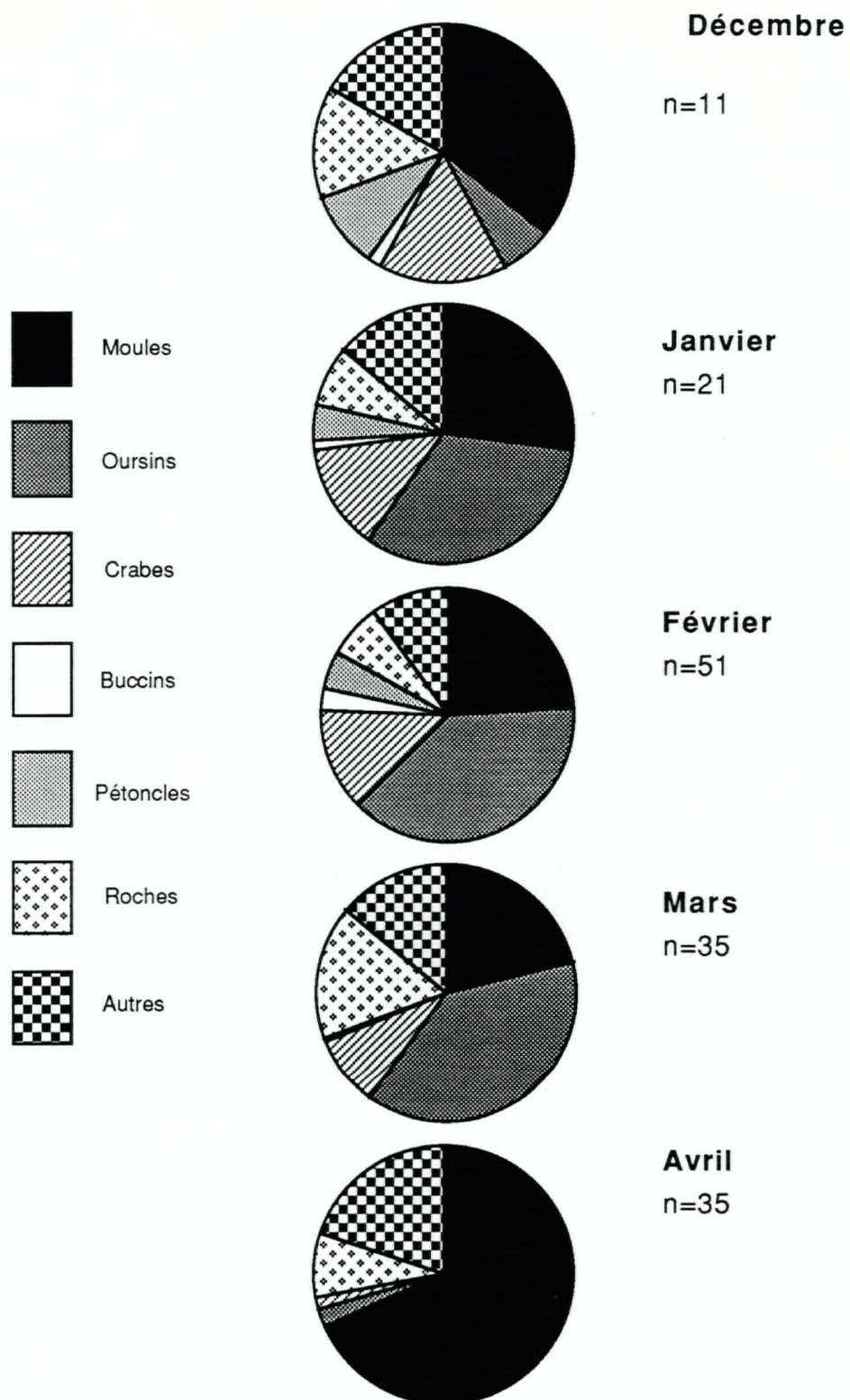


Figure 6: Régime alimentaire de l'Eider à duvet selon 5 mois de l'année

Tableau 4. Proportions de moules et d'oursins retrouvées dans les estomacs d'Eiders à duvet pour différents mois de l'hiver.

16

Proies	Mois				
	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Moules ¹	0.347 ^a	0.270 ^a	0.241 ^a	0.212 ^a	0.672 ^b
Oursins	0.066 ^y	0.329 ^x	0.389 ^x	0.389 ^x	0.021 ^y

¹Toute les proportions d'une même ligne diffèrent à $p < 0.05$ (SNK) si les indices en exposant diffèrent.

Tableau 5. Longueur ou diamètre moyens de différentes proies retrouvées intactes dans les oesophages d'Eiders à duvet.

Proie	Nombre d'individus mesurés	Longueur moyenne cm (écart-type)	
<u>S. droebachiensis</u> *	29	3.08	(0.99)
<u>Hyas araneus</u>	20	3.96	(0.56)
<u>Cancer irroratus</u>	4	3.05	(0.25)
<u>Mytilus edulis</u>	7520	0.97	(0.41)
<u>Buccinum undatum</u>	13	2.62	(1.45)
<u>Lora</u> sp.	9	1.36	(0.83)
<u>Acmaea testudinalis</u>	6	1.13	(0.47)
<u>Margarites</u> spp.	6	1.13	(0.47)
<u>Littorina</u> spp.	4	1.64	(0.41)
<u>Hiatella arctica</u>	8	0.89	(0.27)

* diamètre

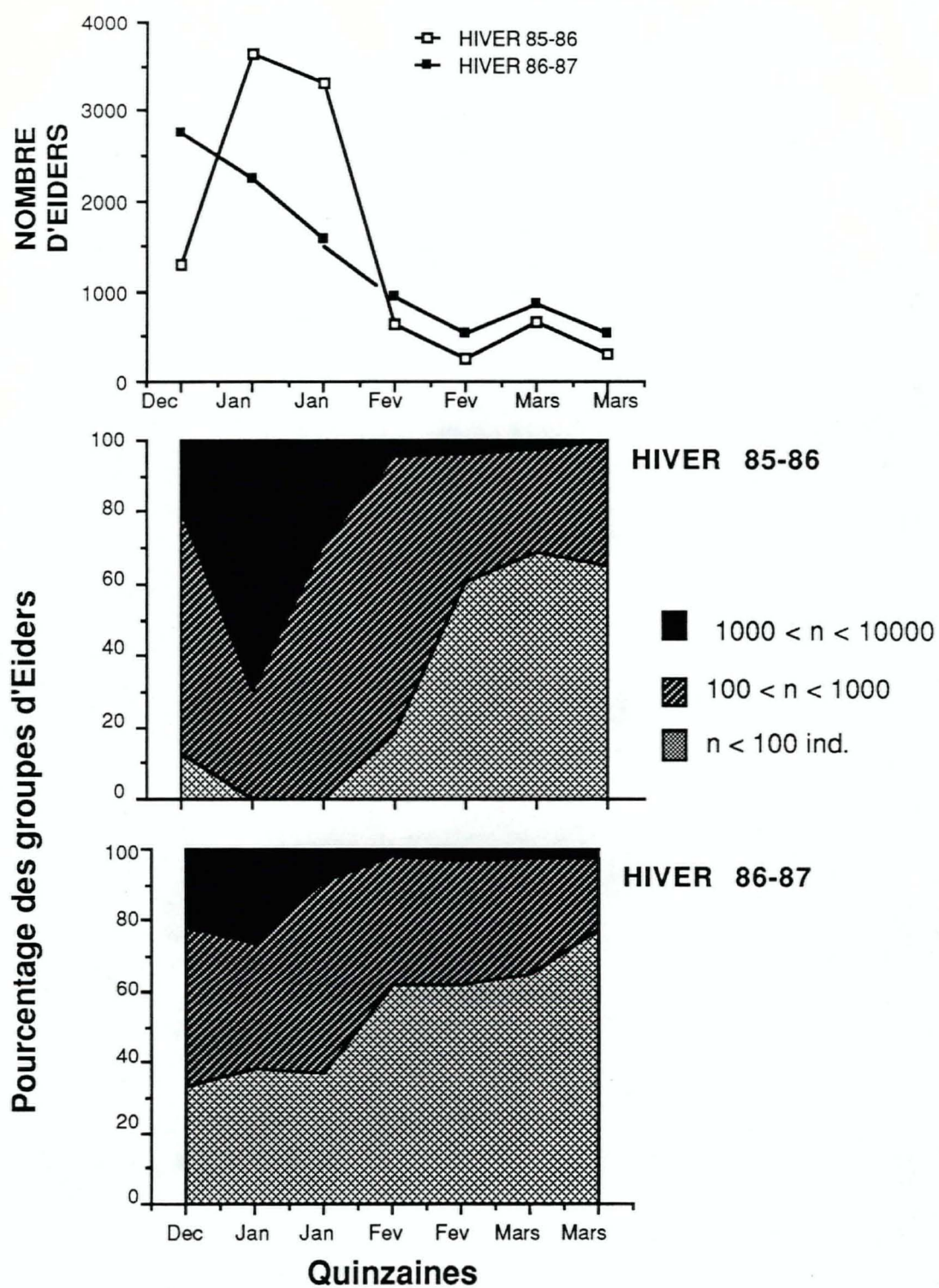


Figure 7. Nombre d'Eiders à duvet sur le site d'étude et variation dans la taille des groupes pour les hivers 85-86 et 86-87.

Tableau 6. Coefficients de corrélation linéaire simple (triangle supérieur) et corrélation partielle (triangle inférieur) entre le nombre d'eiders présents sur le site d'études et quelques facteurs physiques (n=209).

	Nombre d'eiders	% glace site	% glace région	Tempé- rature	Photo- période	Velocité du vent	Hauteur marée
Nombre d'eiders		0.156	-0.005	-0.166*	-0.319***	-0.199***	-0.015
% glace site	0.213***		0.286	-0.022	0.020	-0.046	-0.148
% glace région	-0.118	0.571***		0.136	0.327*	-0.245	-0.196
Tempé- rature	-0.003	-0.154***	-0.444***		0.513***	0.017	0.036
Photo- période	-0.302***	0.318	0.022	0.542***		0.014	-0.078
Velocité du vent	-0.138	-0.060	0.022	0.072	-0.032		0.065
Hauteur marée	0.025	-0.298***	0.293***	0.224**	-0.115	0.012	

* $0.01 < P < 0.05$

** $0.001 < p < 0.01$

*** $p < 0.001$

corrélations partielles. Par contre, cette relation, bien que significative ($P < 0.001$), demeure faible ($R^2 = 0.09$).

