

L.G. de Rétigoy

Voluyal 25 Nov. 1986

QH
541.5
.I8
M37
1986

3610770A

PROJET DE DOCUMENT
DRAFT

ÉTUDE ÉCOLOGIQUE DES ILOTS ARTIFICIELS DE LA

LAGUNE DE GRANDE-ENTRÉE, I.M.

JOCELYN MARTEL

ENVIRONNEMENT CANADA
CONSERVATION ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

AOÛT 1986



TABLE DES MATIÈRES

	Page
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
Remerciements	viii
Introduction	1
1.0 Généralités relatives à la création des îlots	2
1.1 Construction des îlots B et C	2
1.2 Efforts de stabilisation	2
1.3 Caractéristiques physiques	2
1.3.1 Localisation	2
1.3.2 Topographie	4
2.0 Cadre écologique des Iles-de-la-Madeleine	6
2.1 Végétation et dynamisme insulaire	6
2.1.1 Groupements végétaux	6
2.1.2 Végétation psammophile	6
2.1.3 Dunes mobiles	6
2.2 Avifaune des Iles-de-la-Madeleine	7
2.3 Les îlots B et C	7
3.0 Méthodologie	9
3.1 Végétation naturelle des îlots	9
3.1.1 Prise de données	9
3.1.2 Traitement des données	12
3.2 Plantations d'ammophiles à l'îlot C	13
3.3 Utilisation des îlots B et C par les oiseaux et les mammifères marins	14
3.3.1 Oiseaux	14
3.3.2 Mammifères marins	14
4.0 Résultats et discussion	15
4.1 État actuel du milieu physique	15
4.1.1 Îlot B	15
4.1.1.1 Zones littorales sujettes à l'érosion	15
4.1.1.2 Topographie	18

TABLE DES MATIÈRES
(suite)

	Page
4.1.2 Ilot C	19
4.1.2.1 Zones littorales sujettes à l'érosion	19
4.1.2.2 Topographie	23
4.2 Végétation ayant colonisé de façon naturelle les îlots B et C	25
4.2.1 Transects	25
4.2.2 Flore des îlots B et C	30
4.2.2.1 Similarité des îlots entre eux et avec le milieu du- naire proximal	30
4.2.2.2 Éléments phytosociologiques communs aux deux îlots	34
4.2.2.3 Végétation spécifique à l'îlot C	35
4.3 Plantations d'ammophiles à l'îlot C	36
4.4 Couvert végétal	37
4.4.1 Ilot B	37
4.4.2 Ilot C	40
4.5 Avifaune des îlots B et C	40
4.5.1 Oiseaux coloniaux	40
4.5.1.1 Goélands	40
4.5.1.2 Sternes	43
4.5.2 Oiseaux de rivage	44
4.5.3 Autres oiseaux	44
4.6 Autres utilisateurs	45
4.6.1 Mammifères marins	45
4.6.2 Utilisation par les madelinots	45
5.0 Conclusions et recommandations	46
5.1 Ilot B	46
5.1.1 Érosion	46
5.1.2 Végétation	46
5.1.3 Faune	47
5.2 Ilot C	47
5.2.1 Érosion	47
5.2.2 Végétation	47
5.2.3 Faune	48

TABLE DES MATIÈRES
(suite)

	Page
5.3 Stabilisation des îlots B et C	48
5.3.1 Reprofilage des dunes	48
5.3.2 Revégétalisation	49
5.3.3 Stabilisation mécanique	49
6.0 Bibliographie	50
Glossaire	53

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1.1: Caractéristiques physiques des îlots B et C	4
Tableau 3.1: Cotes d'abondance-dominance selon le système de Braun-Blanquet (Gounot, 1969)	10
Tableau 3.2: Classes de présence selon Dajoz (1971)	11
Tableau 3.3: Conversion des cotes d'abondance-dominance en pourcentages de recouvrement moyens (Gounot, 1969)	13
Tableau 4.1: Résultats des relevés phytosociologiques effectués à l'îlot B	27
Tableau 4.2: Résultats des relevés phytosociologiques effectués à l'îlot C	27
Tableau 4.3: Liste floristique de l'îlot B	30
Tableau 4.4: Liste floristique de l'îlot C	31
Tableau 4.5: Liste floristique de la dune mobile aux Sillons (Lamoureux et Grandtner, 1977)	32
Tableau 4.6: Liste floristique de ammophilaie près de la mine de sel; Dune du Nord (Lamoureux et al., 1984)	32
Tableau 4.7: Diamètres et densités moyens des massifs circulaires d'ammophiles à l'îlot C	36
Tableau 4.8: Utilisation de l'îlot B par les oiseaux	42
Tableau 4.9: Utilisation de l'îlot C par les oiseaux	42

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1: Localisation des îlots artificiels de la lagune de Grande-Entrée, I.M.	 3
Figure 3.1: Localisation des transects à l'îlot B	 9
Figure 3.2: Localisation des transects à l'îlot C	 12
Figure 4.1: Zones vulnérables à l'érosion marine à l'îlot B	 17
Figure 4.2: Talus d'érosion colonisé par l'ammophile; côté sud-ouest de l'îlot B	 15
Figure 4.3: Eau de la lagune envahissant le milieu dunaire à marée haute; côté sud-ouest de l'îlot B	 18
Figure 4.4: Aperçu général du relief de l'îlot B	 19
Figure 4.5: Zones vulnérables à l'érosion marine à l'îlot C	 21
Figure 4.6: Talus d'érosion colonisé par l'ammophile; extrémité nord-est de l'îlot C	 22
Figure 4.7: Falaise dunaire; extrémité sud-ouest de l'îlot C	 22
Figure 4.8: Dune stabilisée par des clôtures à neige; côté sud-est de l'îlot C	 23
Figure 4.9: Massifs circulaires d'ammophiles et ter- rain humide les séparant à l'îlot C	 24
Figure 4.10: Profil transversal typique de l'îlot C	 25

LISTE DES FIGURES
(suite)

	Page
Figure 4.11: Massif circulaire d'ammophiles affecté par l'érosion éolienne à îlot C	26
Figure 4.12: Vestige d'une plantation d'ammophiles à l'îlot C (érosion éolienne)	26
Figure 4.13: Ammophile à ligule courte (<u>Ammophila bre-</u> <u>viliculata</u> Fern.) à l'îlot C	27
Figure 4.14: Caquillier édentulé (<u>Cakile edentula</u> (Bigel.) Hook.)	28
Figure 4.15: Sabline faux-péplus (<u>Anenaria peploides</u> L.)	29
Figure 4.16: Localisation des habitats dunaires proxi- maux comparés aux îlots	33
Figure 4.17: Couvert végétal de l'îlot B (août 1985)	39
Figure 4.18: Couvert végétal de l'îlot C (août 1985)	41

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé sous la direction de M. Michel Chevalier, coordonnateur des immersions en mer, pour la région du Québec. Nous remercions tous ceux qui ont contribué à l'amélioration du contenu et de la présentation du présent document:

(À COMPLÉTER PLUS TARD)

INTRODUCTION

Suite à la création de deux îlots artificiels dans la lagune de Grande-Entrée, Environnement Canada imposait à Mines Seleine inc. en avril 1982 la réalisation d'un programme de surveillance de la stabilité de ces îlots. La présente étude constitue un premier bilan de l'état actuel de la végétation colonisant ces îlots, de la valeur écologique intrinsèque de cet habitat terrestre et finalement du degré d'insertion de ces îlots au milieu lagunaire.

C'est en comparant le couvert végétal des îlots à celui de milieux dunaires proximaux qu'il fut possible de dégager certaines tendances évolutives de la végétation et les possibilités de récupération à long terme de ces deux milieux insulaires artificiels. L'importance relative de la faune avienne et des mammifères marins utilisant les îlots devrait influencer la vocation à leur accorder dans une éventuelle désignation des terres.

1.0 GÉNÉRALITÉS RELATIVES À LA CRÉATION DES ÎLOTS

1.1 Construction des îlots B et C

Pour permettre le transport du sel par bateaux à l'intérieur de la lagune de Grande-Entrée, la compagnie Mines Seleine Inc. a dû dragué des matériaux du fond de la lagune pour créer un chenal de navigation. Les sédiments marins excavés qui étaient constitués en majeure partie de sable fin (Tiphane, 1976) ont été rejetés en divers sites de dépôt dont deux ont donné naissance à des îlots (dépôts B et C). Les volumes dragués pour les îlots B et C sont de 1 536 951 m³ et 1 410 570 m³ respectivement; les travaux ont été effectués de juillet 1980 à septembre 1982 (Lamoureux et al., 1984).

La nature des fonds détruits lors des rejets de sédiments varie d'un site à l'autre. L'îlot C a été construite sur un haut fond à proximité de la Grande-Entrée. Ce haut fond étant situé près de la mer il n'est pas surprenant qu'on y trouve surtout du sable moyen. L'îlot B repose sur un fond moins élevé et dont la taille des grains est plus faible à cause de sa position éloignée de Grande-Entrée. La faune benthique du milieu lagunaire est peu productive et peu diversifiée (Lamoureux et al., 1984).

1.2 Efforts de stabilisation

L'îlot C est le seul à avoir fait l'objet de travaux de stabilisation. On y a installé des clôtures à neige pour reprofiler les dunes de façon à réduire l'action du vent sur le sable. Entre les clôtures ceinturant l'îlot on a procédé en automne 1983 et au printemps 1984 à la plantation manuelle de sauvages de l'Ammophile à ligule courte (Ammophila breviligulata Fern.). Les plantes ont été disposées en massifs circularies de dix mètres de diamètre, lesquels forment grosso modo deux rangs suivant l'axe longitudinal de l'îlot C.

1.3 Caractéristiques physiques

1.3.1 Localisation

La localisation des îlots artificiels de la lagune de Grande-Entrée apparaît sur la carte reproduite à la figure 1.1. On ne peut voir l'îlot B de loin que par temps très clair à cause de sa faible topographie. Quant à l'îlot C, de par sa position rapprochée du port de Grande-Entrée, il est visible de la terre ferme.

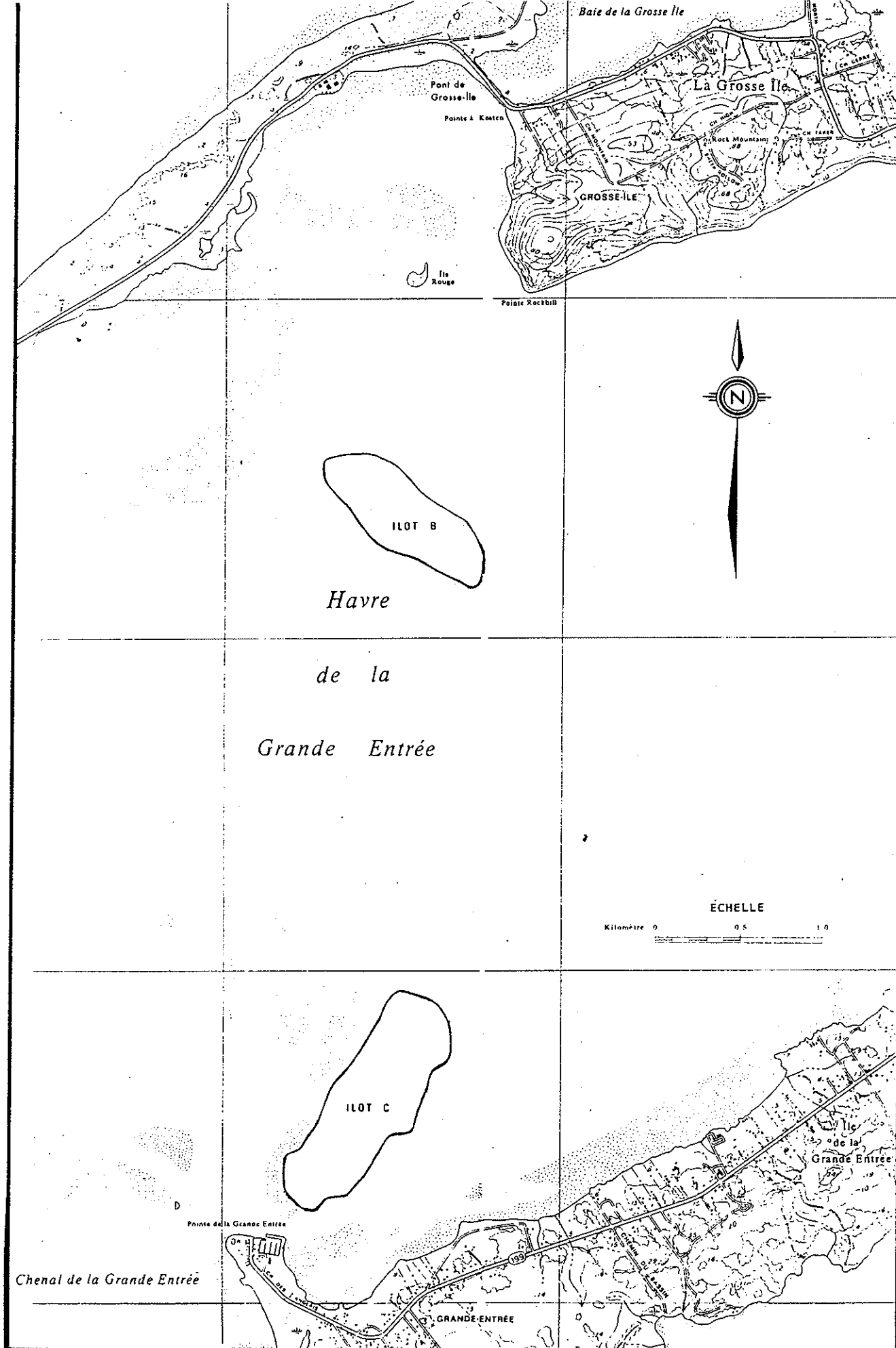


Figure 1.1: Localisation des îlots artificiels de la lagune de Grande-Entrée, I.M.

