

3600135F

**DISTRIBUTION ALTITUDINALE DES PLANTES
ET RESTAURATION DANS LE MARAIS SALÉ
DE LA RÉSERVE NATIONALE DE FAUNE
DE LA BAIE-DE-L'ISLE VERTE**

RAPPORT PRÉLIMINAIRE

par: Louise Gratton, biologiste-consultante
et
Claude Grenier, technicien



Environnement Canada
Service canadien de la faune
Conservation et Protection
(Région de Québec)

Mars 1994

QH
77
.R43
I8
G73
1994

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	iii
INTRODUCTION	1
1. DESCRIPTION DU TERRITOIRE ET DE LA VÉGÉTATION	2
1.1 Localisation	2
1.2 Milieu physique	2
1.3 Végétation	5
2. LES ZONES DENUDEES	9
2.1 Revue de la littérature	9
2.2 Méthodes	14
2.3 Analyses des données	15
3. DISCUSSION	17
3.1 Les groupements végétaux du marais salé de l'Isle- Verte	17
3.2 La relation avec les variables du milieu	21
3.3 Le gradient altitudinal	23
3.3 La topographie du littoral	24
3.4 La restauration des zones dénudées	30
3.4.1 Le couvert végétal	30
3.4.2 Les conditions du milieu	33
3.4.3 Restauration ou mise en valeur	34
CONCLUSION	35
BIBLIOGRAPHIE	36

TABLE DES MATIERES (suite)

ANNEXE 1. Codes utilisés pour TWINSpan et CANOCO	39
ANNEXE 2. Tableaux de contingence pour les espèces	40
ANNEXE 3. Tableaux de contingence pour les groupements	41

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1.	Les groupements végétaux du marais salé de l'Isle-Verte et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent. . .	19
TABLEAU 2.	Eigenvalues, coefficients de corrélation espèces environnement et coefficients de corrélation des variables abiotiques avec les premier et deuxième axes de l'ordination (CCA).	22
TABLEAU 3.	Matrice de corrélation entre les variables abiotiques.	22
TABLEAU 4.	Test de comparaison des courbes lissées	29

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1.	Localisation du marais salé de la baie de l'Isle-Verte et des transects	3
FIGURE 2.	Synthèse des principales caractéristiques des marais littoraux du secteur de Cacouna-Isle-Verte. . .	6
FIGURE 3.	Classification des relevés par TWINSpan.	18
FIGURE 4.	Ordination des 31 relevés avec données abiotiques. . .	21
FIGURE 5.	Distribution des espèces dans le marais salé de la baie de l'Isle-Verte.	24
FIGURE 6.	Distribution des groupements dans le marais salé de la baie de l'Isle-Verte.	25
FIGURE 7.	Topographie des transects au-delà de la pleine mer moyenne (PMM).	27
FIGURE 8.	Courbes lissées des transects au-delà de la PMM. . .	28

INTRODUCTION

L'objet premier de cette étude sur la végétation du marais salé de l'Isle-Verte était d'établir les exigences écologiques des principales espèces végétales présentes et plus particulièrement de connaître leur distribution le long du gradient altitudinal du littoral. Ces informations recueillies dans le cadre de projets d'aménagement et de restauration, visait à identifier les plantes les plus aptes à coloniser les zones dénudées peu attrayantes pour la faune se trouvant à la limite supérieure du marais salé. Une attention particulière fut accordée à l'origine de ces zones dénudées qui doit être mieux comprise puisque les mêmes processus qui ont entraîné leur formation pourraient nuire aux succès des interventions visant à reconstituer le couvert végétal.