On remarque également sur le tableau 6 une faible corrélation significative ($P < 0.001$) entre le nombre d'eiders et le pourcentage de glace sur le site d'étude à la lumière du calcul des corrélations partielles. Cette corrélation positive ($r = 0.213$), entre le pourcentage de glace sur le site d'étude et le nombre total d'eiders recensés suggère que le site d'étude est utilisé surtout au pire de la saison de glaces. Il s'agit peut-être ici, d'une réaction des eiders aux englacements plus sévères rencontrés au large, du fait qu'il y a, même dans les pires situations, toujours de l'eau libre autour des nombreux récifs présents sur le site d'étude (courants de marée et turbulence élevés dans les zones de récifs). Nous avons testé cette hypothèse en comparant le pourcentage de glaces retrouvé sur notre aire d'étude pour une journée donnée (carte manuscrite après chaque inventaire) avec le pourcentage de glaces de toute la région (Betchouanes-Baie Johan Beetz), obtenu à partir des cartes du centre canadien de prévision des glaces (voir figure 8). Nous avons trouvé que notre aire d'étude était moins englacée que la région toute entière pour l'hiver 1986-1987 (test unilatéral des signes de Wilcoxon pour échantillons appariés, $P < 0.01$, $n = 21$) ce qui ne fut pas le cas pour l'hiver 1985-1986 ($P > 0.05$, $n = 16$).

3.132 Sélection des zones de récifs

La sélection des différentes zones de récifs fut évaluée en localisant régulièrement tous les Eiders à duvet de la mi-décembre à la fin de mars sur notre site d'étude. Cette méthodologie nous a permis de quantifier l'utilisation des zones de récifs et des moulières comme habitat, de quantifier d'une façon relative l'utilisation de chaque zone de récifs et enfin de mesurer à quelle profondeur les eiders se sont alimentés au courant de l'hiver. On note sur la figure 9 que les zones de récifs sont fortement utilisées comme aire d'alimentation avec environ 80 % de tous les eiders localisés de la mi-décembre à la mi-février dans cet habitat. On remarque aussi une utilisation décroissante de cet habitat tout au courant de l'hiver à partir du début de janvier (tous les bâtonnets sont différents, sauf février 1986-1987 pour le pourcentage d'eiders, test de G et test à posteriori de comparaison multiples, $P < 0.01$).

Cette diminution dans l'utilisation des zones de récifs est accompagnée d'une baisse dans la fréquentation des sites de faibles profondeurs (figure 10) et d'une augmentation concomitante dans la fréquentation des zones d'alimentation plus profondes (tous les bâtonnets sont différents à $P < 0.01$ pour la strate 0-12 m). On peut voir sur la figure 10 les strates de profondeurs utilisées par les eiders au courant de l'hiver 1986-1987. Il ressort clairement de cette analyse que les eiders, durant les mois de décembre, janvier et une partie de février, fréquentent assidûment les zones de faibles profondeurs et à forte densité de proie. La figure 10 démontrent également les grandes capacités de plongeur chez l'eider car presque 20 % de tous les eiders localisés au début de mars s'alimentaient à plus de 36 m de fond.

Étant donné le niveau de fréquentation élevé des zones de récifs nous avons tenté de savoir quels étaient les facteurs qui pouvaient gouverner la sélection d'une zone en particulier. Nous avons donc corrélé l'intensité d'utilisation d'un site (% de tous les eiders localisés dans les zones de récifs de la mi-décembre à la fin de mars) avec la fréquence d'eau libre (% de tous les inventaires de glaces de la mi-décembre à la fin mars), la biomasse des moules et la distance par rapport à la côte de ce même site. Nous avons introduit la distance d'un site dans notre analyse en considérant la probabilité qu'un prédateur a de se faire détecter par les eiders est inversement reliée à la distance par rapport à la côte. Les résultats de ces corrélations simples et partielles sont présentées au tableau 7. Le calcul des corrélations simples nous indiquent que le pourcentage d'eiders rencontré à un site est fortement corrélé avec ces trois facteurs. Par contre, seule la fréquence d'eau libre et la biomasse de moules sont les facteurs qui influencent significativement la sélection d'un site après le calcul des corrélations partielles. Ces résultats indiquent assez clairement que

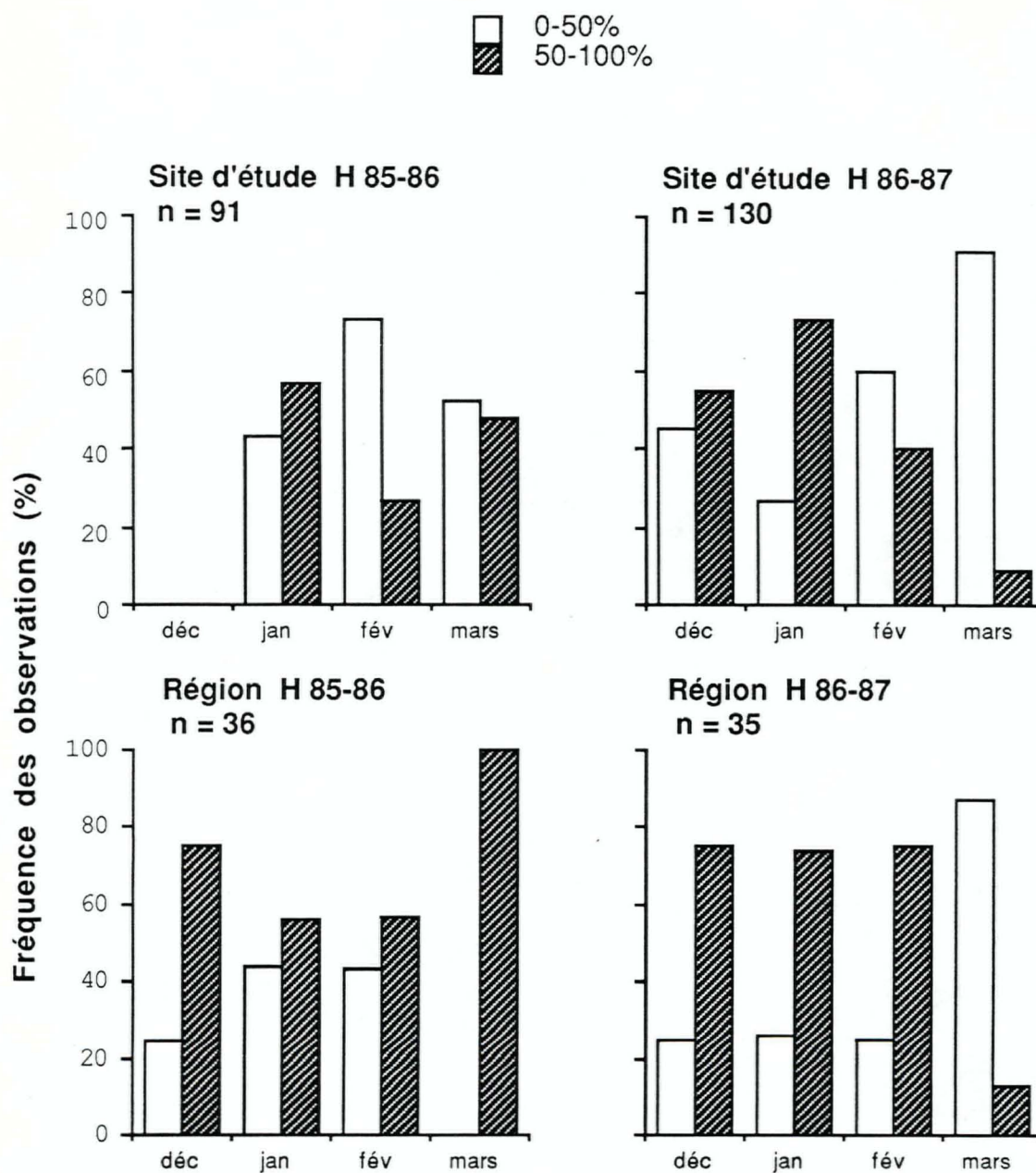


Figure 8: Fréquence (%) des observations où le pourcentage de glace sur le site d'étude et pour la région était plus grand ou plus petit que 50 %.