L'îlot B est situé au foyer de la courbure du chenal de navigation tandis que, l'îlot C est localisé à 200 mètres au nord du port de Grande-Entrée en s'allongeant parallèlement au chenal sur une distance de 1 350 mètres (Drapeau et al., 1984).

1.3.2 Topographie

Le tableau 1.1 est un résumé des données les plus récentes en ce qui concerne l'aspect physique des îlots B et C.

Tableau 1.1: Caractéristiques physiques des îlots B et C

Îlot	Volume dragué ¹ (m ³)	Granulométrie ²	Profondeur au lieu d'immersion ² (m)	Longueur maximale ³ (m)	Largeur maximale ³ (m)	Élévation maximale ^{3,4} (m)
B	1 536 951	Sables fins et un peu de silt argileux	3,0 - 3,5	1 115	390	2,7
C	1 410 570	Sables fins et moyens	1,0	1 430	550	5,9

- Notes:
1. Lamoureux et al., 1984
 2. Elouard et al., 1983
 3. Mines Seleine Inc.: relevés d'arpentage de 1985
 4. Élévation maximale par rapport au niveau de basse mer inférieure.

L'îlot B est maintenant caractérisé par un relief uniforme et peu accidenté. La hauteur moyenne ne dépasse très peu le niveau de la mer et il n'y a que quelques monticules de gravier et de débris de coquillages. Il n'y a pas de dune proprement dite. On peut apercevoir une extrémité de l'îlot à partir de l'autre tellement la topographie est monotone.

L'installation de clôtures à neige sur l'îlot C a largement contribué à la formation de dunes atteignant plusieurs mètres de hauteur. Si on faisait une coupe transversale de l'îlot en son centre on verrait un relief plutôt symétrique, beaucoup plus accidenté que celui de l'îlot B (figure 4.10). Nous décrivons plus en détails le relief actuel des îlots à la section 4.1.

2.0 CADRE ÉCOLOGIQUE DES ILES-DE-LA-MADELEINE

2.1 Végétation et dynamisme insulaire

2.1.1 Groupements végétaux

Le groupement climacique des Iles-de-la-Madeleine est la sapinière à épinette blanche qu'on ne rencontre pas très souvent lorsqu'on visite l'archipel car les conditions mésiques nécessaires à l'implantation de ce peuplement sont confinées à certains secteurs des noyaux rocheux (ex: île du Havre-Aubert). Grandtner n'a pas été le premier à décrire la végétation des Iles-de-la-Madeleine mais il est certainement celui qui a le plus fait avancé nos connaissances sur la flore particulière de ces îles (Grandtner, 1966a, 1966b, 1967, 1968; Lamoureux et Grandtner, 1977).

Malgré la faible superficie de cet archipel et les conditions difficiles qui y règnent, on y retrouve une grande variété d'associations végétales: forêts conifériennes, dunes mobiles ou fixées, marais ou près salés, étangs, tourbières et prairies (Grandtner, 1967).

2.1.2 Végétation psammophile

La dominance naturelle du sable aux Iles-de-la-Madeleine y conditionne une variété de paysages. La flore madelinienne est composée en grande partie d'espèces adaptées à un milieu sec et salin. La végétation psammophile comprend celles des dunes boisées, des caoudeyres, des dunes fixées et des dunes mobiles (Grandtner, 1967).

2.1.3 Dunes mobiles

De par leurs caractéristiques physiques les îlots artificiels s'associent sur le plan écologique à l'habitat de la dune mobile et c'est pourquoi nous allons nous attarder à décrire la végétation colonisant ce type de milieu. La végétation peuplant la dune initiale, i.e. celle qui apparaît immédiatement après les hauts de plage, et celle de la dune mobile constituent les premiers stades dynamiques de la succession végétale généralement rencontrée aux Iles-de-la-Madeleine (Grandtner, 1968). Les principales espèces pionnières sont le Caquillier édentulée (Cakile edentula (Bigel.) Hook.), l'Ammophile à ligule courte (Ammophila breviligulata Fern.) et la Sabline faux-péplus (Arenaria peploides L.).

Bien qu'elle soit l'espèce dominante de la dune mobile, l'ammophile couvre peu le sol et laisse ainsi le sable blanc contraster avec le bleu et le turquoise de la mer. Sur le versant littoral de la première dune l'ammophile à tige verte, entourée de ses gaines foliaires souvent rougeâtres, est omniprésente; quelques touffes discrètes de caquilliers apparaissent ici et là de même que des coussins de sablines plus impressionnants et d'un vert plus pâle que l'ammophile. De l'autre côté de la première dune on peut voir à travers le paysage d'ammophile des tâches sombres; il s'agit de la Gesse maritime qui produit à la fin de l'été de belles fleurs mauves du type papilionacé et de la Myrique de Pennsylvanie, un arbuste formant des buissons foncés, denses et en demi-sphères. La Fétuque rouge forme un tapis dense peu visible et fixe le sable en surface. Passé la deuxième crête on quitte la dune mobile pour arriver dans ce qu'on pourrait appeler la dune "semi-fixée".

2.2 Avifaune des Iles-de-la-Madeleine

Les oiseaux abondent aux Iles-de-la-Madeleine: on a pu y observer et identifier jusqu'à maintenant 269 espèces dont 112 nichent dans l'archipel (Fradette, 1986). Ceux-ci sont probablement attirés par la diversité et la richesse des habitats qu'on retrouve au Iles (forêts, marais, zones côtières et hauturières, etc.).

Les espèces aquatiques nous intéressent plus particulièrement car les îlots artificiels peuvent être utilisés par l'avifaune comme sites d'alimentation, de nidification ou de repos. On compte aux Iles-de-la-Madeleine plus d'une trentaine d'espèces littorales et pélagiques et autant d'espèces limicoles dont la plupart font escale dans l'archipel lors de la migration automnale.

2.3 Les îlots B et C

Aucune étude exhaustive n'a jusqu'ici été faite sur la végétation des îlots artificiels de la lagune de Grande-Entrée. La seule observation faite à ce sujet est celle de Lamoureux et al. (1984) qui parle de l'implantation graduelle des trois espèces pionnières énumérées à la section 2.1.3 dans les zones basses et humides. L'emprise naturelle de la végétation aux îlots B et C en 1983 se traduisait par la présence de bandes de 15 à 20 mètres de largeur en bordure des îlots.

Cette étude a pour premier objectif de décrire l'état du couvert végétal des îlots de façon à pouvoir le comparer avec celui des milieux dunaires proximaux et de dégager la où les tendances actuelles en matière de succession. Il sera alors possible de déterminer les possibilités de récupération à long terme de ces deux habitats insulaires artificiels. Elle tente également de préciser l'emplacement des zones vulnérables à l'érosion et propose des solutions.

Dans le but de caractériser la végétation colonisant les îlots B et C et par la suite de déterminer le niveau de succession atteint (degré de fixation des dunes) ou vers lequel évolue le couvert végétal des îlots, il s'agira donc d'inventorier les espèces présentes et de noter leur importance relative. Les massifs circulaires d'ammophiles transplantées à l'îlot C doivent être abordés différemment, soit en quantifiant la progression des cercles.

L'utilisation des îlots par la faune avienne et les mammifères est un autre aspect de cette étude. Toute modification de l'habitat reliée à un animal quelconque a été notée et si possible quantifiée.

3.0 MÉTHODOLOGIE

3.1 Végétation naturelle des îlots

3.1.1 Prise de données

La méthode que nous avons employée lors de l'évaluation quantitative des composantes floristiques des îlots est celle de Lamoureux et al. (1984) avec comme modification l'abandon des transects transversaux à tous les 40 mètres. Les relevés ont été faits le long de transects perpendiculaires à l'axe longitudinal des îlots sauf dans le cas d'un des transects de l'îlot C qui est orienté vers le nord à cause de contraintes physiques constatées sur le terrain. La longueur des transects varie selon les conditions du milieu, i.e. la largeur des îlots et la présence ou non de végétation (figures 3.1 et 3.2). La direction des transects a été vérifiée périodiquement avec une boussole et les distances mesurées avec un mètre à ruban.

Chaque transect se subdivise en segments de cinq mètres pour la prise des données. Tous les individus recensés dans un corridor de vingt centimètres, i.e. dix de chaque côté de la ligne imaginaire, ont servi à établir la cote d'abondance - dominance de Braun-Blanquet (tableaux 3.1) qui nous renseigne sur le recouvrement et la densité de la végétation.

Tableau 3.1: Cotes d'abondance - dominance selon le système de Braun-Blanquet (Gounot, 1969)

Cote	Recouvrement (%)	Description
+	< 1	un seul ou quelques individus
1	1 - 10	individus peu abondants
2	10 - 25	individus moy + abondants
3	25 - 50	individus abondants
4	50 - 75	individus très abondants
5	75 - 100	individus en nombre illimité

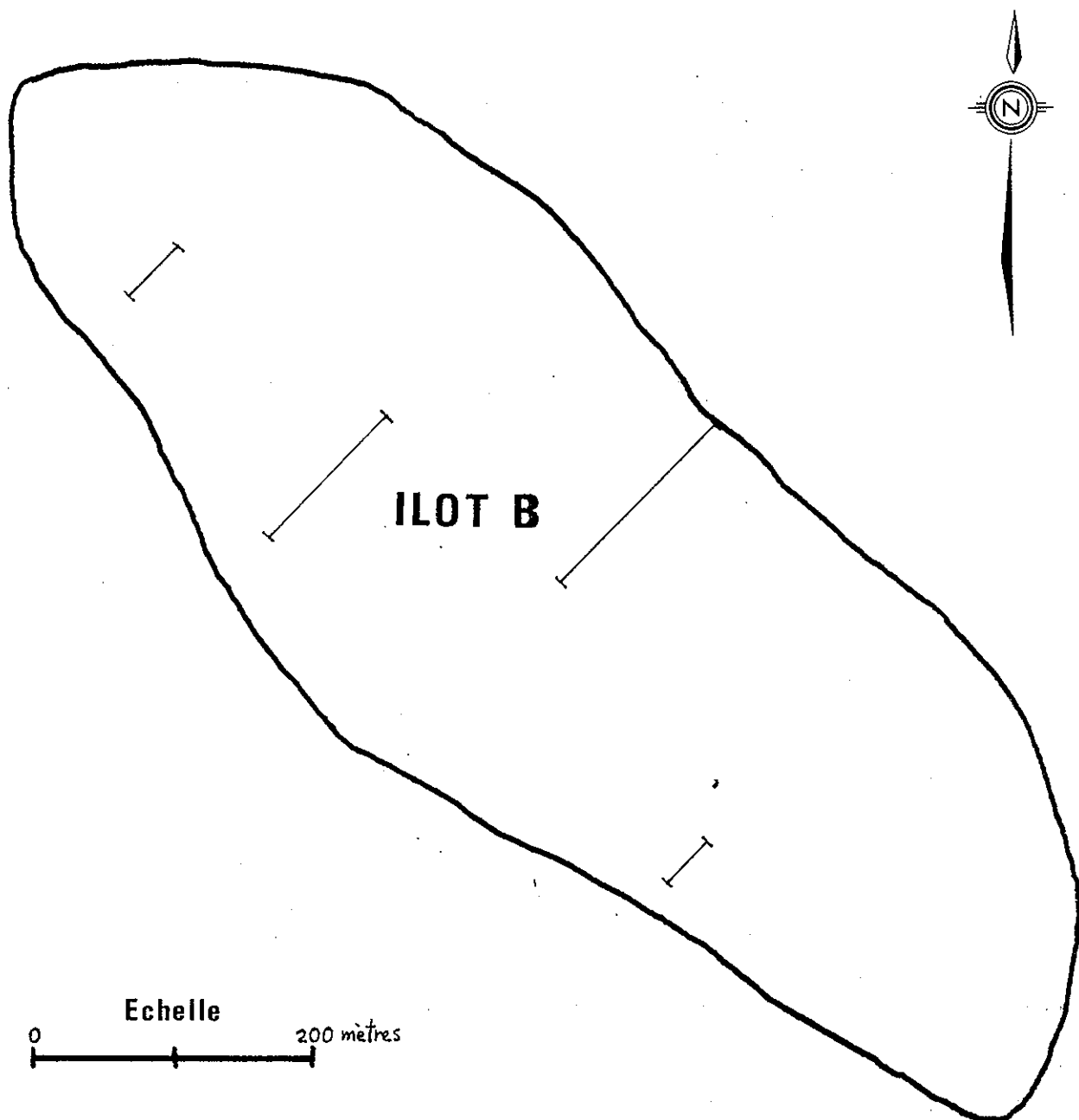


Figure 3.1: Localisation des transects à l'îlot B.