1. DESCRIPTION DU TERRITOIRE ET DE LA VÉGÉTATION

1.1 Localisation

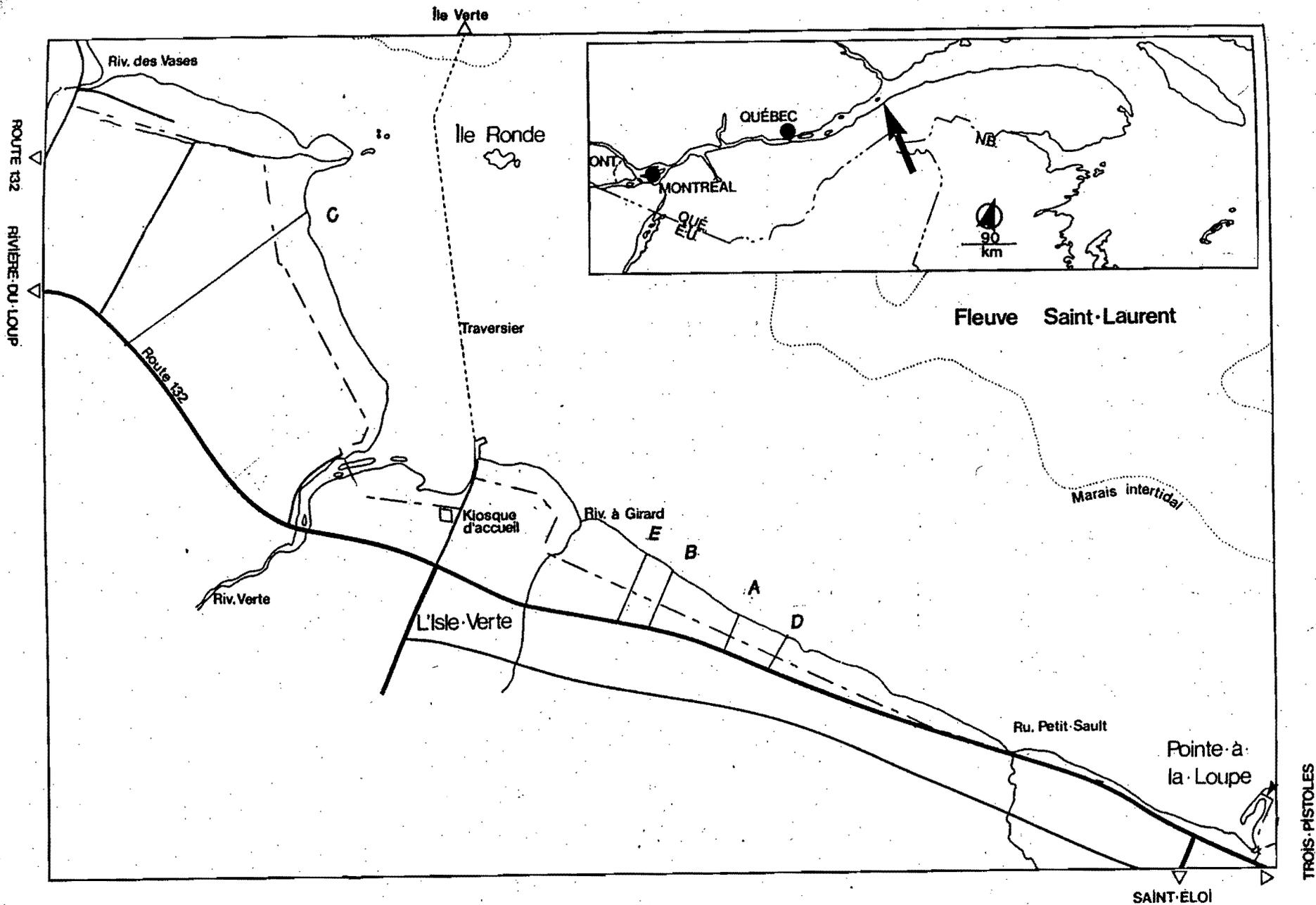
La Réserve nationale de faune de la baie de l'Isle-Verte est située sur la rive sud du fleuve Saint-Laurent, à environ 240 km en aval de la ville de Québec. Créée en 1980, la Réserve couvre près de 440 ha de terres de tenure fédérale gérées par le Service canadien de la faune et borde le plus important marais salé de l'estuaire du Saint-Laurent. Ce dernier est de tenure provinciale et couvre approximativement 1,500 ha. Ce territoire fut désignée en 1987, site RAMSAR selon la Convention relative aux zones humides d'importance internationale à des fins de conservation (Figure 1).