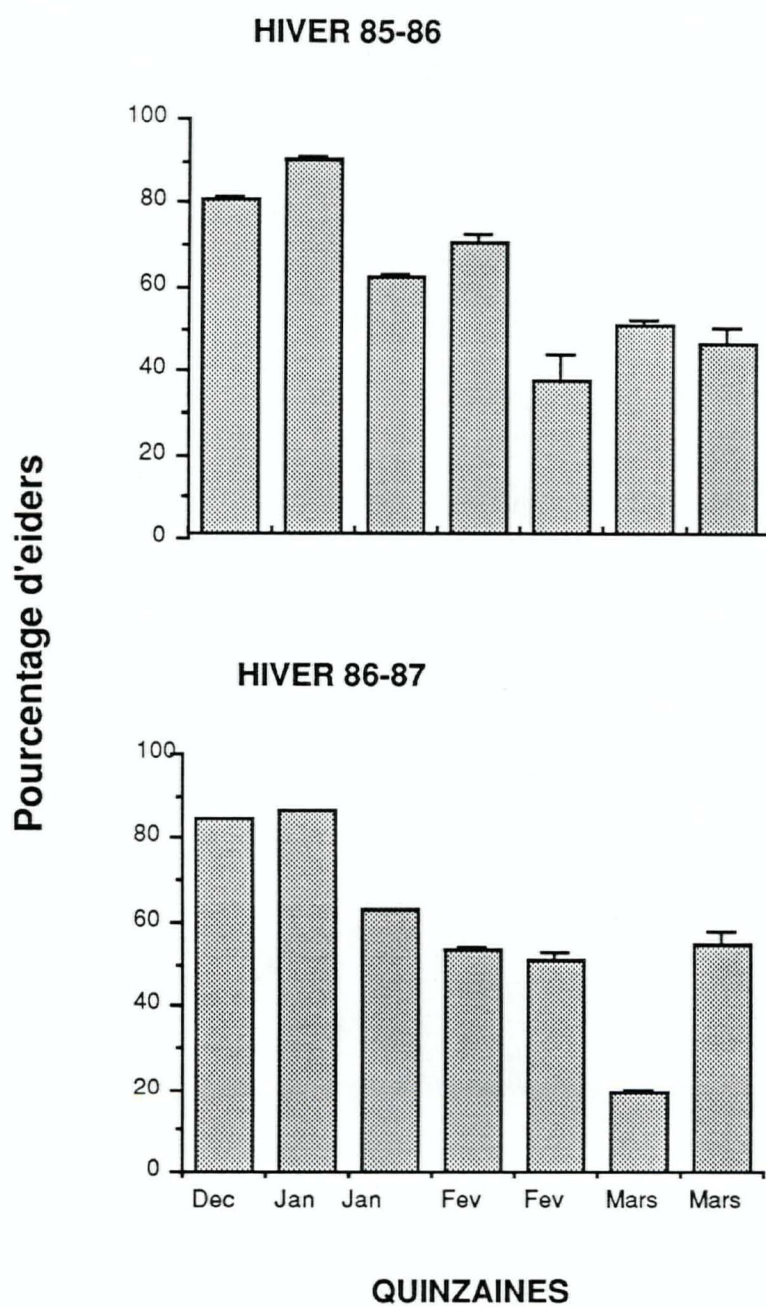


Figure 9. Pourcentage d'eiders ($\pm$ écart-type) localisés dans les zones de récifs pour chaque quinzaines des hivers 85-86 et 86-87.

Tableau 7. Coefficients de corrélation linéaire simple (triangle supérieur) et de corrélation partielle (triangle inférieur) entre le pourcentage d'eiders, la fréquence d'eau libre, la superficie des moulières et la distance par rapport à la côte pour un même site au courant de l'hiver 86-87.

	Pourcentage d'eiders	Fréquence d'eau libre	Superficie des moulières	Distance de la côte
Pourcentage d'eiders		0.855**	0.911**	0.872**
Fréquence d'eau libre	0.607*		0.720**	0.776**
Superficie des moulières	0.656*	-0.290		0.871**
Distance de la côte	0.166	0.224	0.415	

* $p < 0.05$ (test bilatéral)

** $p < 0.01$

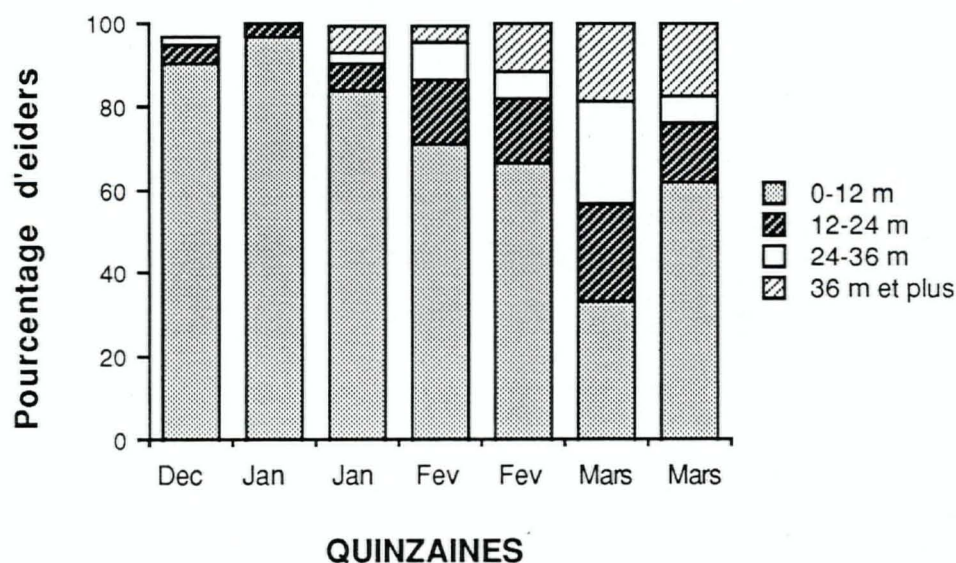


Figure 10. Pourcentage d'eiders localisés selon différentes strates de profondeur au courant de l'hiver 86-87.

ces deux facteurs agissent simultanément chez l'Eider à duvet dans la sélection d'un site d'alimentation particulier.

3.2 Budget d'activité et comportement alimentaire

3.21 Écologie alimentaire

L'activité alimentaire est plutôt un comportement de nature contagieuse et hautement synchronisé chez l'Eider à duvet et se manifeste souvent par la formation de radeaux compacts où l'activité fébrile de ces derniers à plonger et à manipuler leur proies à la surface de l'eau est caractéristique (figure 11a, 11b). La quête alimentaire pour un groupe d'eiders consiste parfois au début par un rapprochement systématique de la rive à la nage. Ces canards se mettent alors à plonger sporadiquement et c'est habituellement avec les premiers plongeurs, que l'intensité de cette activité semble augmenter et se transmettre aux autres membres du groupe. Souvent aussi, les eiders arrêtent de s'alimenter sans raison apparente et reforment des groupes compacts que les nombreux plongeurs avaient alors dispersés.

Une séquence alimentaire de plongeurs d'eiders est composée de trois segments. Le premier segment est le plongeur proprement dit. Le deuxième est, dans le cas d'une capture, une période de manipulation qui peut varier dans le temps selon la nature et la dimension de la proie. Une pause suit alors la période de manipulation pour se terminer avec le plongeur suivant. Disons aussi que l'activité d'alimentation est composée de plusieurs de ces séquences en série.

Nous considérons une séquence alimentaire (plongeur+manipulation+pause) comme étant la mesure la plus instantanée de l'intensité d'alimentation. Nous avons calculé la longueur moyenne d'une séquence alimentaire pour les quatre types de proies et pour les individus localisés dans la strate 0-6 m de profondeur. Seuls les mâles adultes sont considérés dans notre analyse dans le but d'alléger l'interprétation (car nous avons trouvé des différences significatives entre les quatre types d'individus ($P < 0.01$)). On remarque que l'intensité d'alimentation est beaucoup plus élevée dans le cas des plongeurs nuls et qu'elle diminue progressivement avec les plongeurs de petits oursins, les plongeurs de gros oursins et les plongeurs comportant des manipulations de crabes (test de comparaison multiple, $P < 0.001$). On remarque en examinant le tableau 8, que l'intensité d'alimentation dans le 0-6 m s'accroît sur des proies de petites tailles et diminue avec l'inclusion de proies plus grosses. Il apparaît par contre assez clairement à la figure 12 que l'inclusion d'une période de manipulation, plus ou moins longue, n'est pas le seul facteur pouvant faire varier l'intensité d'alimentation. En effet, on remarque que le temps de plongée des plongeurs nuls n'est pas différent de celui des plongeurs crabes mais qu'il l'est dans le cas des petits et gros oursins ($P < 0.001$). Cette constatation suggère une quête alimentaire effective sur le fond beaucoup plus longue dans le cas des crabes et des plongeurs nuls que dans le cas des gros oursins. On interprète ces résultats de la façon suivante, à savoir que les eiders doivent parcourir une distance beaucoup plus grande sur le fond pour trouver un crabe dispersé et que ces oiseaux doivent collecter un nombre élevé de petites moules étant donné la taille réduite de ces proies.

Nous avons comparé l'intensité d'alimentation en fonction de la profondeur (2 strates, 0-6 et 6-12 m). Nous trouvons des différences significatives ($P < 0.001$) pour les plongeurs nuls (voir figure 12) où l'intensité passe de 60.3 plongeurs h^{-1} à 35.2 plongeurs h^{-1} . Dans le cas des petits oursins l'intensité passe de 40.2 à 30.2 plongeurs h^{-1} . Pour les gros oursins et les crabes nous trouvons aucune différence. Ce ralentissement de l'alimentation du 0-6 au 6-12 m représente une diminution de 41 % de l'intensité moyenne maximum (0-6 m) dans le cas des plongeurs moules et une diminution de 25 % de l'intensité dans le cas des petits oursins tandis que l'intensité ne varie pas dans le cas des gros oursins et des plongeurs



Figure 11 a. Groupe compact d'Eiders à duvet en train de se nourrir sur des moules bleues



Figure 11 b. On peut voir à la gauche de cette photo des mâles adultes refaire surface et manipuler des oursins verts.