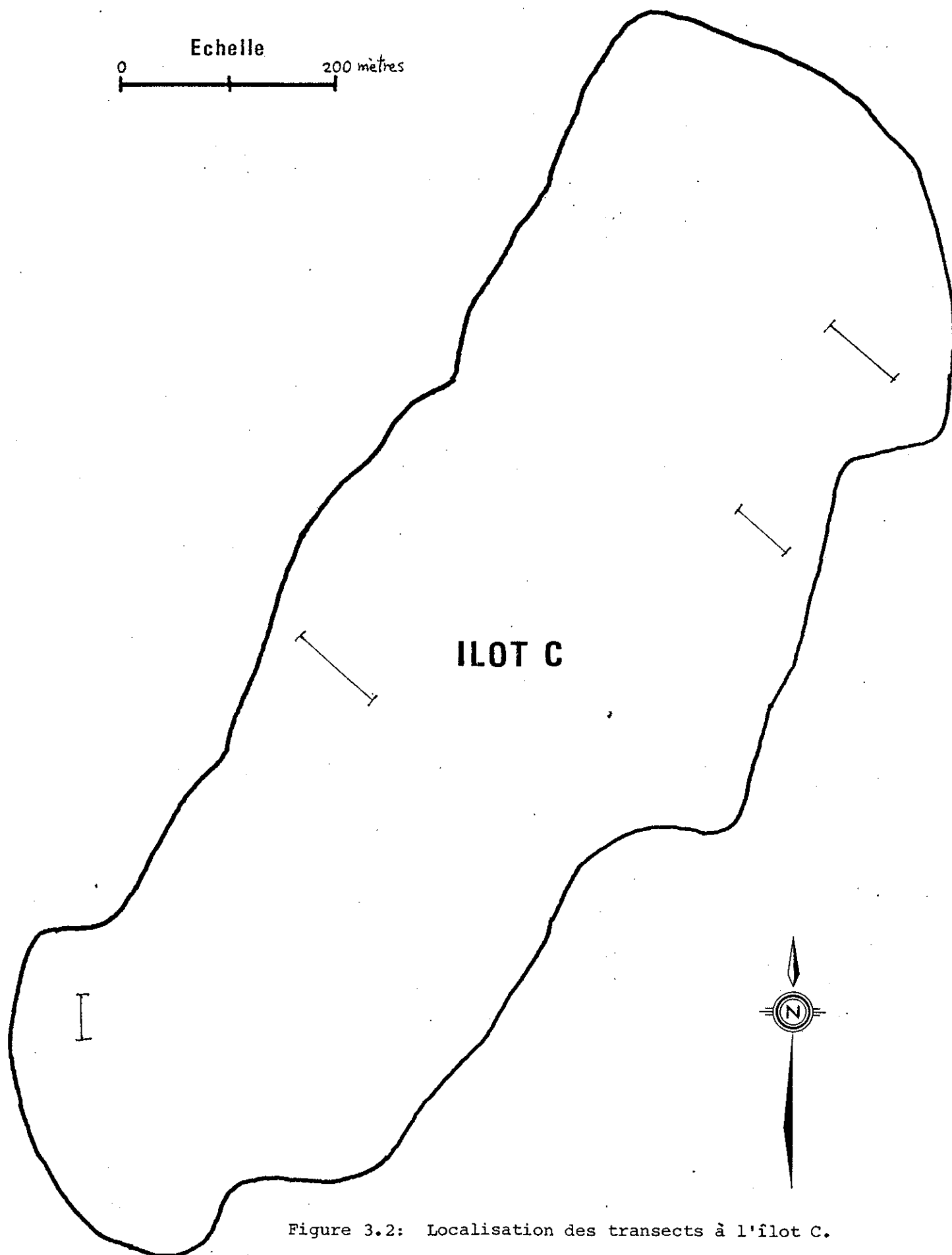


Figure 3.2: Localisation des transects à l'îlot C.

La méthode des transects (échantillonnage linéaire) a été choisie en fonction de la végétation des îlots B et C qui est peu abondante, peu diversifiée et qui parfois suit un patron de distribution de type "contagieux". La sélection des tracés a été effectuée au hasard. La nomenclature suivie est celle de Fernald (1950) et de Marie-Victorin (1964).

Afin de visualiser l'importance du couvert végétal des îlots nous avons cartographié les emprises de la végétation à l'aide des photographies aériennes prises au mois d'août 1985.

3.1.2 Traitement des données

Dans un premier temps nous estimons la classe de présence (Dajoz, 1971) de chaque espèce en divisant le nombre de segments de cinq mètres où l'espèce est présente par le total de segments compris par les transects d'un îlot. On attribue les cotes I à V selon le pourcentage obtenu (tableau 3.2). Ce paramètre nous informe sur l'abondance d'une espèce indépendamment de la densité et du recouvrement.

Tableau 3.2: Classes de présence selon Dajoz (1971)

Classe	%
I	0- 20
II	20- 40
III	40- 60
IV	60- 80
V	80-100

La deuxième étape consiste à faire ressortir les espèces dominantes et les espèces compagnes de sorte que l'on puisse spécifier les éléments phytosociologiques présents aux îlots. Il faut d'abord convertir les données brutes en pourcentages de recouvrement moyens (tableau 3.3) et calculer la valeur moyenne de recouvrement (R) de chacune des espèces selon la formule suivante (Gounot, 1969):

$$R = \frac{\text{somme des recouvrements moyen}}{\text{nombre de relevés}} \times 100$$

Tableau 3.3: Conversion des cotes d'abondance-dominance en pourcentages de recouvrement moyens (Gounot, 1969)

Abondance - dominance	Recouvrement (%)	Recouvrement moyen (%)
+	< 1	0,1
1	1 - 10	5,0
2	10 - 25	17,5
3	25 - 50	37,5
4	50 - 75	62,5
5	75 - 100	87,5

Pour comparer la végétation des flots entre eux et avec celle que l'on retrouve dans le milieu dunaire environnant, il faut calculer l'indice de similarité de Jaccard selon la formule suivante (Gounot, 1969):

$$P = \frac{100 \ c}{a + b - c}$$

où P = indice de similarité

a = nombre d'espèces au site A

b = nombre d'espèces au site B

c = nombre d'espèces communes aux deux sites

L'indice calculé se situe sur une échelle de 0 à 100 où 0 correspond à des habitats totalement différents et 100 à deux sites identiques du point de vue de leur cortège floristique.

3.2 Plantations d'ammophiles à l'ilot C

Nous avons mesuré le diamètre de plusieurs massifs circulaires d'ammophiles plantés. La progression des plantations a pu être établie par le biais des données que nous avons des diamètres initiaux. Nous avons utilisé un mètre à ruban et les mesures ont été prises le plus près possible du centre (± 1 m).

La densité exprimée par le nombre de "touffes" par mètre carré (dans le cas des graminées une touffe est considéré comme un individu; Gounot, 1969) a été calculée en comptant le nombre de touffes

d'ammophiles se trouvant dans un mètre carré dont l'emplacement a été choisi au hasard à l'intérieur des massifs. Ces données complémentaires aideront à établir la productivité des plantations.

3.3 Utilisation des îlots B et C par les oiseaux et les mammifères marins

3.3.1 Oiseaux

C'est par observation visuelle directe que nous avons pu identifier et dénombrer les oiseaux fréquentant les îlots. Tout indice signalant la présence d'espèces nichant aux îlots a été noté. Les sternes de l'îlot C étant en trop grand nombre pour qu'on ait pu les compter sur place, des photographies des oiseaux en vol ont servi à faire le dénombrement. Pour s'assurer que toutes les sternes seraient fixées sur la pellicule une personne s'introduisait dans la colonie pour forcer les adultes nicheurs à quitter leur nid.

Les oiseaux qui se nourrissaient ou se reposaient dans les eaux entourant les îlots ont aussi été considérés dans cette étude. La nomenclature utilisée est celle du Musée national des sciences naturelles (Ouellet et Gosselin, 1983).

3.3.2 Mammifères marins

Les individus se reposant sur la grève des îlots ou nageant dans les eaux adjacentes devaient être notés. Nous employons dans le cas des mammifères la nomenclature de la Société zoologique de Québec (Anonyme, 1967).

4.0 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 État actuel du milieu physique

4.1.1 Ilot B

4.1.1.1 Zones littorales sujettes à l'érosion

L'extrémité sud-est et la moitié nord du côté sud-ouest de l'îlot B sont les zones les plus affectées par l'érosion marine (figure 4.1). Nous avons vu plusieurs dunes près du rivage qui malgré la présence de l'ammophile ne résistent pas à l'action répétée des vagues et de la marée. C'est ainsi qu'apparaissent des talus dont l'escarpement peut atteindre un mètre. Sur ces talus d'érosion on trouve des plants morts et des rhizomes, ce qui indique que la rive de l'îlot prend du recul particulièrement sur le côté sud-ouest (figure 4.2).



Figure 4.2: Talus d'érosion colonisé par l'ammophile; côté sud-ouest de l'îlot B.

En plusieurs endroits du côté sud-ouest l'eau pénètre assez profondément vers l'intérieur. On peut voir sur la figure 4.3 des bourrelets de Zostère marine (Zostera marina L.) de même que quelques plants d'ammophiles résistant à cette agression.

Nous avons trouvé des zostères jusqu'à au moins 25 mètres du rivage, ce qui laisse présager un avenir plus qu'incertain en ce qui concerne la stabilité de l'îlot B.

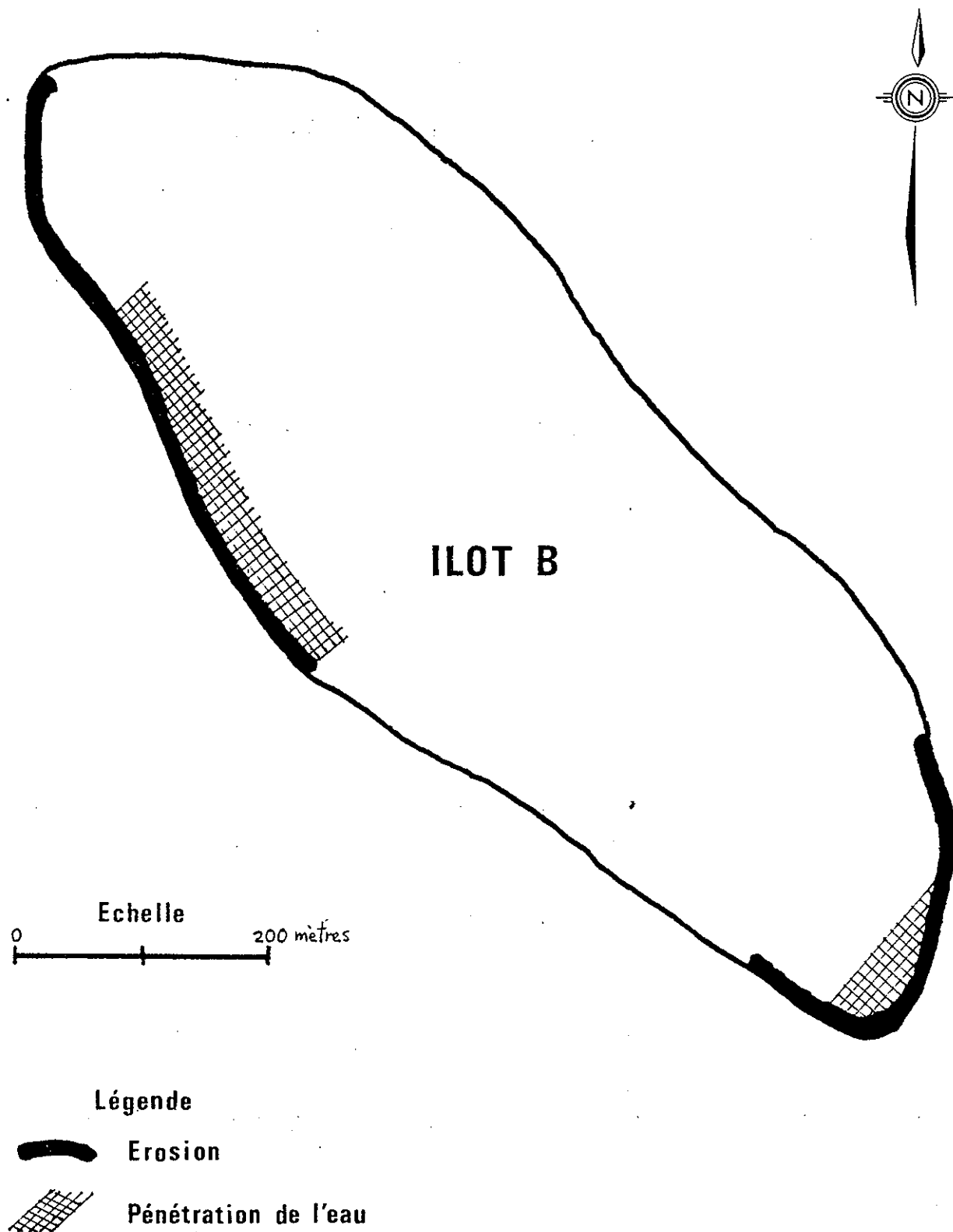


Figure 4.1: Zones vulnérables à l'érosion marine à l'îlot B.



Figure 4.3: Eau de la lagune envahissant le milieu dunaire à marée haute; côté sud-ouest de l'îlot B.

L'extrémité sud-ouest est soumise à de forts mouvements de marée car la pente de la plage est très faible. Une dépression au centre de la pointe est submergée à marée haute et il ne reste qu'un croissant de sable pour nous indiquer le bout de l'îlot.

Selon une étude de stabilité effectuée durant l'été 1983 (Drapeau et al., 1984) l'extrémité sud-est et le côté sud-ouest sont les parties de l'îlot B les plus exposées. Les courants qui pourraient en partie être responsables de ce problème (directions ONO, NNO, NNE, ENE) bien que relativement faibles, comptent pour 60% de l'ensemble des courants marins mesurés à 200 mètres de l'extrémité sud-est de l'îlot B (Lamoureux et al., 1984). Les faits semblent indiquer que l'érosion affectera la stabilité de cet îlot dans un avenir rapproché.

4.1.1.2 Topographie

Dès le premier hiver on avait déjà noté un léger affaissement de l'îlot B (Lamoureux et al., 1984). Les derniers relevés d'arpentage, datant de juillet 1985, confirme cette tendance qu'a l'îlot B à s'aplanir. L'élévation moyenne ne dépasse pas beaucoup le niveau de la mer; il n'y a que quelques buttes de gravier et débris de coquillages

ici et là (figure 4.4). Autour de ces monticules le sol est très souvent humide; il est fort probable que pendant de fortes tempêtes l'îlot soit en partie submergé bien qu'on ne puisse le confirmer par des observations en ce sens.



Figure 4.4: Aperçu général du relief de l'îlot B.

4.1.2 Ilot C

4.1.2.1 Zones littorales sujettes à l'érosion

L'extrémité sud-ouest et une partie de l'autre extrémité de l'îlot C sont les secteurs les plus érodés par l'eau (figure 4.5). Pour ce qui est de la pointe nord nous avons remarqué la même chose qu'à l'îlot B, soit des talus où l'ammophile perd graduellement du terrain (figure 4.6). L'extrémité sud-ouest présente un faciès quelque peu différent (figure 4.7). Des falaises dunaires dont la hauteur peut dépasser deux mètres et légèrement peuplées d'ammophile se sont formées. Le substrat est très friable et le sable des falaises tombe facilement.