1.2 Milieu physique

L'estuaire maritime du fleuve Saint-Laurent connaît des marées de type semi-diurne, le littoral étant affecté quotidiennement par deux pleines mers et deux basses mers d'amplitude inégale. L'amplitude moyenne des marées est de 3,5 m. Le niveau des pleines mers moyennes (PMM) est de 4,08 m et celui des basses mers moyennes (BMM) de 0,65 m. Les marées de pleines mers de vives eaux (PMVE) atteignent 4,97 m. Ces données ont été fournies par Bernard Labrecque, agent de marées du Service hydrographique du Canada, région de Québec, et sont basées sur la station située sur l'île Verte, face au fleuve. Elles correspondent sensiblement aux valeurs utilisées par Garneau (1984) et Gauthier (1978).

L'action de la houle, des vagues et des courants combinée aux marées joue un rôle important dans la dynamique sédimentaire des estrans (stabilité, progression ou érosion) mais ces facteurs n'ont pas été étudiés dans le secteur de l'Isle-Verte (Garneau, 1984). Les conditions climatiques de la région favorisent la formation

**Figure 1. Localisation du marais salé de la baie de l'Isle-Verte
et des transects**



R.N.F. de la baie de L'Isle-Verte

d'une couche de la glace, épaisse de 50 à 150 cm sur les estrans de la rive sud de l'estuaire du Saint-Laurent (Dionne, 1969). Le déglacement survient à la fin mars et à la mi-avril et coïncide avec la période des grandes marées de vives eaux. L'accumulation des glaces le long de la rive sud résulte des vents qui, à cette époque de l'année, souffle principalement du nord-est.

La salinité de l'eau est supérieure à 2 ‰ et atteint en juillet des concentrations 2,68 ‰. En été, la température de l'eau se maintient au-dessus de 10°C (Lavoie, 1970 in Garneau, 1984).

Sur la plaine côtière (altitude approximative de 6 m), le matériel meuble est composé majoritairement de sables fins et de limons alors que dans les parties les plus basses du littoral actuel, l'argile glacio-marine affleure presque partout. Dans la zone intertidale, des gleysols et des sols organiques se retrouvent dans la partie supérieure du littoral, c'est-à-dire au dessus du niveau des pleines mers moyennes. La partie inférieure, inondée régulièrement, laisse voir des processus pédogénétiques très lents, presque nuls, caractérisant les régosols (Garneau, 1984).

Reed et Moisan (1971) rapportent que les marais intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent sont soumis à des conditions extrêmes de marées, de courants, de glaces et de climat en comparaison de ceux de la Nouvelle-Angleterre. De surcroît, les baies peu profondes ou anses qui caractérisent les rives de cette région offrent peu de protection contre le vent, les vagues, le courant et l'action des glaces. Il en résulte un faible taux de sédimentation (accumulation de sédiments et de tourbe) et l'expansion des marais existants est en conséquence réduite.