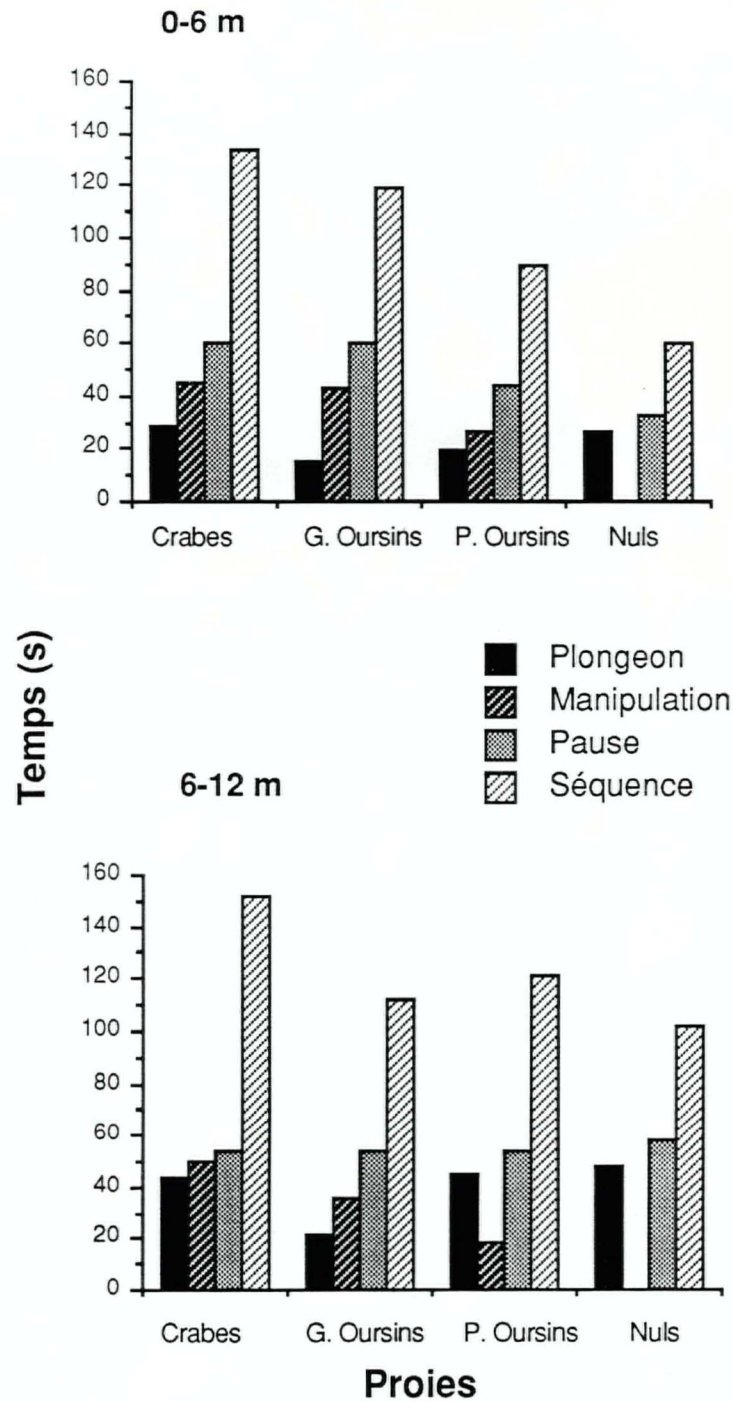


Figure 12. Temps de plongée, de manipulation, de pause et séquence complète d'alimentation pour les strates 0-6 et 6-12 m de profondeur.

Tableau 8. Temps moyen (s) de plongée, de manipulation, de pause et séquence complète d'alimentation pour des eiders s'alimentant dans le 0-6 m selon quatre types de proies.

	Crabes	Gros oursins	Petits oursins	Nuls
Plongée ^s	28.7 ^a	15.2 ^b	19.0 ^c	26.5 ^a
Manipulation	44.8 ^a	43.3 ^a	26.8 ^b	—
Pause	60.2 ^a	60.5 ^a	43.7 ^b	33.1 ^c
Séquence	133.7 ^a	119.0 ^b	89.5 ^c	59.7 ^d
Plongées·h ⁻¹ *	26.9 ^a	30.3 ^b	40.2 ^c	60.3 ^d

^s toutes les valeurs d'une même ligne avec le même indice ne diffèrent pas ($P > 0.05$) autrement ($P < 0.001$)

* 3600 s·séquence⁻¹

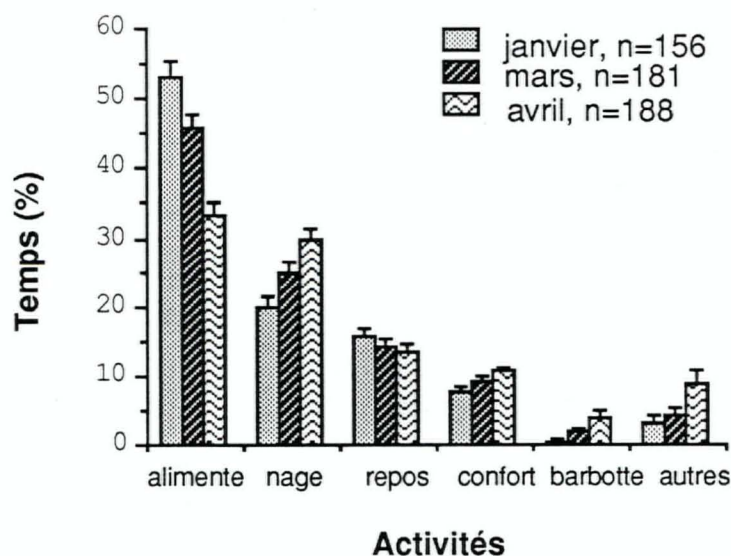


Figure 13. Pourcentage des heures du jour ($\pm$ erreur-type) passé à diverses activités chez l'Eider à duvet au courant de l'hiver

crabes. On constate donc que l'intensité des plongeurs nuls diminue beaucoup plus rapidement selon la profondeur que celle des plongeurs avec manipulation. Cela s'explique probablement par le fait que les moules sont absentes à cette profondeur et que les petites proies (sans manipulation), disponibles à cette profondeur, sont beaucoup moins denses nécessitant de la part des eiders une quête effective sur le fond beaucoup plus longue.

3.22 Budget d'activité

Nous avons amassé au courant des deux saisons au-delà de 600 h d'observation sur le budget d'activité de l'Eider à duvet. De ce nombre environ 300 h d'observations furent consacrées au budget d'activité d'eiders posés sur l'eau. Toutes ces observations furent conduites sur des petits groupes d'eiders (2 à 100 ind.) ou sur des individus isolés. Pour chaque échantillon nous avons obtenu le pourcentage des heures du jour passé dans une activité que nous avons transformé par la suite en temps absolu en multipliant chaque pourcentage par la durée du jour correspondante. Toutes nos conclusions statistiques s'appuient sur des analyses distinctes pour les pourcentages et les valeurs absolues. Il nous apparaît important de présenter nos résultats sous ces deux formes car les pourcentages nous permettent de visualiser le budget de temps de l'eider d'une façon relative au courant de l'hiver (durée du jour qui augmente), tandis que les valeurs absolues nous indiquent le temps réel passé en alimentation puisque cette activité est essentiellement diurne. Nous présentons également à la figure 13 les résultats selon trois périodes d'échantillonnage, soit le début de l'hiver avec une durée du jour moyenne de 487 min (= 10 janvier), la fin de l'hiver (675 min = 9 mars) et le printemps (795 min = 10 avril).

On note que l'activité comportementale prépondérante durant l'hiver est l'alimentation suivie de loin par l'activité de nage et de repos, tandis que les activités de confort et de barbotage sont de moindre importance. L'alimentation (en plongée) occupe 53 % du budget de l'eider au début de l'hiver pour diminuer ($P < 0.001$) graduellement au courant de cette saison avec 33 % du temps au printemps. Le patron est différent en valeurs absolues car l'eider s'alimente 260 min en moyenne au début de l'hiver pour augmenter jusqu'à 311 min au milieu de l'hiver ($P < 0.001$) et diminuer à nouveau à 260 min au printemps ($P < 0.001$). Par contre, cette diminution du temps passé à s'alimenter en plongée au printemps est accompagnée d'une augmentation (de 3 min à 33 min, $P < 0.05$) du temps passé à barboter. Le barbotage est une autre forme d'alimentation, moins coûteuse au point de vue énergétique car elle consiste à extraire des proies sans plonger. Cette activité qui fut pratiquement absente au début de l'hiver s'explique par la disparition du pied de glace et la disponibilité grandissante de la zone intertidale avec le passage de l'hiver.

La nage occupe 20 % du budget de l'eider au début de l'hiver pour augmenter ($P < 0.001$) graduellement et atteindre 30 % du temps à la fin de l'hiver. D'une façon identique à la nage, le pourcentage de temps passé en confort a augmenté graduellement au courant de l'hiver (7.6 % = 9.2 % = 10.5 %, $P < 0.001$). Disons aussi que le patron de variation de la nage et du confort est forcément le même en valeur absolue car la photopériode augmente de décembre à avril. Le repos pour sa part occupe 16 % du temps chez l'eider au début de l'hiver pour diminuer faiblement jusqu'à 13 % au mois d'avril ($P < 0.01$). Par contre, aucune différence significative ($P > 0.05$) n'est notée entre les trois périodes d'observation pour le temps réel passé au repos. Environ 150 min des heures du jour sont consacrées en moyenne à cette activité.

3.3 Condition physique

Deux cent soixante-treize eiders furent capturés au courant des hivers 1985-1986 et 1986-1987. L'absence de différence significative dans la taille des eiders (ANOVA, $P > 0.05$), évaluée selon 8 mesures morphométriques, nous indiquent que nos spécimens (hiver 1985-1986 seulement) proviennent d'une

même population statistique pour ce critère. Ce résultat nous permet donc de considérer la taille des eiders comme étant un facteur peu important dans la variation du poids corporel au courant de l'hiver. Nous avons également regroupé les deux hivers d'échantillonnage dans notre analyse car il n'y avait aucune différence significative (test de Mann Withney, $P > 0.05$) dans le poids corporel des eiders pris mois par mois, entre les deux hivers de récolte.

Nous présentons à la figure 14 le poids corrigé de ces oiseaux (poids frais moins le contenu du gésier et les fèces). On note que le patron de variation des poids est le même pour toutes les catégories d'eiders considérées dans notre analyse. Le poids des eiders mâles adultes diffèrent significativement au courant de l'hiver (ANOVA, $P < 0.01$). Le poids des mâles adultes au mois de janvier diffèrent significativement du poids de novembre et décembre ($P < 0.05$, test à posteriori de Duncan) mais pas significativement des mois de février, mars et avril ($P > 0.05$). Le poids du mois d'avril n'est pas significativement plus élevé que les mois de décembre, janvier, février et mars. Aucune différence significative dans le poids des femelles adultes n'a été détectée au courant des 6 mois de notre échantillonnage (ANOVA, $P > 0.05$). Par contre le poids des mâles immatures était significativement plus bas au mois de novembre que durant le mois de janvier (test à posteriori de Duncan, $P < 0.05$).

Nous présentons à la figure 15 les moyennes mensuelles du pourcentage de lipides contenus dans les carcasses d'eiders au courant de l'hiver. On constate comme à la figure précédente un patron identique pour les différents statuts. On note également un patron bimodal dans la variation des réserves lipidiques chez les adultes avec un premier pic se rencontrant en décembre et un deuxième en avril. Par contre, aucune différence dans le pourcentage de gras au courant de ces 6 mois n'est significative (ANOVA, $P > 0.05$) pour les mâles adultes, les femelles et les mâles immatures. Seul le pourcentage de lipides des femelles adultes était significativement moins élevé durant le mois de novembre que durant les autres mois de l'hiver ($P < 0.05$). Nous avons calculé également les quantités absolues de graisse présentes chez l'eider au courant de l'hiver. Les valeurs sont présentées au tableau 9. Encore une fois, les quantités maximales de lipides (bien qu'elles ne soient pas significativement plus élevées que les autres valeurs, $P > 0.05$) se retrouvent au mois de décembre et d'avril et atteignent leur plus bas niveau durant les mois de mars et de novembre. Les quantités de graisse varient en moyenne de 70 g au mois de novembre pour atteindre 150 g environ au mois de décembre et d'avril.