Des profils de plage tracés durant les premières années de l'îlot C montraient déjà la formation d'un talus d'érosion à l'extrémité sud-ouest dont on reconnaissait d'ailleurs l'instabilité (Drapeau et al., 1984). Les auteurs de l'étude de stabilité affirment que malgré tout

l'érosion en cet endroit est lente; durant la première année, soit de 1982 à 1983 le talus a reculé de 50 centimètres. Selon les profils établis par Mines Seleine Inc. de septembre 1982 à juillet 1985 le talus d'érosion de l'extrémité sud-ouest a reculé de 30 mètres en trois ans. Si ce recul est causé par l'action constante des courants de marée de la lagune et que cette tendance se maintient nous aurons à faire face à une perte de terrain non-négligeable de l'îlot C au profit de la lagune.

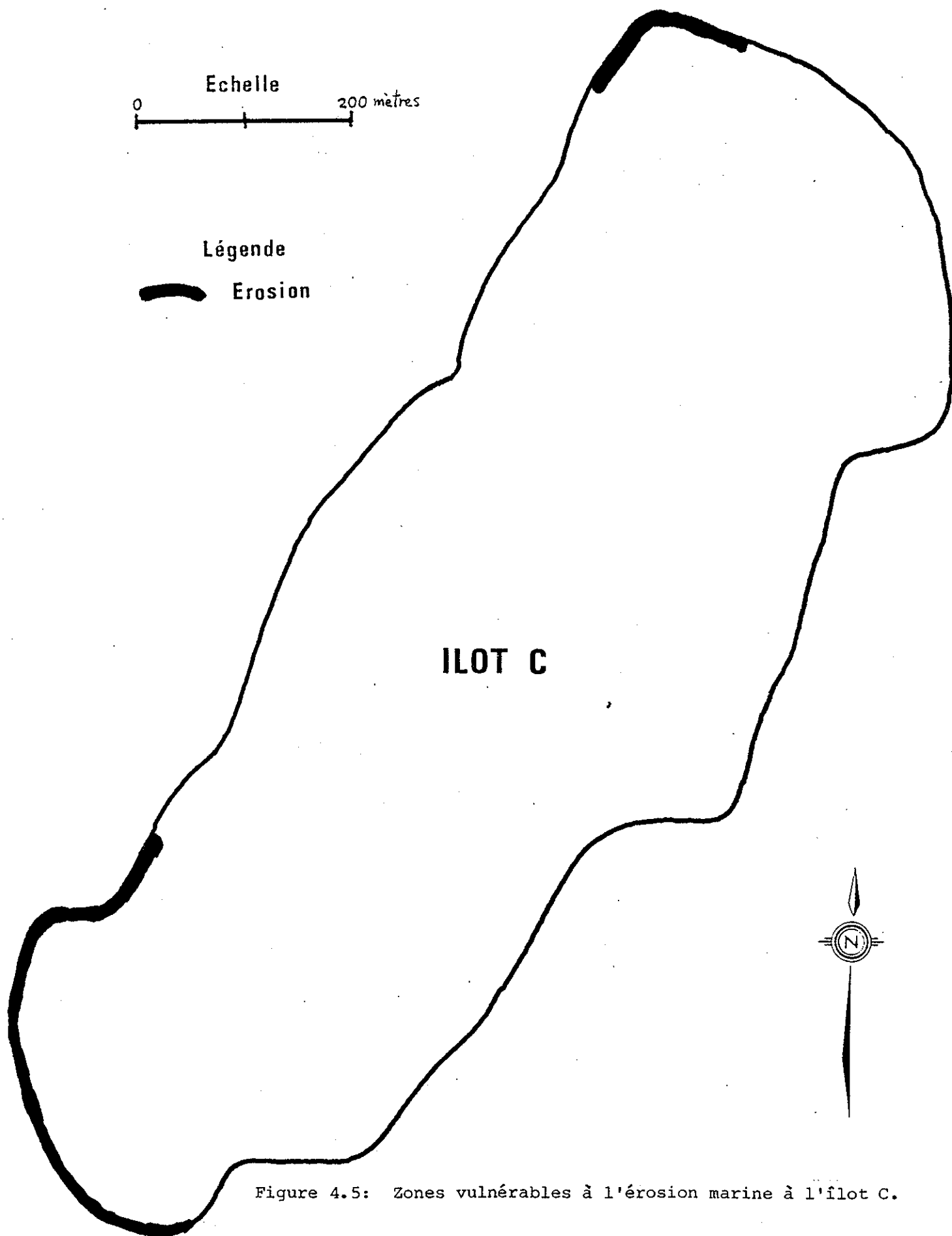


Figure 4.5: Zones vulnérables à l'érosion marine à l'îlot C.

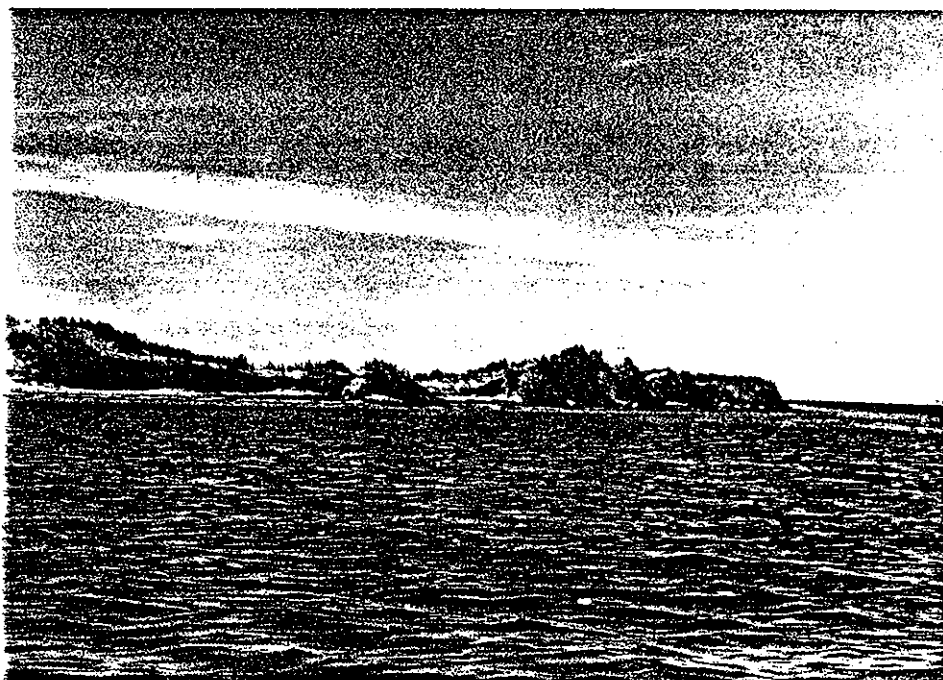


Figure 4.6: Talus d'érosion colonisé par l'ammophile; extrémité nord-est de l'îlot C.



Figure 4.7: Falaise dunaire; extrémité sud-ouest de l'îlot C.

Avant l'apparition de l'îlot C en 1982, les eaux de la pleine mer étaient canalisées vers l'entrée de la lagune là où se trouvait un haut fond qui la forçait à s'étaler (Burton et al., 1979). Or l'îlot C est justement situé à cet endroit et on peut raisonnablement se demander si l'îlot ne joue pas le rôle de chicane en faisant obstacle aux courants de marée.

Les talus d'érosion de l'autre extrémité de l'îlot (figure 4.5) doivent être relativement récents puisqu'en plus de ne pas être très hauts il n'est aucunement fait mention dans la littérature qu'il y ait un problème dans cette zone. Drapeau et al. (1984) soutiennent que la plage donnant vers l'ouest bien qu'exposée ne présente aucun signe d'instabilité.

4.1.2.2 Topographie

L'enfouissement de clôtures à neige et les plantations d'ammophiles ont évidemment influencer l'évolution du relief de l'îlot C.

La clôture à neige est efficace pour retenir le sable et créer des dunes d'une bonne hauteur (figure 4.8) mais il s'agissait d'une solution à court terme. Actuellement de nombreux débris provenant des clôtures jonchent le sol. Une bonne proportion des clôtures installées durant les années 1981 et 1982 sont endommagées ou tout simplement disparues mais elles ont malgré tout joué le rôle qu'on leur attribue.

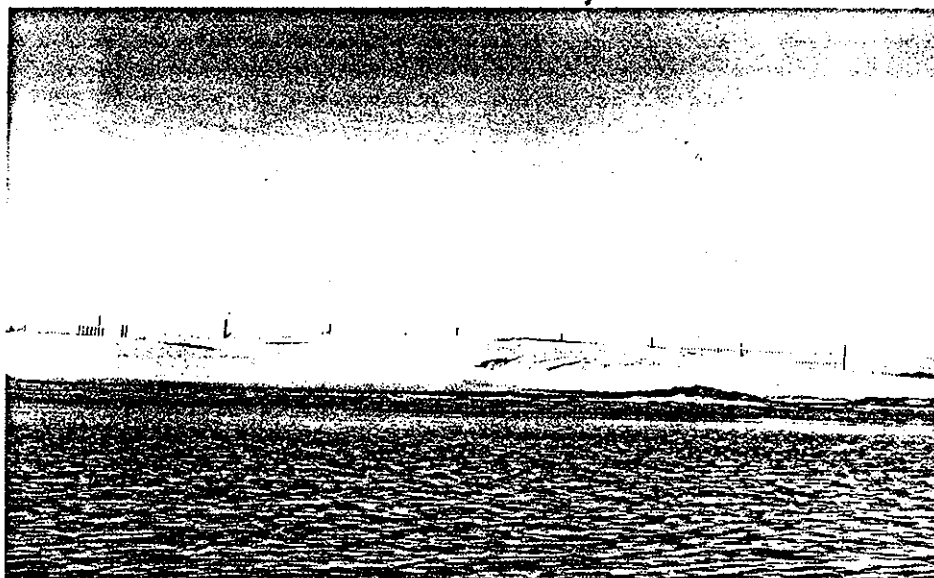


Figure 4.8: Dune stabilisée par de la clôture à neige; côté sud-est de l'îlot C.

Les massifs circulaires d'ammophiles transplantées se sont étendus (voir section 4.3) et se sont avérés aussi valables que les clôtures à neige pour retenir le sable. Certains dômes atteignent plus de deux mètres de hauteur. Tout le sable situé à l'intérieur des clôtures semble être emprisonné dans les massifs ou retenu par les clôtures, ce qui crée une situation où nous avons des collines peuplées d'ammophiles entourées d'un bas terrain humide et vraisemblablement inondé à marée haute (figure 4.9). Il semble en effet que l'eau de mer s'infiltré par le sous-sol de l'îlot par capillarité en certaines zones près du niveau de la mer. Nous avons observé des dépôts d'alluvion par endroit.



Figure 4.9: Massifs circulaires d'ammophiles et terrain humide les séparant à l'îlot C.

La série de plantations circulaires occupe une superficie importante de l'îlot C. L'action combinée des plantations et des clôtures résulte en un relief représenté par le schéma de la figure 4.10. Il s'agit bien sûr d'une synthèse du relief transversal pour l'ensemble de l'îlot C qui ne s'applique pas aux deux extrémités.

N-O.

S-E.



Figure 4.10: Profil transversal typique de l'îlot C.

Un autre type d'érosion semble s'exercer maintenant sur les massifs circulaires. Ces derniers ont atteint dans bien des cas une hauteur de plus d'un mètre et l'action du vent sur leur pourtour entraîne la formation de talus (figure 4.11). On a même trouvé ce qui semble être les restes d'une plantation (figure 4.12) mais les données antérieures concernant l'emplacement des massifs circulaires sont insuffisantes pour que l'on puisse corroborer ce fait.

4.2 Végétation ayant colonisé de façon naturelle les îlots B et C

4.2.1 Transects

A cause des raisons déjà évoquées à la section 3.1.1 la plupart des transects ont été plus courts que prévu. La direction et le point de départ choisi de façon aléatoire ont été respectés mais les transects ont été écourtés en leurs extrémités (figures 3.1 et 3.2).

Les résultats des relevés phytosociologiques effectués aux îlots B et C apparaissent aux tableaux 4.1 et 4.2 respectivement. L'Ammophile à ligule courte (*Ammophila breviligulata* Fern.) est l'espèce dominante dans les deux cas (figure 4.13); elle est en général deux fois plus dense sur l'îlot C dont la topographie est moins affectée par la marée. Dans l'ensemble les plantes des deux îlots sont distribuées de façon "contagieuse", d'où les variations importantes notées entre les transects. Les données concernant l'ammophile auraient pu être plus élevées car cette graminée fleurit surtout vers la fin de l'été ou en automne (Fleurbec, 1985; Marie-Victorin, 1964).

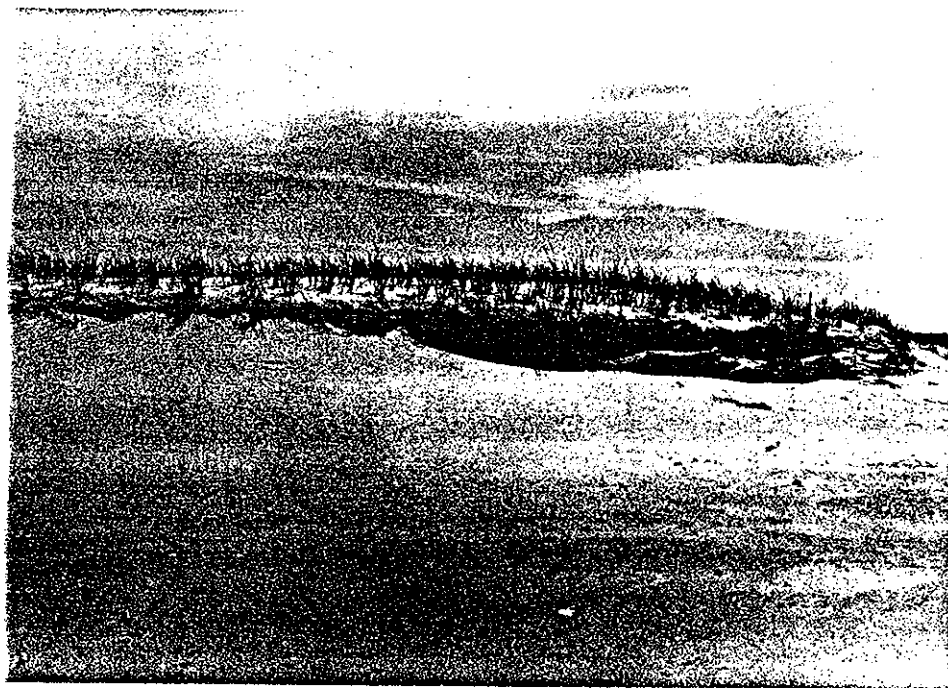


Figure 4.11: Massif circulaire d'ammophiles affecté par l'érosion éolienne à l'îlot C.



Figure 4.12: Hypothétique vestige d'une plantation d'ammophiles à l'îlot C (érosion éolienne).

Tableau 4.1: Résultats des relevés phytosociologiques à l'îlot B

Espèces	Transects				Sommaire
	1 (N=8) ¹	2 (N=10)	3 (N=31)	4 (N=24)	1+2+3+4 (N=73)
<u>Ammophila breviligulata</u>	253 ² (IV) ³	478 (V)	76 (II)	306 (III)	226 (III)
<u>Cakile edentula</u>	5 (III)	6 (III)	8 (V)	10 (V)	8 (IV)
<u>Basidiomycète</u>	1 (I)				0,1 (I)
<u>Arenaria peploides</u>		1 (I)	0,3 (I)	22 (I)	7 (I)

Notes: 1. Nombre de relevés
 2. Valeur moyenne de recouvrement (R); voir section 3.1.2
 3. Classe de présence (Dajoz, 1971); voir section 3.1.2

Tableau 4.2: Résultats des relevés phytosociologiques à l'îlot C

Espèces	Transects				Sommaire
	1 (N=16)	2 (N=8)	3 (N=18)	4 (N=12)	1+2+3+4 (N=54)
<u>Ammophila breviligulata</u>	176 (III)	1845 (IV)	29 (II)	671 (V)	484 (III)
<u>Arenaria peploides</u>	3 (II)		29 (I)	3 (II)	11 (I)
<u>Cakile edentula</u>	2 (I)	128 (III)	6 (III)	3 (II)	22 (II)

Figure 4.13: Ammophile à ligule courte (Ammophila breviligulata Fern.) à l'îlot C.

Le caquillier édentulé (Cakile edentula (Bigel.) Hook) est relativement fréquent et excède même l'ammophile à l'îlot B mais il ne recouvre que très peu de surface. Ceci est dû à la petitesse de la majorité des individus de cette espèce colonisant les îlots au moment de notre visite (figure 4.14). Ils ne dépassaient pas en moyenne de trois à cinq centimètres alors que dans la littérature on parle d'une hauteur moyenne allant de 25 centimètres (Fleurbec, 1985) à 85 centimètres (Fernald, 1950). Cette herbacée annuelle a sa floraison à la fin de la saison estival. Malgré cela nous avons vu plusieurs individus rabougris en fleurs. Le caquillier est moins productif lorsqu'on s'éloigne de la mer. Dans un habitat dunaire les faibles teneurs en azote dans le sol et la compétition avec l'ammophile influent défavorablement sur son développement (Keddy, 1981). Ce principe ne semble pas s'appliquer aux îlots puisque la faible densité du caquillier est la même partout. Il s'agit pourtant d'une plante très résistante aux variations d'humidité et de salinité qui est la première à coloniser les dunes (Fleurbec, 1985). Une diminution de la période d'ensoleillement sous la normale saisonnière pourrait être à l'origine de la baisse de productivité de cette espèce.



Figure 4.14: Caquillier édentulé (Cakile edentula (Bigel.) Hook.) à l'îlot C.

La Sabline faux-péplus (Arenaria peploides L.) et le champignon de la classe des Basidiomycètes apparaissent sporadiquement dans les transects. Dans le cas de la sabline cependant il n'était pas rare d'apercevoir des coussins retenant le sable atteignant plus d'un mètre de diamètre. Ces petits massifs sont visibles de très loin en raison de la couleur contrastante de la sabline par rapport à l'ammophile (figure 4.15). Plusieurs d'entre eux offraient des individus en fleurs au moment de notre visite.



Figure 4.15: Sabline faux-péplus (Arenaria peploides L.) à l'îlot C.

Si on compare les résultats de l'étude de la végétation du site prévu pour d'éventuels rejets de sédiments (Lamoureux et al., 1984), près de la mine de sel à la Dune du Nord (ammophilaie), avec les nôtres, on remarque l'absence aux îlots de la Fétuque rouge (Festuca rubra L.). La présence du caquillier n'est pas surprenante puisqu'il s'agit d'une espèce pionnière. Comme on le verra dans une autre section (4.2.23) la fétuque est présente à l'îlot C mais de manière sporadique. Les valeurs moyennes de recouvrement pour l'ammophilaie du site de Mines Seleine Inc. sont nettement supérieures à celles des îlots qui n'existent que depuis quatre ans.

La végétation des stades pionniers du secteur des Sillons (Dune du Sud) offre une grande similarité avec celle des îlots (Lamoureux et Grandtner, 1977). Les espèces communes aux deux îlots sont le caquillier, l'ammophile et la sabline. Le champignon trouvé aux Sillons, un ascomycète (Sepultaria sp.), est toutefois différent de celui trouvé aux

îlots. Tout comme avec l'ammophilaie de la Dune du Nord le recouvrement des îlots demeure inférieur.

La composition floristique des transects effectués aux îlots est pratiquement identique à celle des Sillons. Il s'agit d'une végétation caractéristique de la plage et de la première dune. Quant au site qui est à proximité de la mine de sel, on y trouve des marécages et une route qui apportent à la dune mobile des espèces qui ne sont pas nécessairement typiques de cet habitat.

4.2.2 Flore des îlots B et C

Cette section inclut les espèces des transects mais aussi toutes les espèces observées et identifiées aux deux îlots.

4.2.2.1 Similarité des îlots entre eux et avec les milieux dunaires proximaux

Les listes floristiques des îlots B et C sont présentées aux tableaux 4.3 et 4.4 respectivement. A l'îlot C nous distinguons la végétation dunaire de celle d'un milieu humide (marais ou pré salé).

Tableau 4.3: Liste floristique de l'îlot B.

Famille	Espèce
Graminées	<u>Ammophila breviligulata</u> Fern.
Caryophyllacées	<u>Arenaria peploides</u> L.
Crucifères	<u>Cakile edentula</u> (Bigel.) Hook.
Composées	<u>Artemisia Stelleriana</u> Besser
Champignon	Basidiomycète sp.

En ne conservant que les espèces proprement dunaires établies aux deux îlots l'indice de similarité de Jaccard entre eux est de 71,4. Ce n'est pas étonnant car les cinq espèces de l'îlot B se retrouvent à l'îlot C. Cette diversité plus importante de l'îlot C n'est qu'apparente car elle ne tient qu'à la présence d'un seul individu de la Phléole des prés (Phleum pratense L.) et de quelques maigres touffes de fétuque.

Par contre lorsqu'on rétablit la comparaison des deux îlots en incluant les espèces de milieu humide l'îlot C apparaît nettement différent et plus diversifié par rapport à l'îlot B. C'est dans un quadrilatère d'environ 15 m² que nous avons découvert une végétation particulière augmentant du coup le nombre d'espèces à l'îlot C.

Tableau 4.4: Liste floristique de l'îlot C.

Famille	Espèce	Habitat
Graminées	<u>Poa pratensis</u> L.	H ¹
	<u>Festuca rubra</u> L.	D + H
	<u>Ammophila breviligulata</u> Fern.	D + H
	<u>Phleum pratense</u> L.	D
Joncacées	<u>Juncus balticus</u> var. <u>littoralis</u> Engelm.	H
Caryophyllacées	<u>Arenaria peploides</u> L.	D
Renonculacées	<u>Ranunculus Cymbalaria</u> Pursh	H
Crucifères	<u>Cakile edentula</u> (Bigel.) Hook.	D
Rosacées	<u>Potentilla Anserina</u> L.	H
Composées	<u>Artemisia Stelleriana</u> Besser	D
	<u>Matricaria maritima</u> L.	H
	<u>Achillea Millefolium</u> L.	H
	<u>Tussilago Farfara</u> L.	H
Champignon	Basidiomycète sp.	D
Mousse	<u>Polytrichum</u> sp.	H

Note: 1. H = Milieu humide (marais ou près salé)
D = Milieu dunaire (plage, dune mobile, dune semi-fixée)

A titre comparatif nous utilisons les données floristiques caractérisant les Sillons (Lamoureux et Grandtner, 1977) et l'ammophilaie de la Dune du Nord (Lamoureux et al., 1984). Nous n'avons conservé pour la comparaison que les espèces caractérisant les premiers stades de la succession de la dune mobile, i.e. la plage, la dune initiale et la dune mobile proprement dite (tableaux 4.5 et 4.6). Il serait futile de vouloir comparer une végétation de dune mobile avec celle de la lande (dune fixée) ou d'un marais salé (scirpaie, spartinaie, etc.). La localisation des deux habitats servant à la comparaison est présentée à la figure 4.16.

Tableau 4.5: Liste floristique de la dune mobile aux Sillons *
(Lamoureux et Grandtner, 1977)

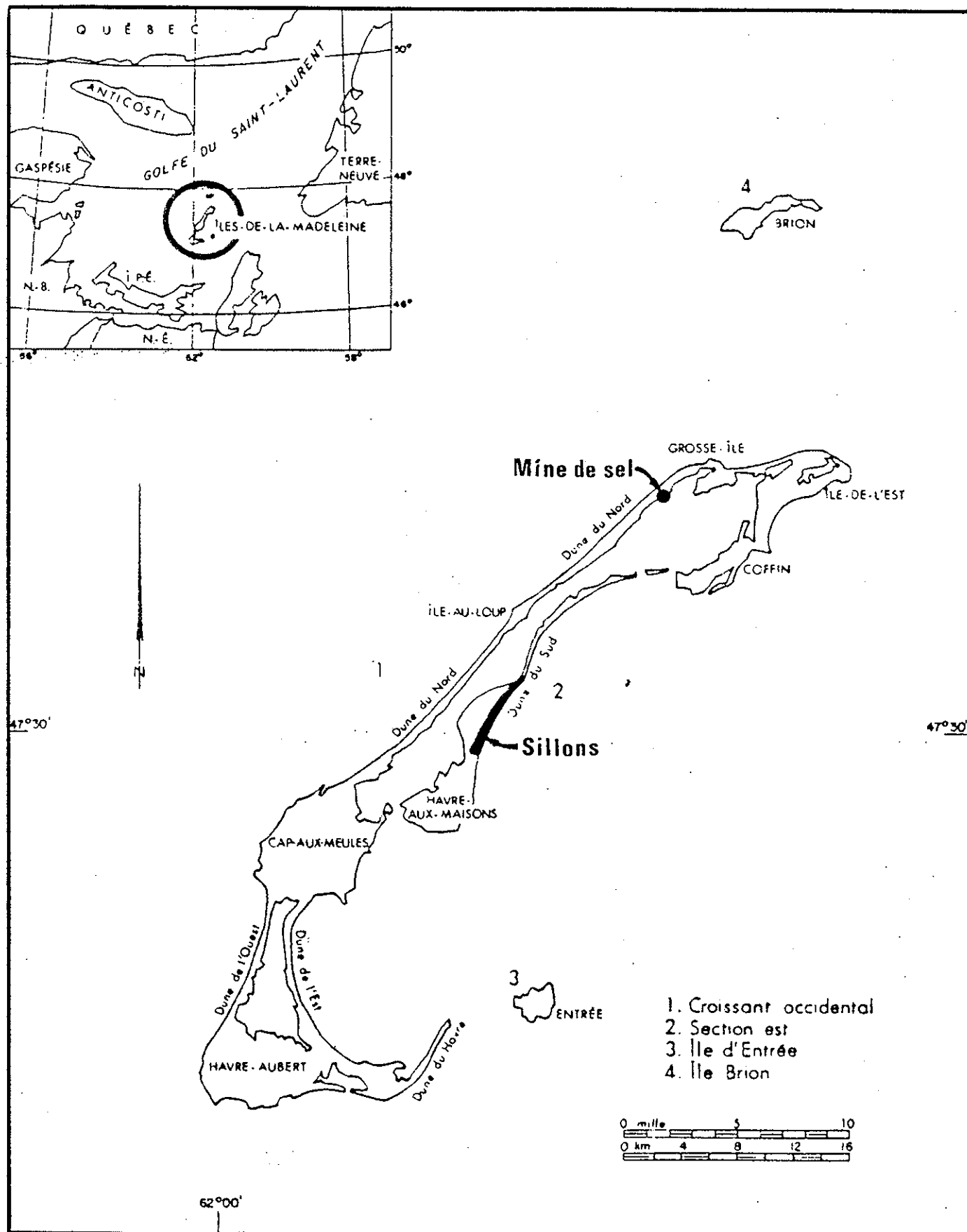
Famille	Espèce
Graminées	<i>Festuca rubra</i> L. <i>Ammophila breviligulata</i> Fern.
Caryophyllacées	<i>Arenaria peploides</i> L.
Crucifères	<i>Cakile edentula</i> (Bigel.) Hook.
Légumineuses	<i>Lathyrus japonicus</i> Will d.
Onagracées	<i>Oenothera parviflora</i> L.
Champignon	<i>Sepultaria</i> sp.