Nous avons calculé selon les équations de Aschoff et Pohl (1970), que le taux métabolique de base (TMB) d'un oiseau comme l'eider équivaut à 644 kilojoules (kj) d'énergie dépensée par jour aux seules fins de thermorégulation et de maintenance. Si on assume qu'un eider qui ne s'alimente pas et qui augmente en moyenne son taux métabolique de base par un facteur de trois pour "vaquer" à des occupations nécessaires (nage, confort, vol), on peut calculer que cet oiseau dépensera environ 2000 kj par jour. Comme un gramme de lipides correspond à 40 kj d'énergie pure, on peut calculer qu'un eider pourvu de 100 g de lipides, peut survivre environ 2 jours en se fiant uniquement à ces réserves de lipides. Cela est bien peu pour un animal vivant dans un environnement aussi austère. Nous parvenons sensiblement au même résultat en calculant la dépense énergétique quotidienne selon les équations de Walsberg (1983). De plus, nous estimons qu'un eider dépenserait, selon les estimations du tableau 10, 6.7 g de lipides pour un vol de 1 h.

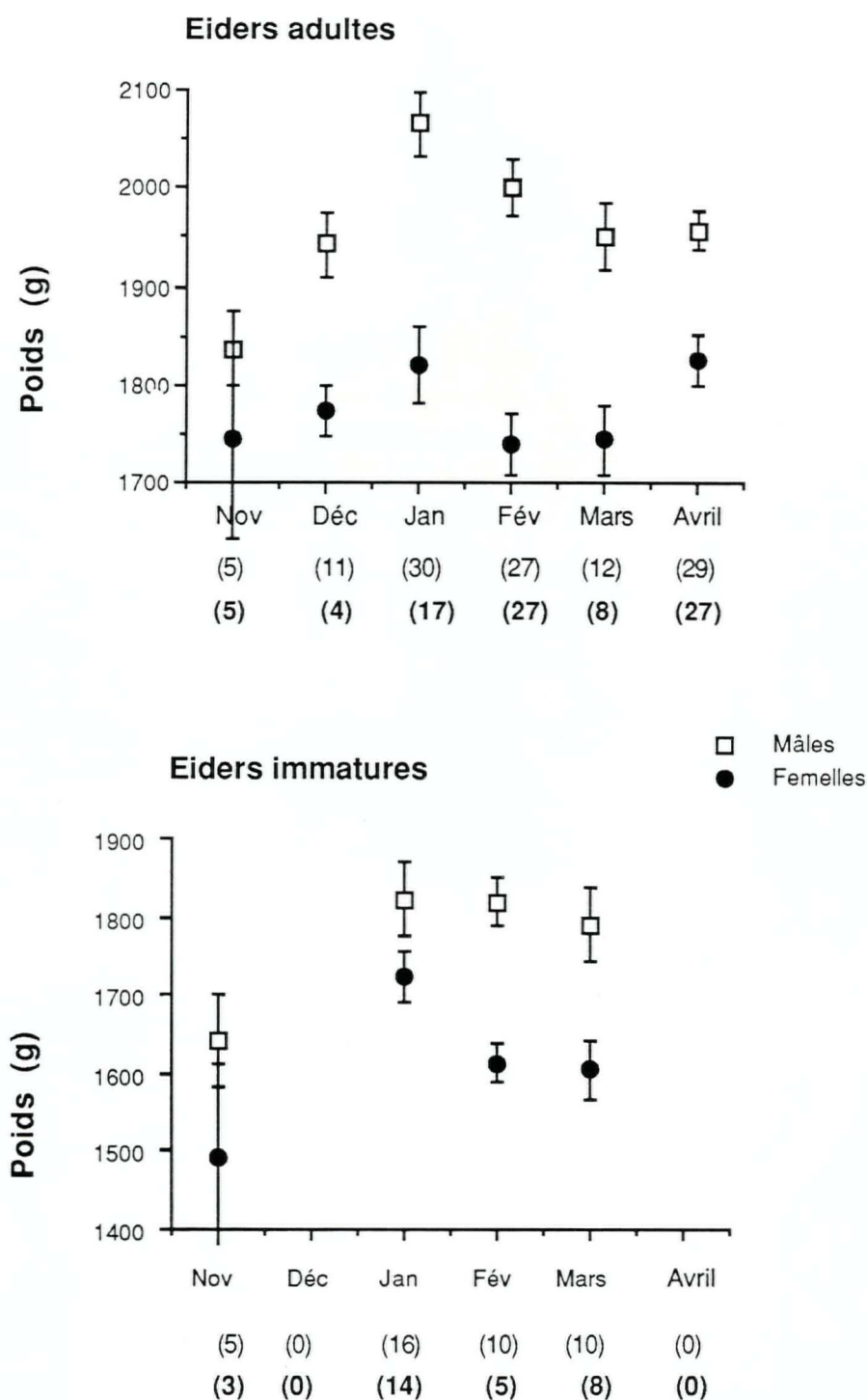


Figure 14. Variation des poids d'Eiders ($\pm$ erreur-type) à duvet au courant des hivers 85-86 et 86-87, les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'échantillons pour chaque mois.

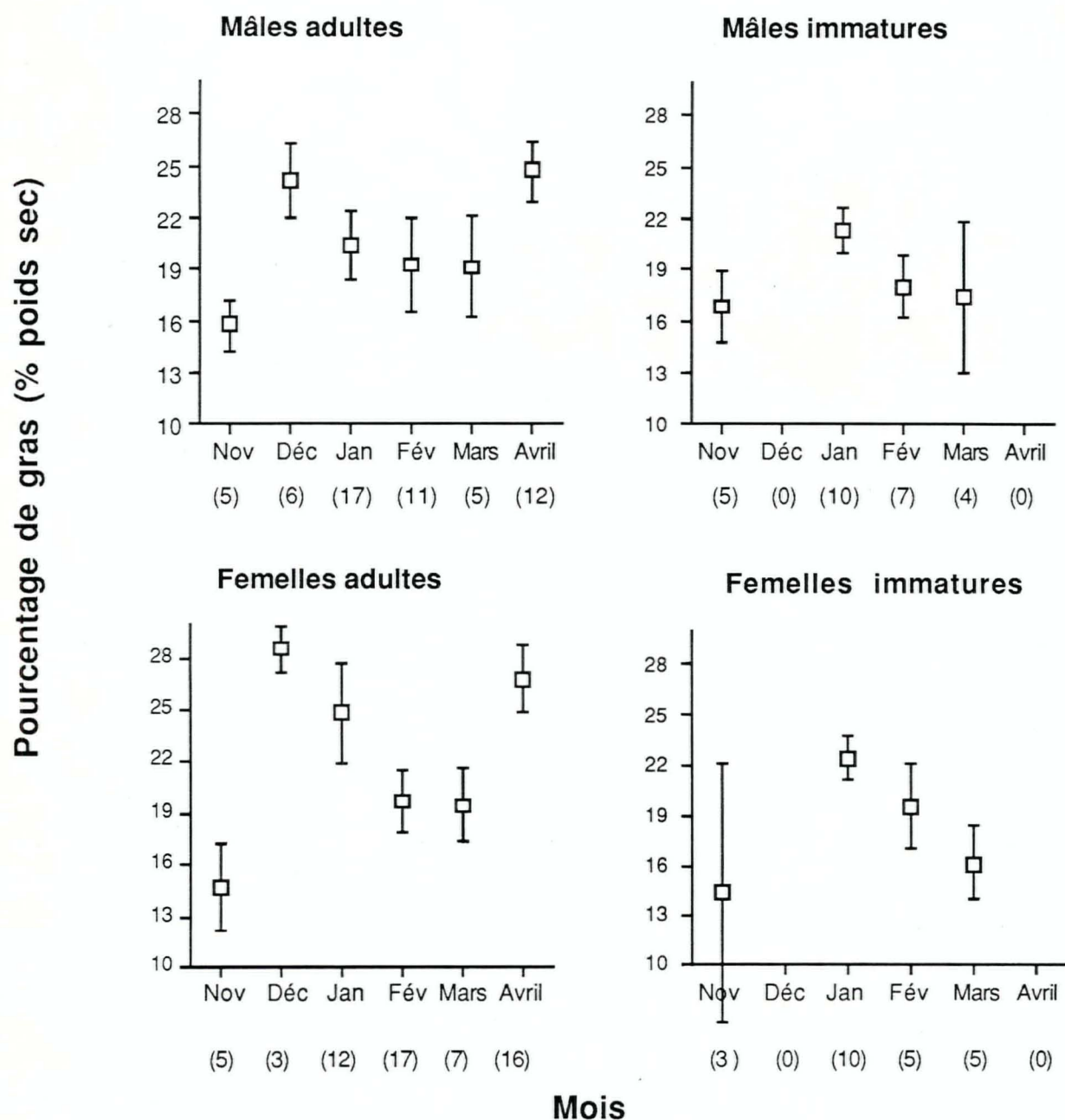


Figure 15. Moyennes mensuelles ($\pm$ erreur-type) du pourcentage de gras (% poids sec) des carcasses d'Eiders à duvet au courant des hivers 85-86 et 86-87, les chiffres entre parenthèses correspondent au nombre d'échantillons pour chaque mois.

Tableau 9. Quantité moyenne de lipides en grammes (caractères gras) rencontrée chez l'Eider à duvet de l'archipel de Mingan pour différents mois de l'année, les valeurs sous les moyennes correspondent respectivement au nombre d'échantillons, au coefficient de variation et aux valeurs minimales et maximales.