* Éléments à Cakile, Ammophila - Cakila, Ammophila et Ammophila - Lathyrus (espèces de la plage, de la première dune et de la dune tachetée)

Tableau 4.6: Liste floristique de l'ammophilaie près de la mine de sel;
Dune du Nord (Lamoureux et al., 1984)

Famille	Espèce
Graminées	<u><i>Festuca rubra</i></u> L. <u><i>Ammophila breviligulata</i></u> Fern.
Myricacées	<u><i>Myrica pensylvanica</i></u> Loisel.
Rosacées	<u><i>Rosa blanda</i></u> Ait.
Légumineuses	<u><i>Lathyrus japonicus</i></u> Willd.
Onagracées	<u><i>Oenothera biennis</i></u> L.
Composées	<u><i>Artemisia Stelleriana</i></u> Besser <u><i>Matricaria maritima</i></u> L. <u><i>Solidago sempervirens</i></u> L. <u><i>Aster novi-belgii</i></u> L.

Figure 4.16: Localisation des milieux dunaires proximaux servant de comparaison avec les îlots artificiels.



Les indices de similarité obtenus pour les îlots B et C et le site près de la mine de sel sont faibles, soit respectivement 15,5 et 33,3. La même opération faite avec les Sillons nous donne comme résultats 30,8 et 40,0, ce qui n'est pas très élevé mais supérieur aux résultats obtenus avec l'autre site. Nous n'avons conservé pour les comparaisons que les espèces strictement dunaires dans le cas de l'îlot C.

De façon générale les îlots artificiels de la lagune de la Grande-Entrée supportent une végétation beaucoup moins diversifiée que celle du milieu environnant des Iles-de-la-Madeleine. La création des îlots est encore récente et il ne fallait pas s'attendre à y trouver un cortège floristique découlant totalement de celui de l'archipel madelinot. La flore des îlots d'un point de vue qualitatif (stratification, familles, genres, etc.) ressemble en tous points à la végétation de plage et de première dune.

4.2.2.2 Éléments phytosociologiques communs aux deux îlots

Les associations de caquillier, d'ammophile et de sabline rencontrées dans les transects (tableaux 4.1 et 4.2) sont très proches sinon identiques aux éléments à Cakile, à *Ammophila* - Cakile et à *Ammophila* décrits par Lamoureux et Grandtner (1977). Ce sont les trois premiers éléments rencontrés en partant de la rive. Les deux premiers peuvent être altérés par les caprices du climat de la région tels que des houles de tempête.

L'Armoise de Steller (*Artemisia Stelleriana* Besser) n'est représentée que par quelques individus épars. C'est une espèce qu'on rencontre normalement dans la dune semi-fixée mais sa présence est tout de même signalée dans l'élément à *Ammophila* (Lamoureux et Grandtner, 1977). Le champignon de la classe des Basidiomycète à lui aussi été vu de façon occasionnelle.

Malgré le fait que le sol de l'îlot C ne soit pas un sol dunaire typique (Beaumont et al., 1981) la végétation des dunes mobiles a déjà commencé à le coloniser de même qu'à l'îlot B. Nous comprenons mal la présence d'un champignon sur un sol pratiquement inorganique (moins de 1% de matière organique à l'îlot C selon des analyses datant de 1981) mais une identification du genre aurait été nécessaire pour clarifier ce fait. Il existe probablement des espèces peu exigeantes pouvant croître sur du sable. Il est fait mention aux Sillons de la présence d'un champignon du genre *Sepultaria* mais il s'agit d'un ascomycète (Lamoureux et Grandtner, 1977).

4.2.2.3 Végétation spécifique à l'îlot C

En visitant la colonie de sternes du côté nord-ouest de l'îlot C nous sommes tombé sur une enclave à l'intérieur de la bande d'ammophiles dont la végétation surprend par sa diversité et sa composition floristique. Il s'agit d'un périmètre d'environ 15 m² dont le substrat est caractérisé par une fine couche d'humus donnant un aspect vaseux. Les conditions particulières prévalant à cet endroit on favorise la croissance de plusieurs espèces qu'on ne trouve nulle part ailleurs sur les îlots.

Au centre de ce microhabitat composé d'un gazon dense où domine la Fétuque rouge (Festuca rubra L.) on retrouve quelques touffes de Pâturins des prés (Poa pratensis L.). A travers ce gazon se faufilent la Renoncule fausse-cymbalaire (Ranunculus Cymbalaria Pursh) et le Tussilage (Tussilago Farfara L.). Sur la périphérie on retrouve parmi les ammophiles plusieurs individus des espèces suivantes: Potentilla Anserina L., Matricaria maritima L. et Achillea Millefolium L. En retrait du cercle gazonné on peut apercevoir un groupe de Joncs de la Baltique (Juncus balticus var. littoralis Engelm.). Enfin de petites colonies d'une mousse (bryophyte du genre Polytrichum) tapissent le sol en certains points du site.

Cette sorte "d'amalgame" que nous venons de décrire ne correspond à aucun groupement ou élément floristique décrit dans la littérature consultée (Beaumont et Chamberland, 1976; Grandtner, 1966a, 1966b, 1968; Lamoureux et al., 1984; Lamoureux et Grandtner, 1977). Toutes les espèces énumérées plus haut se rencontrent dans des milieux divers: dune mobile, marais, pré salé, caoudeyres, etc. Ce microhabitat est situé près de la mer et il est probablement inondé lors de fortes marées. Les plantes se trouvant à cet endroit doivent donc supporter de dures conditions malgré un substrat plus riche qu'ailleurs dans les îlots.

La fétuque et le pâturin sont des plantes ubiquistes. On trouve la fétuque autant dans un milieu sec comme la dune mobile que dans un habitat humide tel qu'un pré salé (Fleurbec, 1985; Grandtner, 1966a; Lamoureux et Grandtner, 1977; Lamoureux et al., 1984). Le pâturin forme des gazons avec d'autres graminées.

La Renoncule fausse-cymbalaire, la Potentille ansérine, le Jonc de la Baltique et le Tussilage sont toutes des espèces d'habitats humides et salins. Sauf dans le cas du tussilage, ces plantes ont été répertoriées dans les marais et près salés (Durand, 1976; Fleurbec, 1985; Grandtner, 1966a; Rousseau, 1974).

Le Matricaire maritime et l'Achillée millefeuille sont des plantes xérophiles. Elles ont déjà été signalées dans la dune mobile (Durand, 1976; Fleurbec, 1978; Lamoureux et Grandtner, 1977; Lamoureux et al., 1984; Rousseau, 1974).

Il n'y a pas vraiment de point commun liant toutes ces espèces sauf une certaine tolérance à croître en des endroits humides. Nous sommes en présence d'une sorte de mélange de végétation de marais et de pré salé. L'importance relative des espèces présentes est plutôt inhabituelle dans le cadre phytosociologique madelinot. L'évolution de ce pôle de diversité pourrait s'étendre à l'îlot C et amener un éco-système de plus en plus stable.

4.3 Plantations d'ammophiles à l'îlot C

Les résultats concernant le diamètre et la densité des massifs circulaires d'ammophiles figurent au tableau 4.7. Lorsqu'on a procédé à la plantation de 30 000 sauvageons en automne 1983 ce sont quinze massifs de forme circulaire et dont le diamètre devait être de dix mètres qui ont été créés (Jean Burton, comm. pers.).

Tableau 4.7: Diamètres et densités moyens des massifs circulaires d'ammophiles à l'îlot C

Paramètre	Moyenne	Écart-type	Plage
Diamètre (m)	28,1	2,6	22 - 30
Densité (m ⁻²)	32,7	15,0	7 - 62

Les massifs ont pratiquement triplé de diamètre depuis leur apparition sur l'îlot C. Les diamètres mesurés lors de notre visite varient très peu d'un massif à un autre. Les plantes se seraient donc propagées par les rhizomes en cercles concentriques puisque la forme circulaire est conservée.

Nous avons vérifié sur le terrain si la densité était plus élevée vers le centre des massifs qu'en périphérie. La densité varie beaucoup à l'intérieur d'un même massif mais il n'y a pas de corrélation entre la distance du centre et la densité. Des résultats ont pu être biaisés car les massifs les plus près de l'extrémité nord-est de l'îlot étaient partiellement ou totalement ensablés, diminuant ainsi le nombre d'individus dans un mètre carré. La densité initiale calculée selon les données de Burton est de $25,5/m^2$, n'a pas changé de façon drastique et qu'en somme peu de nouveaux plants apparaissent à l'intérieur des massifs.

La fonction de l'ammophile étant de stabiliser le sable il importe d'abord que les plantations occupent une superficie de plus en plus grande. La tendance maintenue depuis trois ans est excellente, la densité étant secondaire en ce qui regarde la stabilisation.

Les caquilliers et quelques touffes d'Armoises de Steller sont les seules plantes venues coloniser les dômes. Ceci reflète bien l'état général de la végétation de l'îlot C (peu de diversité, stade pionnier, etc.). Les massifs circulaires ne créent pas de milieux plus favorables que le reste de l'îlot.

Nous avons déjà mentionné à la section 4.1.2.2 que l'érosion éolienne affectait les plantations (figure 4.11). La formation de ces dômes engendre une situation où l'ammophile en périphérie doit croître dans une pente de plus en plus forte. Or l'ammophile pousse difficilement lorsque la pente augmente à moins qu'il y ait un apport de sable aux massifs (Wilcock et Carter, 1977). Actuellement le terrain séparant les dômes est humide et périodiquement inondé. Le sable étant de plus en plus immobile et l'érosion éolienne ayant déjà accompli son travail de dispersion il serait surprenant que les plantations d'ammophiles progressent au même rythme qu'elles l'ont fait jusqu'ici.

4.4 Couvert végétal

4.4.1 Ilot B

Il n'y a pas eu comme prévu de plantations d'ammophiles à l'îlot B en 1984 (Lamoureux et al., 1984). Une végétation naturelle s'est installée sur le pourtour de l'îlot (figure 4.17). Il ne s'agit cependant que de minces bandes discontinues. L'intérieur de l'îlot est presque

complètement dénudé; quelques jeunes pousses de caquillier parsèment ici et là le sable fin. L'extrémité sud-est et la moitié sud côté nord-est (zones littorales) sont dépourvues de toute végétation.

Une évaluation quantitative du couvert végétal de l'îlot est possible en se servant des résultats des relevés phytosociologiques (section 4.2). En pondérant avec la classe de présence le pourcentage de recouvrement moyen de chacune des espèces rencontrées sur l'îlot (sommaires des quatre transects) puis en additionnant ces valeurs on obtient une estimation assez précise du pourcentage de recouvrement de l'îlot B. Cette donnée est valable pour le mois de juillet mais elle nous donne quand même une bonne idée du couvert végétal global. La superficie recouverte par de la végétation à l'îlot B est légèrement supérieure à un pourcent de la superficie totale, ce qui est très faible.

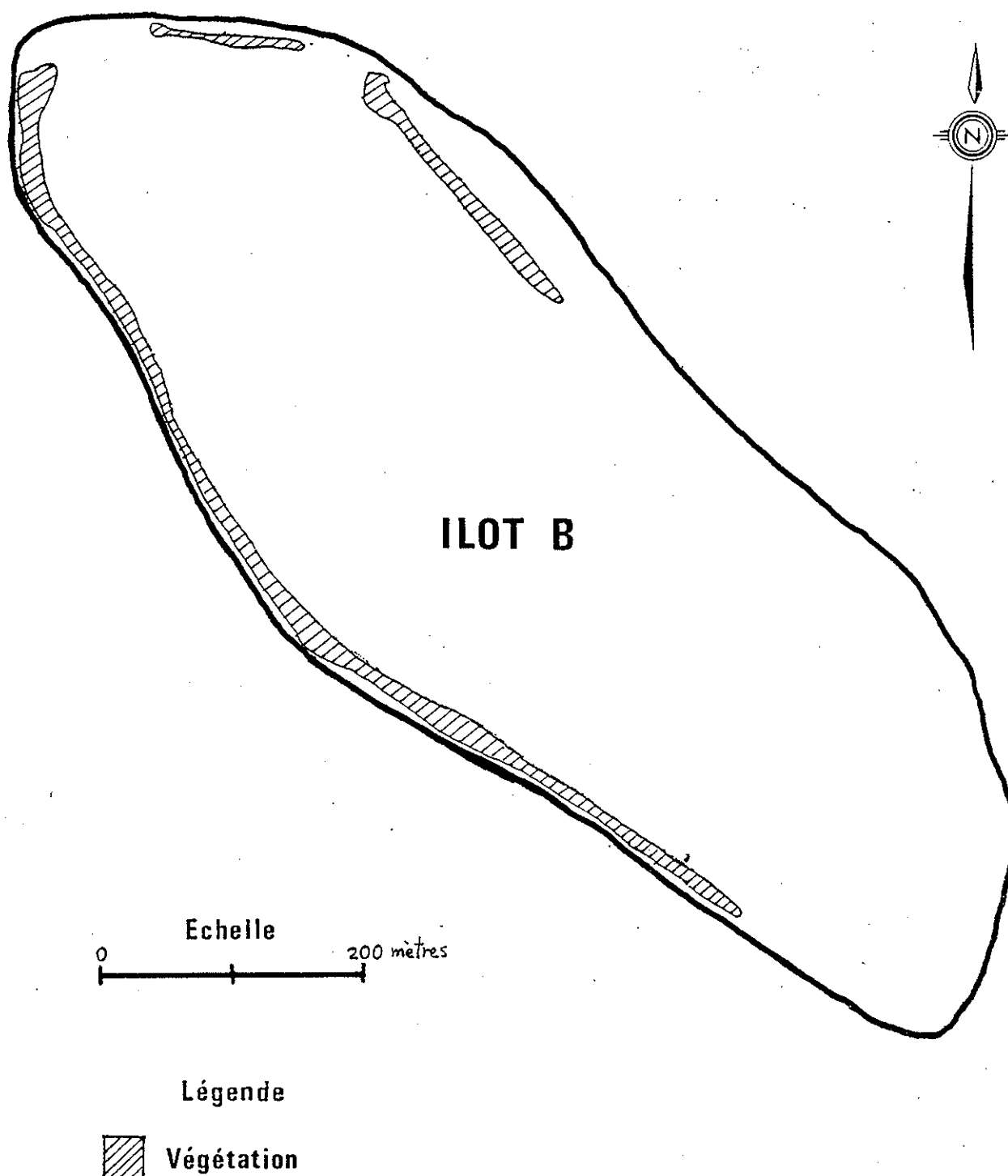


Figure 4.17: Couvert végétal de l'îlot B (août 1985).

4.4.2 Ilot C

A cause des problèmes d'érosion déjà discutés (section 4.1.2.1) l'extrémité sud-ouest est à tout fin pratique dénudée. Il en est de même pour ce qui est de l'autre extrémité et de la moitié nord du côté sud-est (figure 4.17). La bande de végétation du côté nord-ouest est plus importante et relativement plus dense que celle de l'autre côté. Notre estimation du recouvrement global de l'îlot C à l'exception du périmètre situé à l'intérieur des clôtures à neige (massifs circulaires d'ammophiles), calculée selon la méthode décrite à la section précédente, se situe autour de 2,5 pourcent. La végétation est concentrée en bordure de l'îlot tandis que lorsqu'on se rapproche des clôtures on est présence d'un paysage désertique (figure 4.8). L'absence de végétation et plus particulièrement de l'ammophile le long des clôtures est probablement due au degré élevé de la pente (Wilcock et Carter, 1977).

Les massifs circulaires occupent une superficie importante mais en termes de densité et de recouvrement ils ne diffèrent que très peu des populations d'ammophiles naturelles des îlots. Ils ont une nette tendance à s'agrandir (section 4.3) mais dans bien des cas demeurent moins densément peuplés que la moitié sud de la bande de végétation naturelle établie du côté nord-ouest.

4.5 Avifaune des îlots B et C

Nous avons été surpris par le nombre d'oiseaux utilisant les îlots et plus particulièrement l'îlot C. Les tableaux 4.8 et 4.9 résument les observations dignes d'intérêt concernant l'avifaune des îlots.

4.5.1 Oiseaux coloniaux

4.5.1.1 Goélands

Sur les deux îlots nichent deux espèces de goélands, le Goéland à manteau noir (Larus marinus) et le Goéland argenté (Larus argentatus). Ce sont deux nicheurs résidents des Iles-de-la-Madeleine (Fradette, 1986).

La colonie de goélands de l'îlot B est légèrement plus importante que celle de l'îlot C et le rapport entre les deux espèces diffère d'un îlot à l'autre.

Figure 4.18: Couvert végétal de l'îlot C (août 1985)

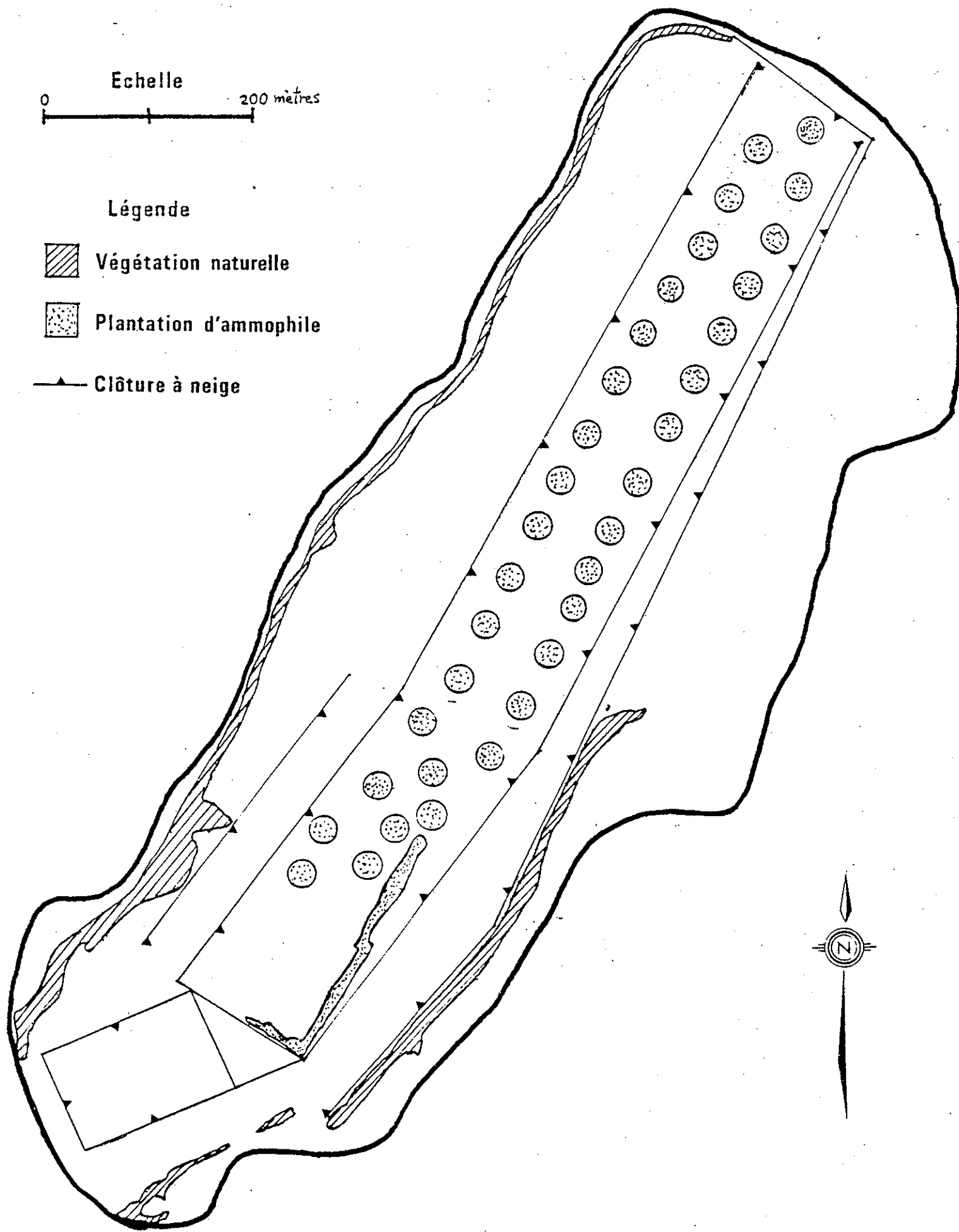


Tableau 4.8: Utilisation de l'îlot B par les oiseaux

Espèce	Nombre	Alimentation	Nidification	Repos
Goéland à manteau noir	90% } 150-200	X	X	X
Goéland argenté	10% }	X	X	X
Pluvier siffleur	5	X		
Sterne pierregarin	Ind.			X

Tableau 4.9: Utilisation de l'îlot C par les oiseaux

Espèce	Nombre	Alimentation	Nidification	Repos
Alouette cornue	2	X		
Cormoran à aigrettes	30			X
Goéland à manteau noir	50% } 125-150	X ¹	X	X
Goéland argenté	50% }	X ¹	X	X
Pluvier siffleur	5	X	X ²	
Sterne pierregarin	900		X	X

- Notes:
1. Possibilité de prédation sur les oeufs et les jeunes sternes.
 2. Comportement territorial observé.

Dans les deux cas les colonies sont situées à l'intérieur des îlots. A l'îlot B la colonie de goélands est surtout confinée dans la moitié nord tandis qu'à l'îlot C elle est concentrée dans le premier tiers en partant de l'extrémité sud-ouest. Peu de matériaux sont utilisés pour la construction du nid et ceux-ci se composent de feuilles et de rhizomes morts d'ammophile, de cailloux et de coquillages. Les jeunes

qui quittent rapidement le nid explorent les îlots en se dandinant et lorsqu'ils se sentent menacés vont se jeter à l'eau s'ils le peuvent. Dans le cas contraire ils utilisent leur plumage et se recroquevillent près d'une clôture à neige ou à travers la végétation. Il nous est arrivé souvent de passer tout près d'un jeune sans s'en apercevoir et nous en avons trouvé plusieurs dans les massifs circulaires d'ammophiles.

En plus de nicher sur les îlots les goélands s'y reposent et vont fort probablement piller les nids de sternes ou de leurs congénères pour se nourrir. Ils vont aussi chercher leur nourriture et le repos dans les eaux lagunaires environnantes.

4.5.1.2 Sternes

Il y deux importantes colonies de sternes à l'îlot C de part et d'autre de la moitié sud. Il s'agit de la sterne pierregarin (Sterna hirundo) qui a un statut de nicheur migrateur dans l'archipel madelinot (Fradette, 1986). Les deux colonies totalisent au minimum 900 adultes nicheurs, ce qui est considérable compte tenu des conditions qui prévalent dans l'îlot. Dans un mètre carré on pouvait compter entre cinq et dix nids qui ne sont que de légères dépressions dans le sable. La colonie du côté nord-ouest est deux fois plus peuplée que celle du côté opposé (600 vs 300). Les sternes nichent autant que possible là où l'ammophile est la plus dense. Ce genre d'habitat qui procure un abri aux oiseaux a déjà été décrit comme aire propice de nidification pour les sternes (Burton et al., 1979; Mousseau et al., 1976).

Burton et al., (1979) mentionnent qu'un îlot de sable situé entre l'île de Grande-Entrée et la Dune du Sud servait jadis de site de nidification à plus de 1 400 sternes. Ce site est disparu en 1975 à la suite d'une tempête. Les sternes n'ont eu d'autres choix que d'opter pour l'extrémité nord de la Dune du Sud. On peut présumer que l'apparition de l'îlot C, un habitat propice à la nidification (isolement, couvert végétal, etc.) et à proximité des ressources en nourriture (Elouard et al., 1983), en a incité plusieurs à déménager de nouveau. Pour d'autres qui n'avaient jusqu'à là pas pu trouver un site répondant à leurs besoins ils ont pu enfin se reproduire dans des conditions acceptables. La Sterne pierregarin nichait déjà à l'îlot C en 1982 (Elouard et al., 1983).

Il n'est pas impossible qu'une autre espèce, la sterne arctique (Sterna paradisaea) niche également à l'îlot C. Elle ressemble beaucoup à la sterne pierregarin et l'identification sur le terrain est difficile. Selon Mousseau et al. (1976) la population de Sternes arctiques équivaut à environ 5 pourcent de celle de la Sterne pierregarin.

Les sternes se servent de l'îlot B uniquement comme site de repos avant de repartir en quête de nourriture. L'état critique de cet îlot ne favorise pas l'arrivée de couples reproducteurs de cette espèce. La sterne ne peut pas nicher sur un îlot qui risque d'être inondé occasionnellement (Burton et al., 1980).

4.5.2 Oiseaux de rivage

Le Pluvier siffleur (Charadrius melodus) est la seule espèce limicole observée aux îlots au moment de notre visite, soit la deuxième semaine de juillet. Un individu avait été identifié en 1982 sur les îlots B et C (Elouard et al., 1983). En ce qui nous concerne nous en avons compté au moins cinq sur chacun des îlots et il ne serait pas étonnant qu'il y en ait plus.

A l'îlot C nous avons eu l'opportunité d'observer pendant un bon moment un comportement territorial tel que décrit par Cairns (1982). Chez le Pluvier siffleur la défense du territoire persiste jusqu'à la migration automnale. L'hypothèse quant à la possibilité que cette espèce puisse nicher sur l'îlot C est très plausible. Le nid est très rudimentaire (creux dans le sable) et ne nécessite que de petits galets ou des débris de coquillages (Godfrey, 1972).

Nous sommes allés sur le terrain au début du mois de juillet alors que la période d'abondance pour la plupart des oiseaux de rivage migrants débute vers la fin du même mois (Mousseau et al., 1976). Les îlots doivent sûrement servir de site de repos et d'alimentation à plusieurs oiseaux limicoles en plus du Pluvier siffleur mais nous ne pouvons dire quelle est l'étendue de cette utilisation.

4.5.3 Autres oiseaux

Un couple d'Alouettes cornues (Eremophila alpestris) s'alimentant a été vu à l'îlot C. Il s'agit d'un nicheur potentiel puisque l'îlot répond aux besoins de l'alouette (Godfrey, 1972). Plusieurs Cormorans à aigrettes (Phalacrocorax auritus) se reposent sur la plage de

l'îlot C et un Petit Pingouin (Alca torda) a été aperçu entre l'îlot et le port de Grande-Entrée.

4.6 Autres utilisateurs

4.6.1 Mammifères marins

Selon Burton et al. (1977) deux espèces de mammifères marins fréquentent la lagune de Grande-Entrée, soit le Phoque gris (Halichoerus grypus) et le Phoque commun (Phoca vitulina). Durant toute l'année ils demeurent à proximité de l'archipel madelinot. Nous n'avons pas vu de phoques à proximité des îlots. Nous avons dû nous contenter d'un cadavre échoué sur chacun d'eux. Sur l'îlot B il s'agissait d'un juvénile ("beater") et sur un rivage de l'îlot C gisait un phoque mort-né (malformation). Le bilan n'est donc pas très reluisant pour ce qui est d'une éventuelle utilisation par les mammifères marins.

4.6.2 Utilisation par les madelinots

Les pêcheurs ne fréquentent généralement pas les îlots artificiels de la lagune de Grande-Entrée. Cependant de nombreux débris et déchets divers jonchent les rivages des deux îlot. Ils proviennent probablement du port de Grande-Entrée et des embarcations de pêche car il s'agit en grande majorité de contenants en plastique, de cages et d'élastiques utilisés pour le homard. Dans les premières années suivant la création des îlots on a déjà trouvé des ordures laissées par des pique-niqueurs et en hiver ce sont des motoneigistes qui s'y rendraient.

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

5.1 Ilot B

5.1.1 Erosion

L'îlot B semble menacé de disparaître sous les flots. Depuis la création de ce dépôt il n'a pas cessé de s'affaïsser (un mètre en moyenne de 1982 à 1985). Il faudrait donc relever le niveau de l'îlot après avoir déterminé la cause de l'affaïssement qui pourrait être un compactage des sédiments. Les grains de sable constituant l'îlot ont une forme rapprochée de la sphère (Tiphane, 1976) et l'îlot B a été érigé à un endroit où la profondeur était relativement élevée (tableau 1.1). Un manque de cohésion dû à la nature du sable et à une forte pente ont pu contribuer à son évolution actuelle.