	Mâles adultes	Femelles adultes	Mâles immatures	Femelles immatures
Novembre	74.8	70.0	75.0	58.1
n	5	4	5	3
(c.v. en %)	(19.0)	(48.4)	(39.7)	(63.2)
[min.-max.]	[60.0 -154.3]	[41.9 -116.1]	[43.5 -114.6]	[20.1 -93.4]
Décembre	125.9	157.6	—	—
n	5	5	—	—
(c.v. en %)	(25.2)	(9.7)	—	—
[min.-max.]	[91.4 -154.3]	[132.2 -173.8]	—	—
Janvier	91.4	115.7	100.6	103.2
n	8	10	11	8
(c.v. en %)	(67.5)	(66.2)	(24.6)	(27.6)
[min.-max.]	[16.7 -170.1]	[10.8 -211.2]	[48.5 -133.5]	[49.9 -126.8]
Février	109.9	101.8	95.3	96.4
n	12	13	6	4
(c.v. en %)	(55.7)	(55.6)	(26.7)	(42.8)
[min.-max.]	[6.2 -217.8]	[7.9 -180.0]	[48.0 -115.4]	[56.7 -153.6]
Mars	—	90.3	94.6	78.8
n	—	8	3	4
(c.v. en %)	—	(34.8)	(83.1)	(40.1)
[min.-max.]	—	[38.3 -142.7]	[32.8 -183.1]	[39.4 -116.7]
Avril	153.0	156.0	—	—
n	12	16	—	—
(c.v. en %)	(31.8)	(45.4)	—	—
[min.-max.]	[58.3 -219.2]	[47.4 -259.6]	—	—

Tableau 10. Augmentation du taux métabolique de base (TMB) pour un oiseau engagé dans différentes activités.

Activité	Multiples (X TMB)	Source
Vol	15	Hart et Berger (1972)
Plongée	4.6 ^a	Woakes et Butler (1983)
Nage	3.5 ^b	Prange et Schmidt-Neilsen (1970)
Confort	2.3	Wooley et Owen (1978)
Barbotte	1.8	Wooley et Owen (1978)
Repos	1.3	King (1974)

^a 3.5 x 1.3 (repos)



Figure 16. Environ 2000 Eiders à duvet survolant une mer de glaces, l'englacement du site d'étude est de 100%, cette photo fut prise après une tempête de forts vents d'est qui ont poussé le champ de glaces sur la côte.

4.0 DISCUSSION

4.1 Utilisation des ressources

La distribution des communautés et la densité des organismes benthiques à l'île à la Chasse s'apparentent très bien au schéma général de Himmelman et Lavergne (1985) pour l'estuaire du Saint-Laurent. Ces auteurs décrivent deux zones principales dans l'infralittoral, soit l'une d'eau peu profonde, la frange infralittorale, dominée par les macrophytes et une autre zone d'eau plus profonde entièrement dominée par les Oursins verts. Ces grandes zones dénudées résultant de l'activité de broutage par les oursins est un phénomène bien connu dans l'est du Canada (Himmelman et Steele, 1971; Mann, 1972; Breen et Mann, 1976; Himmelman, 1984) et à bien d'autres endroits à travers le monde (Lawrence, 1975). Il est intéressant de noter également que ce type de communautés est particulièrement étendu sur la Moyenne Côte-Nord (obs. pers.), à Terre-Neuve (Himmelman, 1984) et sur toute la côte du Labrador (Keats, comm. pers.). Il est donc probable que ce type d'habitat décrit pour l'archipel de Mingan soit rencontré fréquemment par cette population d'Eiders à duvet dans toute son aire de distribution.

Il ressort clairement de nos observations que l'étage infralittoral est un habitat fortement contrasté et que la disponibilité maximum des proies pour un prédateur comme l'Eider à duvet se retrouve sur le pourtour des différents récifs composant le site d'étude. Ce qui s'explique par la forte densité des moules et des oursins rencontrée à ces endroits et la faible profondeur à laquelle on retrouvent ces organismes.

Nos résultats indiquent que les bancs de moules sont importants pour l'hivernage de l'eider. L'importance des Moules bleues dans le régime alimentaire de l'Eider à duvet n'est pas nouvelle (Bent, 1925; Cottam, 1939; Madsen, 1954; Belopolskii, 1961; McGilvrey, 1967; Player, 1971; Nilsson, 1972; Goudie, 1984; Perhson, 1984;). La Moule bleue est certes la proie la plus convoitée par les Eiders à duvet hivernant autour de l'hémisphère boréal (tableau 11). Nous croyons que cette préférence alimentaire est reliée à la faible profondeur à laquelle on retrouve ces organismes sur les aires d'hivernage et à la forte intensité d'alimentation qui en découle. Il est donc fort probable que la Moule bleue soit la proie préférée des eiders pour cette raison.

Par contre, la présence des Oursins verts semble tout à fait particulière à cette population (*S. m. dresseri* + *S. m. intermedia* + *S. m. borealis*). Nos observations confirment des résultats obtenus à Terre-Neuve (Goudie, 1984) et à l'île d'Anticosti (Guillemette et Himmelman, 1985) quant à la régularité de cette proie dans le régime alimentaire de cet oiseau. Nous interprétons l'importance de l'Oursin vert dans le régime alimentaire de l'eider comme étant une réponse à la grande abondance et la régularité de cette proie dans le milieu. Nous sommes également d'avis qu'il ne serait pas énergétiquement rentable d'ignorer une telle proie, surtout au pire de la saison de glaces (voir la prochaine section).

Nos observations sur la sélection de l'habitat démontrent que l'utilisation des zones de récifs par les Eiders à duvet fut très élevée de la mi-décembre à la mi-février pendant les deux années de notre étude. Deux raisons peuvent expliquer la sélection de ces zones. La première est la présence des Moules bleues à ces endroits et la grande efficacité avec laquelle les eiders peuvent exploiter cette source de nourriture. Nos résultats sur la fréquence des plongeurs en fonction du type de proies et de la profondeur (figure 12) sont indicatifs à ce sujet. Ces résultats démontrent clairement que l'intensité d'alimentation est maximum dans les moulières. L'utilisation élevée des zones de récifs durant le début de l'hiver seraient donc une réponse directe de ces oiseaux vis-à-vis une réduction de 32 % du temps disponible pour s'alimenter par rapport au mois de mars. Il est donc possible qu'une durée du jour réduite force les eiders à être plus efficaces pendant l'activité d'alimentation.

Tableau 11. Importance relative des différentes proies retrouvées dans les estomacs d'Eiders à duvet pour différentes localités géographiques et profondeur maximum des moules dans le milieu.

Localité	Proies par ordre d'abondance			Profondeur* maximum (m)	Source
	1	2	3		
Mer du Nord, Danemark	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Carcinus maenas</i>	<i>Asterias rubens</i>	2	Madsen (1954)
Mer du nord, Écosse	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Littorina littorea</i>	<i>Carcinus maenas</i>	2	Marriot (1966)
Mer Baltique, Suède	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Idothea baltica</i>	—	20	Nilsson (1972)
Atlantique Nord, Norvège	<i>Chlamys islandica</i>	<i>Buccinum undatum</i>	<i>Modiolus modiolus</i>	—	Brun (1971)
Atlantique Nord, Norvège	<i>Mytilus edulis</i>	—	—	2	Perhsson (1984)
Mer de Barents, Union soviétique	<i>Mytilus edulis</i>	—	—	2	Belopolskii (1961)
Mer de Bering, Alaska	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Tillemessus cheiragonus</i>	<i>Echinarachnius parma</i>	?	Cottam (1939)
Côtes américaines, Maine, Mass.	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Hyas araneus</i>	Gastéropodes	?	Cottam (1939)
Côtes américaines, Maine-Long Island	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Carcinus maenas</i>	<i>Littorina</i> spp.	?	McGillvrey (1967)
Golfe du St-Laurent, Terre-Neuve	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	<i>Asterias vulgaris</i>	?	Goudie (1984)
Golfe du St-Laurent, Ile d'Anticosti	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	<i>Littorina</i> spp.	?	Cette étude
Golfe du St-Laurent, Archipel de Mingan	<i>Mytilus edulis</i>	<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	<i>Hyas araneus</i>	7	Cette étude

* Les sources pour les profondeurs maximum peuvent différer de celles inscrites pour le régime alimentaire

La deuxième raison pouvant expliquer la forte utilisation des zones de récifs serait une fréquence d'eau libre plus élevée dans cet habitat que nul part ailleurs sur le site d'étude car on a vu que l'englacement du site d'étude avait tendance à être moins sévère que le reste de la région. Il est donc probable que la présence des eiders sur notre site d'étude ne s'explique pas seulement par une abondante quantité de nourriture mais aussi par un potentiel élevé d'eau libre à cet endroit. Cette interprétation est très plausible étant donné l'influence que peut avoir, à une autre échelle, la fréquence d'eau libre sur la sélection de l'habitat chez ce canard de mer. On a vu en effet que les eiders étaient sensibles à la fréquence d'eau libre dans l'utilisation relative d'une zone de récifs par rapport à l'autre. Il est donc possible que les glaces puissent "gonfler" la fréquentation de ces sites en concentrant la prédation des eiders à ces endroits. Par contre, seule une comparaison précise de la fréquence d'eau libre entre l'habitat que forme les zones de récifs et le reste du site d'étude (par une couverture photographique régulière par exemple) nous permettrait de conclure fermement à ce sujet.

Il nous est donc difficile de discerner clairement entre l'effet d'attraction que peuvent avoir les zones de récifs sur les eiders (par souci d'efficacité) et les conséquences de l'englacement durant cette période. La meilleure démonstration "expérimentale" de cette hypothèse serait de conduire des observations durant un hiver sans glace (ce qui est relativement fréquent) pour savoir si le pourcentage de fréquentation des zones de récifs par les eiders seraient aussi élevé. Il est intéressant de noter à ce sujet que Guillemette et Guillemette (1982) ont observé régulièrement du 24 décembre 1981 au 12 janvier 1982, à la pointe ouest de l'île d'Anticosti, de 2 à 12 mille eiders qui s'alimentaient activement dans la zone de récifs et ce, en toute absence de glaces à cet endroit.

4.2 Budget d'activité

Nous avons effectué une revue de littérature pour savoir quelles étaient le coût énergétique de diverses activités pratiquées par les oiseaux. Les résultats de cette recherche sont présentés au tableau 10. On peut voir que le vol battu est l'activité la plus coûteuse chez les oiseaux. Par contre, aucune observation systématique sur le vol n'ont été récoltée dans le cadre de cette étude. Disons toutefois que les eiders sont sensibles à la fréquence d'eau libre d'un site et que l'une des conséquences de cette sélection serait de diminuer le temps passé en vol (figure 16).

L'activité la plus coûteuse par la suite, selon le tableau 10, est la plongée. Le problème avec cette activité c'est qu'elle est à la fois la plus coûteuse des activités pour un eider posé à l'eau et la seule façon de s'alimenter pendant l'hiver (le barbotage étant très faible au début et au milieu de l'hiver). La seule façon de diminuer le temps passé en plongée est de sélectionner des sites de faibles profondeurs pour lesquels les temps de plongée sont minimum (voir figure 12). On a vu à la figure 10 que les eiders s'alimentaient en faibles profondeurs durant décembre, janvier et février. Nous avons aussi démontré que les eiders ont significativement diminué le temps passé à s'alimenter (en plongée) au début par rapport à la fin de l'hiver.

La nage est par la suite le comportement le plus coûteux sur le plan énergétique ($3.5 \times \text{TMB}$). Cette activité peut même atteindre un coût énergétique aussi élevé que la plongée lorsque la vitesse de déplacement (ou du courant) atteint 70 cm s^{-1} (Woakes et Butler, 1983). Les eiders ont significativement diminué le temps passé dans cette activité du début par rapport à la fin de l'hiver ($97 \pm 169 \pm 238 \text{ min}$). Comme la nage est la seule façon pour l'eider, une fois posé à l'eau, d'atteindre des sites d'alimentation adéquats, nous interprétons ce résultat comme étant une façon de diminuer la dépense énergétique au début de l'hiver. C'est dans cette perspective que nous croyons peu rentable d'éviter les Oursins verts comme proie potentielle.

L'activité de confort a, elle aussi, augmenté significativement au courant de l'hiver ($37 \pm 61 \pm 84 \text{ min}$).

L'imperméabilité du plumage, assurée par cette activité, est essentielle pour un oiseau aquatique vivant dans un tel environnement. Il nous apparaît donc peu probable que cette augmentation soit reliée à une économie d'énergie au début de l'hiver. Nous croyons qu'il s'agit plus tôt d'une activité qui est de plus en plus "visible" en raison de la photopériode qui s'allonge. Il est possible aussi, surtout au mois d'avril, que certaines composantes de l'activité de confort n'aient pas été classifiées dans la catégorie "autres" (pariade) étant donné la similitude entre certaines activités de confort et la pariade (battement d'ailes, baignade, épouillage etc).

Ces observations supportent donc notre hypothèse de départ, à savoir que les eiders ont minimisé les activités consommatrices d'énergie (plongée, nage) au début de l'hiver par rapport à la fin de l'hiver et au printemps.

4.3 Condition physique

La condition physique des Eiders à duvet hivernant dans l'archipel de Mingan a varié significativement au cours des deux hivers de l'étude. Par contre, la plupart de ces variations concernent les périodes post-migratoires (novembre) et pré-migratoires (avril) de ces oiseaux. Le poids corporel est minimal au mois de novembre et diffère significativement du pic atteint durant les mois de décembre et janvier. Seul le pourcentage de gras des femelles adultes diffère significativement pour la même période. Le poids et les réserves lipidiques des mois de décembre, janvier, février et mars, qui correspondent à ce que nous avons défini comme saison hivernale, n'ont pas varié significativement durant les deux hivers de notre étude. Le patron de variation est identique pour les deux hivers (résultats non-présentés) et ce, pour les quatre statuts d'âge et de sexe considérés. De plus, ce patron de variation est le même pour les réserves lipidiques. Bien qu'elles ne soient pas significatives sur le plan statistique, nous croyons que cette diminution des réserves, du mois de décembre au mois de mars, soit réelle.

Il est intéressant de constater que le pic des réserves lipidiques et de poids chez les eiders hivernant dans l'archipel de Mingan correspondent aux périodes pour lesquelles (décembre et janvier) on a constaté une diminution de la dépense énergétique et une augmentation de l'efficacité d'alimentation. Comme on l'a vu précédemment cette grande efficacité de la part des eiders est le fruit de la sélection des zones de récifs.

D'une façon générale on conçoit que le poids idéal chez un oiseau serait un compromis entre le désavantage de transporter un surplus de poids en vol (augmentation du coût énergétique) et la sécurité que procure les réserves métaboliques vis-à-vis l'imprévisibilité des sources de nourriture (Raveling, 1979; Dugan *et al.*, 1981; Miller, 1986). Korschgen (1977) rapporte que trois femelles capturées en janvier sur la côte du Maine avaient en moyenne 175 g de gras. Milne (1976) évalue respectivement pour des femelles et mâles adultes, hivernant en Écosse à la fin décembre, à 150 g et 170 g le niveau des réserves lipidiques. Le niveau des réserves lipidiques rencontrés chez l'eider de l'archipel de Mingan, qui est respectivement de 158 et 127 g en moyenne pour le mois de décembre, correspond à ce qui est rapporté par Milne (1976). Mais ce niveau de réserves graisseuses demeure faible pour un oiseau de cette taille et vivant dans des conditions aussi sévères. La quantité de lipides représente environ 7 % du poids frais chez l'eider tandis qu'elle atteint de 13 à 25 % chez le canard noir, le canard Kakawi, le canard malard et le canard pilet (Reinecke *et al.*, 1982; Peterson et Ellarson, 1979; Whyte *et al.*, 1986; Miller, 1986). Raveling (1979) rapporte que les lipides constituent 5 % du poids frais chez *Branta canadensis minima* et interprète ce résultat comme une adaptation au vol chez cet oiseau. Nous sommes d'avis que le niveau d'imprévisibilité des ressources est élevé pour l'eider du golfe du Saint-Laurent en raison de l'englacement qui règne dans cette région (ce qui devrait se traduire par des réserves plus importantes pour l'eider du golfe du Saint-Laurent). Par contre, comme nous l'avons mentionné précédemment, il est probable durant la saison de glaces que le pourcentage de temps passé en vol soit plus élevé en raison du caractère dynamique des

glaces. Les eiders du golfe du Saint-Laurent seraient donc un bel exemple de ce compromis que les oiseaux doivent faire durant la période hivernale pour maintenir un poids 'idéal'. Nous interprétons le faible niveau des réserves lipidiques rencontré chez l'eider comme une adaptation au vol.

5.0 CONCLUSION

Nos résultats démontrent que les eiders ne sont pas insensibles aux conditions hivernales. Malgré un pourcentage plus élevé des heures du jour passées à s'alimenter durant les mois de décembre et de janvier, les eiders ont passé, en valeurs absolues, moins de temps en alimentation en raison d'une photopériode réduite durant cette période. Cette diminution du temps passé à s'alimenter est compensée par une sélection accrue des zones de récifs. C'est précisément durant cette période que la condition physique et l'attroupement des eiders est maximum. Ces résultats nous indiquent d'une part que c'est dans les zones de récifs que l'engraissement se produit et signifient d'autre part que le comportement d'attroupement pourrait jouer un rôle significatif dans la sélection de cet habitat. De plus, nous sommes d'avis que les eiders sont bien adaptés à leur environnement puisque c'est durant la phase critique de leur cycle hivernal (décembre et janvier) que nous observons le maximum des réserves métaboliques chez cet oiseau. Enfin l'hivernage de cette espèce de canard de mer dans l'archipel de Mingan est possible, non pas seulement en raison des conditions favorables rencontrées dans cette archipel (eau libre + faible profondeur + nourriture), mais aussi à cause d'un ajustement de comportement de la part des eiders.

6.0 BIBLIOGRAPHIE

- Altman, J., 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-265.
- Aschoff, J. et H. Pohl, 1970. Rhythmic variations in energy metabolism. *Fed. Proc. Am. Soc. Exp. Biol.* 29: 1541-1552.
- Aschoff, J., 1981. Biological rhythms. *Handbook of behavioral neurobiology* vol. 4, 563 pp Plenum Press, New-york.
- Belopolskii, L.O., 1961. Ecology of sea colony birds of the Barents sea. Israël Program for Scientific Translation, Jerusalem.
- Bennet, J.W. et J.G. Bolen, 1978. Stress response in wintering green winged teal. *J. Wildl. Manage.* 42: 81-86.
- Bent, A.C., 1925. Life histories of North American wildfowl. Order: Anseres (part 2). *Mus. des sci. nat. des E.U.*, bull. 130. Washington, D.C. 396 pp.
- Blem, C.R., 1976. Patterns of lipid storage and utilisation in birds. *Amer. Zool.* 16: 671-684.
- Bourget, A., P. Dupuis et W.R. Whitman, 1986. Les eiders hivernant dans le golfe Saint-Laurent: effectifs et distribution: *In* Les eiders au Canada, A. Reed (éditeur), Serv. can. de la faune, série de rapports no 47, 1986.
- Breen, P.A. et K.H. Mann, 1976. Destructive grazing of kelp by sea urchins in eastern Canada. *J. Fish Res. Board Can.* 33: 1278-1283.
- Brun, E., 1971. Predation of *Chlamys islandica* by *Sometaria* spp. *Astarte* 4: 23-29.
- Campbell, L.H., 1978. Diurnal and tidal behaviour patterns of eiders wintering at Leith. *Wildfowl* 29: 147-152.
- Cottam, C. 1939. Food habits of North American diving ducks. Technical Bull. U.S. Dep. of agriculture. Washington, D.C. no. 643.
- Dugan, P.J., P.R. Evans, L.R. Goodyer et N.C. Davidson, 1981. Winter fat reserves in shorebirds: disturbance of regulated levels by severe weather conditions. *Ibis* 123: 359-363.
- Dunbar, M.J., 1981. Causes physiques et importance biologique des polynies et des étendues d'eau libre dans la glace de mer: *In* Les polynies dans l'arctique canadien, Stirling I. et H. Cleator éditeurs, pp. 31-46. Publication hors-série no. 45, serv. can. de la faune.
- Dunn, E.H., 1979. Time-energy use and life history strategies of northern seabirds. *In* Conservation of marine birds of northern North America, Bartonek J.C, et D.N. Nettleship (éditeurs), pp.141-166. United States Departement of Interior, Fish and Wildlife Service, Wildlife Report Research no 11. Washington D.C..