L'impact d'un nouveau rejet de sédiments sur l'îlot B ne serait pas très grand. La végétation est quasi absente à l'intérieur de l'îlot et les goélands nichant dans la même zone sont des espèces abondantes en Amérique du Nord. Avant d'envisager une telle opération il faudra cependant éviter d'amplifier un processus d'étalement de la base de ce dépôt sur l'habitat lagunaire.

5.1.2 Végétation

La végétation de l'îlot B n'est pas très luxuriante et elle est peu diversifiée. La période de recensement a malheureusement pu biaiser nos résultats, le caquillier et l'ammophile étant des espèces à développement tardif. Néanmoins la bande de végétation en bordure de l'îlot ne dépasse jamais quinze mètres de largeur et elle diminue ou disparaît en plusieurs endroits.

Sur le plan de la succession, la végétation de cet îlot n'a atteint que le stade pionnier. Aucune espèce herbacée ou arbustive caractéristiques de la dune semi-fixée (stade plus avancé) tels que la Smilacine étoilée (Smilacina stellata var. crassa Marie-Victorin) et la Myrique de Pennsylvanie (Myrica pensylvanica Loisel.) ne sont présentes. Certaines espèces communes à la dune mobile telle la Gesse maritime (Lathyrus japonicus Willd.) sont absentes.

Le couvert végétal actuel est insuffisant pour contrer les effets de l'eau et du vent. La végétation prend même du recul dans les zones littorales où il y a des talus d'érosion ou une pénétration de l'eau de mer; l'ammophile ne survit pas très longtemps dans de telles conditions.

5.1.3 Faune

A part la présence d'une colonie de goélands on peut considérer la faune de l'îlot B comme négligeable. Les sternes ne nichent pas sur cette îlot et il serait étonnant qu'elles le fassent dans un avenir rapproché à cause des conditions qui y règnent. Quant aux mammifères marins ils n'en font qu'une utilisation occasionnelle et limitée.

5.2 Ilot C

5.2.1 Erosion

Il faudrait à court terme entreprendre des études hydrodynamiques au sud de l'îlot C de façon à déterminer l'importance des courants responsables du recul très significatif du talus d'érosion de l'extrémité sud-ouest. A ce problème grave d'érosion s'ajoute celui de l'autre extrémité qui doit être d'origine relativement récente puisque l'étude de stabilité de 1983 (Drapeau et al., 1984) ne mentionne pas cette zone comme étant exposée.

L'érosion éolienne est relativement limitée avec l'installation de clôtures à neige et des plantations d'ammophile. Ces dernières commencent cependant à être affectées par le vent.

5.2.2 Végétation

Sur le plan de la succession végétale l'îlot C n'est guère différente de l'îlot B sauf que le couvert végétal est enrichi par la présence des massifs d'ammophiles qui ont triplé de diamètre depuis leur création mais qui pourraient être ralentis par un problème d'érosion éolienne.

La végétation plus diversifiée (microhabitat) du côté nord-ouest constitue un point encourageant. Si cette zone pouvait s'étendre sur une plus grande superficie dans les années à venir l'îlot C se rapprocherait plus rapidement d'un certain équilibre dynamique. Il s'agit aussi d'une

association d'espèce qui semble à première vue spécifique à l'îlot C.

La végétation littorale naturelle de l'îlot C ne peut pas résister aux assauts répétés de la mer mais les plantations d'ammophiles retiennent bien le sable à l'intérieur de l'îlot.

5.2.3 Faune

La Sterne pierregarin est une espèce en déclin dans l'est de l'Amérique du Nord à cause de l'action prédatrice des goélands (Peterson, 1984). La population de Pluviers siffleurs est également menacé en raison du dérangement sur la plage par les vacanciers et les véhicules tout-terrain (Mousseau et al., 1976). L'avifaune de l'îlot C comprend donc deux espèces à sauvegarder et c'est pour cette raison qu'il faut absolument trouver des solutions aux problèmes d'érosion et de stabilité dans les plus brefs délais.

La présence de goélands sur l'îlot C peut nuire sensiblement aux colonies de sternes mais ces dernières l'emportent largement par le nombre. Cet îlot pourrait devenir un des plus importants sites de nidification de la région pour la Sterne pierregarin.

5.3 Méthodes de stabilisation

5.3.1 Reprofilage des dunes

Le reprofilage des dunes avec des clôtures à neige est une méthode éprouvée (Beaumont et al., 1981; Wilcock et Carter, 1977) mais à court terme ces structures se brisent et disparaissent. Avec la disparition des clôtures à l'îlot C et l'absence de végétation due à la forte pente de nombreux sols on risque d'assister à des mouvements plus ou moins importants des deux principales dunes situées de part et d'autre de l'îlot. Le rôle de "coupe-vent" de ces dunes demeurera toutefois opérant.

L'emploi des clôtures à l'îlot C a donc donné les résultats escomptés mais il serait inutile d'utiliser cette méthode à l'îlot B dans son état actuel.

5.3.2 Revégétalisation

Il faudrait songer à introduire sur les îlots une légumineuse riche en minéraux et fixatrice d'azote (Beaumont et al., 1981), la Gesse maritime ou Pois de mer (Lathyrus japonicus Willd.) ainsi qu'une graminée ayant un système racinaire réticulé se développant en surface et très efficace pour la rétention du sable (Lamoureux et Grandtner, 1977), la Fétuque rouge (Festuca rubra L.). Une méthode de transplantation de ces deux espèces devra être développée car la stabilisation par semis déjà expérimenté à l'îlot C n'a pas donné de résultats concluants (Burton, 1982). On pourrait également planter des espèces arbustives telles que la Myrique de Pennsylvanie (Myrica pensylvanica Loisel.) à des points stratégiques (les moins stables) et répandre de la paille sur le sol pour l'enrichir et le garder humide.

La stabilisation par plantation d'ammophiles peut engendrer paradoxalement des problèmes d'érosion. Le système racinaire augmente la cohésion du sol. Par conséquent il est rare que des parcelles de terrain disparaissent mais selon Carter (1980) la tension entre les particules de sable peut devenir assez forte de sorte que lorsqu'un glissement de terrain a lieu c'est une quantité plus importante de substrat qui est entraînée et tombe. Ceci pourrait expliquer entre autres le problème d'érosion de l'extrémité sud-ouest de l'îlot C où il y a encore des colonies d'ammophiles.

5.3.3 Stabilisation mécanique

Sous réserve d'une étude poussée sur le sujet nous pourrions avoir recours à de la terre ou à de la pierre concassée pour enrichir l'emprise de la végétation et améliorer la stabilité des îlots mais les coûts sont élevés. La recolonisation naturelle ou artificielle des îlots par la végétation demeure prioritaire en regard de la valeur du nouvel habitat créé.

6.0 BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1967. Nom français des mammifères du Canada. Carnet de zoologie 27:25-30.
- BEAUMONT, J.P. et CHAMBERLAND, M. 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: contribution à l'étude des groupements végétaux. Programme intégré de recherche en écologie dynamique aux Iles-de-la-Madeleine (P.I.R.E.D.I.M.), 109 p.
- BEAUMONT, J.P., MAILLETTE, L. et CLAUDE, G. 1981. Stabilisation par recouvrement végétal de l'îlot "C" dans le havre de la Grande-Entrée aux Iles-de-la-Madeleine. C.R.E.M., 88 p. (non publié)
- BURTON, J. 1982. Essais de stabilisation de l'îlot "C" par semis et plantation. Mines Seleine Inc. (S.O.Q.U.E.M.). 10 p. (non publié).
- BURTON, J., PINEL-ALLOUL, B., METHOT, G. et MOUSSEAU, P. 1977. Quelques aspects de l'écologie de la lagune de la Grande-Entrée. Mémoire préparé pour les audiences publiques tenues aux Iles-de-la-Madeleine les 15 et 16 décembre 1977. Dans "Audiences sur les implications environnementales du projet minéralo-portuaire (Iles-de-la-Madeleine). Tome II. Annexes. p. 383-504. Conseil consultatif de l'environnement du Québec.
- BURTON, J., PINEL-ALLOUL, B., METHOT, G., MOUSSEAU, P. et TIPHANE, M. 1979. Étude préliminaire d'impacts du transport de sel par barges dans la lagune de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. C.R.E.M. 244 p.
- BURTON, J., PINEL-ALLOUL, B., METHOT, G., MOUSSEAU, P., TIPHANE, M. et BEAUMONT, J.P. 1980. Rapport d'évaluation formelle des impacts reliés au transport du sel dans le Havre de la Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine, Québec. C.R.E.M. 277 p.
- CAIRNS, W.E. 1982. Biology and behavior of breeding Piping Plovers, Wilson Bull. 94(4): 531-545.
- CARTER, R.W.G. 1980. Vegetation stabilisation and slope failure of eroding sand dunes. Biol. conserv. 18: 117-122.
- DAJOZ, R. 1971. Précis d'écologie. Dunod, Paris, 434 p.
- DRAPEAU, G., GAGNON, M. et VIGNEAULT, Y. 1984. Étude de la stabilité des îlots B et C dans la lagune de la Grande-Entrée, I.-M., 25 p. (non publié).
- DURAND, L. 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: la flore. Programme intégré de recherche en écologie dynamique aux Iles-de-la-Madeleine (P.I.R.E.D.I.M.), 42 p.

- ELOUARD, B., DESROSIERS, G., BRETHES, J.C. et VIGNEAULT, Y. 1983. Étude de l'habitat du poisson autour des îlots créés par des déblais de dragage; lagune de Grande-Entrée, Iles-de-la-Madeleine. Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques # 1209, 69 p.
- FERNALD, M.L. 1950. Gray's manual of botany, 8th édition, D. Van Nostrand Company, New York.
- FLEURBEC. 1978. Plantes sauvages du bord de la mer. Fleurbec éditeur, St-Augustin, 286 p.
- FRADETTE, P. 1986. Les oiseaux des Iles-de-la-Madeleine: liste des espèces leur statut, les meilleurs sites. Dépliant distribué par l'Association ornithologique des Iles-de-la-Madeleine.
- GODFREY, W.E.. 1972. Encyclopédie des oiseaux du Québec. Éditions de l'Homme, Montréal, 663 p.
- GOUNOT, M. 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson, Paris, 314 p.
- GRANDTNER, M.M. 1966a. Premières observations phytopédologiques sur les prés salés des Iles-de-la-Madeleine. Nat. Can. 93: 361-366.
- GRANDTNER, M.M. 1966b. Observations sur la végétation des marais des Iles-de-la-Madeleine. Nat. Can. 93: 771-777.
- GRANDTNER, M.M. 1967. Les ressources végétales des Iles-de-la-Madeleine Fonds de recherches forestières de l'Université Laval, Bulletin # 10, Québec, 53 p.
- GRANDTNER, M.M. 1968. Quelques observations sur la végétation psammophile des Iles-de-la-Madeleine. Collectanea Botanica 7: 519-530.
- KEDDY, P.A. 1981. Experimental demography of the sand-dune annual, Cakile edentula, growing along an environmental gradient in Nova Scotia. J. Ecol. 69: 615-630.
- LAMOUREUX, G. et GRANDTNER, M.M. 1977. Contribution à l'étude écologique des dunes mobiles. I. Les éléments phytosociologiques. Can. J. Bot. 55: 158-171.
- LAMOUREUX, J.P., LANDIS, S., LE SAUTEUR, A., LEGENDRE, P. et OLIVIER, L. 1984. Agrandissement, par dragage, des aires de manoeuvre de navires au quai des Mines Seleine Inc., Iles-de-la-Madeleine. Dimension Environnement Ltée, 164 p. + annexes (non publié).
- LAVERDIERE, C., GUIMONT, P., et ROY-VEINE, L. 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: formes du terrain, nature des matériaux. Programme intégré de recherche en écologie dynamique aux Iles-de-la-Madeleine (P.I.R.E.D.I.M.), 80 p.

- MARIE-VICTORIN. 1964. Flore laurentienne. Presses de l'Université de Montréal, Montréal, 925 p.
- MOUSSEAU, P., DAVID, N., MCNEIL, R. et BURTON, J. 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: sites de nidification et d'alimentation des oiseaux aquatiques. Programme intégré de recherche en écologie dynamique aux Iles-de-la-Madeleine (P.I.R.E.D.I.M.). 204 p.
- OUELLET, N. et GOSSELIN, M. 1983. Les noms français des oiseaux d'Amérique du Nord. Musée national des sciences naturelles, Ottawa, Syllogeus # 43, 37 p.
- PETERSON, R.T. 1984. Guide des oiseaux de l'Amérique du Nord à l'est des Rocheuses. Editions France-Amérique, Montréal, 384 p.
- ROUSSEAU, C. 1974. Géographie floristique du Québec-Labrador. Presses de l'Université Laval, Québec, 199 p.
- TIPHANE, M. 1976. Les Iles-de-la-Madeleine: bathymétrie et sédiments des dunes et des lagunes. Programme intégré de recherche en écologie dynamique aux Iles-de-la-Madeleine (P.I.R.E.D.I.M.), 25 p.
- WILCOCK, F.A. et CARTER, R.W.G. 1977. An environmental approach to the restoration of badly eroded sand dunes. Biol. Conserv. 11:279-291.

GLOSSAIRE

Caoudeyre: cuvette de déflation atteignant la nappe phréatique (dunes).

Conditions mésiques: Conditions écologiques moyennes (pente moyenne, ensoleillement moyen, etc.) permettant l'implantation du groupement climax d'un domaine climacique donné (érablière à caryer, érablière à tilleul, etc.)

Groupement climacique ou climax: végétation caractérisant un milieu ayant atteint un certain équilibre dynamique.

Noyau rocheux: terme employé pour désigner les massifs de roche constituant les îles proprement dites en excluant par conséquent les cordons de sable qui les relient entre elles.

Phytosociologie: étude des associations végétales.

Xénophile: Qui se plaît dans les lieux secs.