- Gillepsie, D.I. et M.J. Learning, 1974. eiders numbers and distribution of Newfoundland. *In* waterfowl studies in eastern Canada, Boyd H., (éditeur):73-78.Serv. Can. de la Faune, série de rapports no. 29.
- Goudie, R.I., 1982. Observations des oiseaux de mer au cap Sainte-Marie, dans la baie de plaisance et dans la baie Sainte-Marie, à Terre-Neuve durant l'hiver 1978-1979. Serv. can. de la faune, cahiers de biologie no. 124.
- Goudie, R.I., 1984. Comparative ecology of common eiders, black scoters, oldsquaws, and harlequin ducks wintering in southeastern Newfoundland. Thèse de maîtrise, 139 pp. University of Western Ontario, London, Ontario.
- Guillemette, M. et V. Guillemette, 1982. Observations sur les oiseaux marins hivernant à la pointe Ouest de l'île d'Anticosti. Travaux d'introduction à la recherche. Université du Québec à Rimouski, 45 pp.
- Guillemette, M. et J.H. Himmelman, 1985. Utilisation des ressources infralittorales et stratégie alimentaire chez l'Eider à duvet en hiver, dans le golfe du Saint-Laurent. Rapport préliminaire, contrat kn107-4-4243. Serv. Can. de la Faune, Ottawa, 8pp.
- Hart, J.S. et M. Berger, 1972. Energetics, water economy and temperature regulation during flight. Proc. 15th Int. Ornithol. Congr. pp. 189-199.
- Himmelman, J.H. et C. Dutil. Distribution, population size-structure and foraging of subtidal seastars in the northern Gulf of Saint-Lawrence. Rapport final soumis à Approvisionnement et Services Canada sous contrat 1OSD.FP715-4-0606.
- _____, Y. Lavergne, 1985. Organisation of rocky subtidal communities in the Saint-Lawrence Estuary. *Naturaliste Can.* 112: 143-154.
- _____, 1984. Urchin feeding and macroalgal distribution in Newfoundland, eastern Canada. *Naturaliste can.* 111: 337-348.
- _____, A. Cardinal et E. Bourget, 1983a. Community development following removal of urchins, Strongylocentrotus droebachiensis, from the rocky subtidal zone of Saint-Lawrence Estuary, eastern Canada. *Oecologia* 59: 27-39.
- _____, et D.H. Steele, 1971. Foods and predators of the green sea urchin Strongylocentrotus droebachiensis in Newfoundland waters. *Marine Biology* 9: 315-322.
- Ivlev, V.S., 1961. Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven, Conn. 302pp..
- Korschgen, C.E., 1977. Breeding stress of female eiders in Maine. *J.Wildl. Manage.* 41: 360-373.
- King, J.R., 1974. Seasonal allocation of time and energy resources in birds. *In* Avian energetics. Publ. Nuttall Ornithol. Club, No. 15 pp. 4-85.
- Lawrence, J.M., 1975. On the relationships between marine plants and sea urchins. *Oceanogr. mar. Biol. ann. Rev.* 13: 213-286.

- Legendre, L. et P. Legendre, 1984. Écologie numérique. Tome 1 et 2, Presse de l'université du Québec, Québec Canada.
- Madsen, F.J., 1954. On the food habits of the diving ducks in Denmark. Danish. Rev. Game Biol, 2: 157-266.
- Mann, K.H., 1972. Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay of Atlantic coast off Canada. 1. Zonation and biomass of seaweeds. Marine Biology 12: 1-10.
- Marriot, R.W., 1966. The food and feeding of the eider population on the Ythan estuary, Aberdeenshire, in autumn and winter. Thèse non-publiée, Université d'Aberdeen.
- Markham, W.E., 1980. Ice atlas: eastern canadian seaboard. Environnement Canada, Toronto, 96 pp.
- McGillvrey, F.B., 1967. Food habits of sea ducks from the north-eastern United-States. Wildfowl Trust, Eighteen Ann. Rep. ,142-145.
- Milne, H. 1976. Body weight and carcass composition of the common eider. Wildfowl, 27:115-122.
- Miller, M.R., 1986. Northern pintail body condition during wet and dry winters in the Sacramento valley, California. J. Wildl. Manage 50: 189-198.
- Minot, E.O., 1980. Tidal, diurnal and habitat influences on Common eider rearing activities. Ornis Scandinavica 11: 165-172.
- Nilsson, L., 1972. Habitat selection, food choice, and feeding habits of diving ducks in coastal waters of South Sweden during the non-breeding season. Ornis Scandinavica 3: 55-78.
- Ouellet, H., 1975. Contribution à l'étude des oiseaux d'hiver au parc national forillon, Québec. Revue géographique de Montréal 29: 289-304.
- Palmer, R.S., 1976. Handbook of North American birds. Volume 3, waterfowl(part 2). Yale university press, New Haven, Connecticut, 560 pp.
- Perhsson, O., 1984. Diving duck populations in relation to their food supplies. In Coastal waders and wildfowl in winter, P.R. Evans, J.D. Goss-Custard et W.G. Hale (éditeurs), Cambridge University Press New York, 331 pp..
- Peterson, S.R. et R.S. Ellarson, 1979. Changes in oldsquaw carcass weight. Wilson Bull. 91: 288-300.
- Pethon, P., 1967. Food and feeding habits of the common eider (Somateria mollissima). Nytt. Mag. Zool. 15: 97-111.
- Player, P.V., 1971. The food and feeding habits of the common eider at Seafield. Wildfowl 22: 100-106.
- Prack, R.W., H. Boyd et F.G. Cooch, 1981. Polynies et canards de mer. In Les polynies dans l'arctique canadien, Stirling I. et H. Cleator (éditeurs), pp. 71-74. Serv. Can. de la Faune, publication hors-série no. 45.

- Prange, H.D. et K. Schmidt-Nielsen, 1970. The metabolic cost of swimming in ducks. J. Exp. Biol. 53: 763-777.
- Raveling, D.G., 1979. The annual cycle of body composition of Canada geese with special reference to control of reproduction. Auk 96: 234-252.
- Reed, A. et A. Bourget, 1977. Distribution and abundance of waterfowl wintering in southern Québec. Can. Field-Naturalist 91: 1-7.
- Reinecke, K.J., T.L. Stone et R.B. Owen jr, 1982. Seasonnal carcass composition and energy balance of black ducks in Maine. Condor 84: 420-426.
- Scherrer, B., 1984. Biostatistiques. Gaëtan Morin éditeur, Chicoutimi, 850 pp.
- Sokal, R.R. et F.J. Rohlf, 1981. Biometry. W.H. Freeman et Compagnie, New York, 859 pp..
- Walsberg, G.E., 1983. Avian ecological energetics. In Avian biology vol. 7, D.S. Farner, J.R. King et K.C. Parkes (éditeurs), Academic Press Toronto, pp 161-220.
- Whyte, R.J., G.A. Baldassarre et E.G. Bolen. Winter condition of mallards on the southern high plains of Texas. J. Wildl. Manage 50: 52-57.
- Woakes, A.J. et P.J. Butler, 1983. Swimming and diving in tufted ducks, *Athya fuligula*, with particular reference to heart rate and gas exchange. J.exp. Biol. 107: 311-329.
- Wooley, J.B. et R.B. Owen, Jr., 1978. Energy cost of activity and daily energy expenditure in the black duck. J. Wildl. Manage. 42: 739-745.
- Zar, J.H., 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall inc., Englewood Cliffs, N.J..

REMERCIEMENTS

Nous voilà rendu à la partie la plus importante de ce rapport. Nous voudrions en premier lieu remercier le Ministère Approvisionnement et Services pour l'indispensable support financier à ce projet. Nous remercions également le Service Canadien de la Faune pour l'aide financière et logistique. Nous remercions particulièrement de ce Service les "Eideroïmanes" André Bourget, Gilles Chapdelaine, Charles Drolet et Austin Reed pour avoir supporté dès le début ce projet et d'avoir multiplié encouragements et discussions. Nous remercions aussi le Service Canadien des Parcs pour avoir contribué financièrement à ce projet. Nous remercions tout particulièrement du bureau régional pour leur indispensable collaboration MM. Alain Dufresne et Luc Foisy, et du Service de Conservation du District de Mingan MM. Yvan Lafleur et Daniel Lesauteur. Toujours du district de Mingan, nous voudrions remercier les intrépides gardes de parc pour leur visite toujours appréciée à notre camp de base et pour les multiples services rendus (en échange du meilleur café de l'île). De l'université Laval, nous remercions sincèrement M. Cyrille Barrette pour de multiples discussions éclairées et éclairantes sur l'échantillonnage du comportement. Nous remercions aussi de cette institution MM. Jean Bédard et Jean Huot pour le prêt d'équipement et pour avoir fourni l'espace de laboratoire pour l'analyse des lipides. Toujours de l'université Laval, je remercie sincèrement M. Serge Higgins pour avoir découpé, mélangé, séché, pulvérisé et enfin analysé des centaines de carcasses d'eiders. Nous tenons à remercier également les plongeurs et "skippers" du G.I.R.O.Q. qui ont accepté volontiers d'abaisser leur taux métabolique de base et de se plier à un échantillonnage exigeant en eau froide, soit Luc Beaudin, Jean Côté, Line Gauthier, Claude Malouin, Robert Rondeau et Eric Wirtanen. Nous tenons à remercier également les inuit Paul Gariépy, André Sansom et Pierre Lapointe pour avoir passé des journées entières sur la banquise à atteindre les moyacs passantes et pour avoir meublé de leur imagination le camp de l'île à la Chasse. Pour de très longues heures d'observations indispensables, perchés dans un aquarium à 40 pied au-dessus du niveau de la mer, nous remercions les ornithologues Line Gauthier, André Généreux, Sylvie Grondin, Vianney Guillemette et Micheline Caron. Enfin, nous remercions tout particulièrement Line Gauthier, qui en plus d'avoir pratiqué tous ces métiers, a réalisé la cartographie et qui a su aimablement doser le stress du premier auteur tout au long de ce projet. Merci!