1.3 Végétation

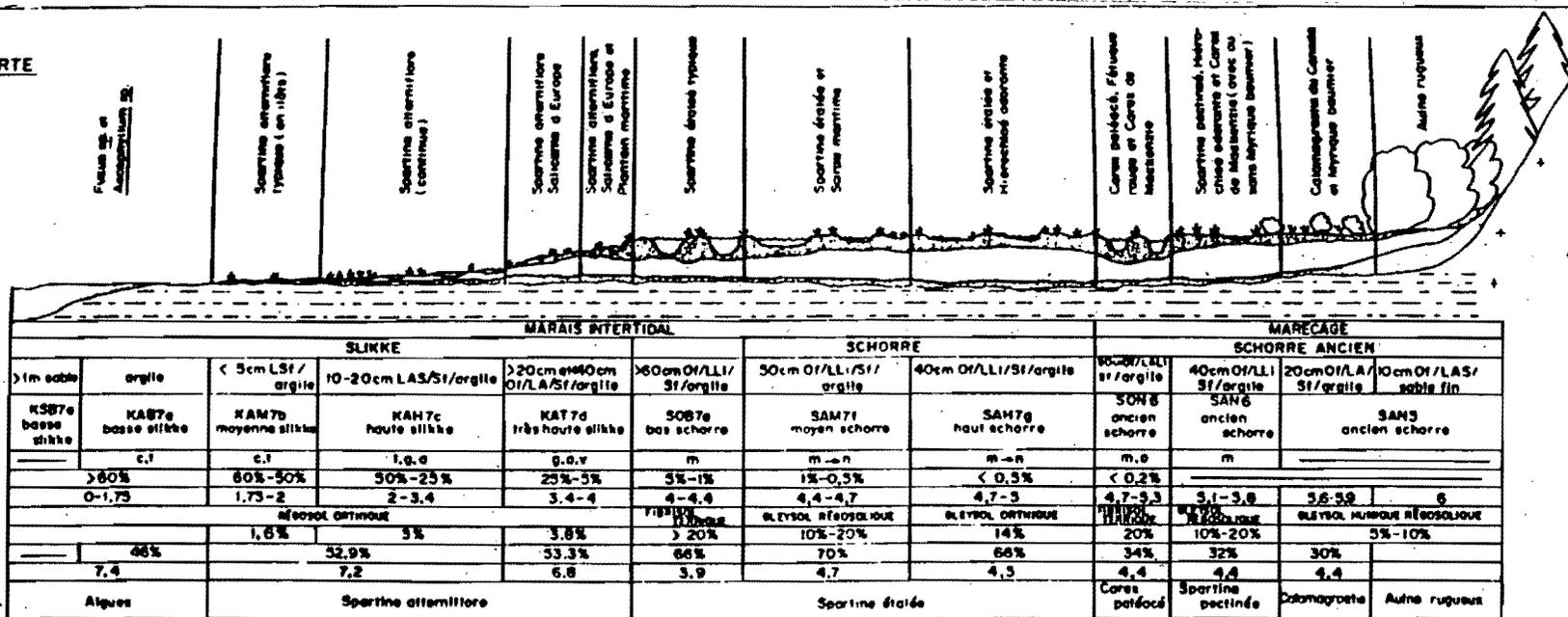
La végétation du marais salé de l'Isle-Verte est bien documentée surtout grâce aux travaux de Gauthier (1978) et Garneau (1984). Ces auteurs ont démontré que dans l'estuaire du Saint-Laurent, le régime marégraphique s'avère, comme dans les marais côtiers, le facteur écologique le plus actif en ce qui concerne la distribution altitudinale des groupements végétaux. Garneau (1984) décrit deux transects caractérisant les milieux les plus représentatifs et les moins perturbés du littoral (Figure 2). Dans l'ensemble, les marais salés de l'Isle-Verte s'apparentent soit à une étroite imbrication, soit à une partie seulement de la zonation illustrée par ces deux transects.

Le littoral se divise en deux grandes unités: le marais intertidal et l'herbaciaie salée¹. A cause de taux de submersion fort différents affectant les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du milieu, le marais intertidal est lui-même séparé en marais supérieur (schorre) et marais inférieur (slikke). La limite entre la slikke et le schorre se situe au niveau des pleines mers moyennes (PMM).

Trois groupement végétaux caractérisent le marais inférieur. Le groupement à Algues (*Fucus* sp. et *Laminaria* sp.) ne se rencontre que dans la basse slikke, jusqu'à une altitude d'environ 1,75 m. Le groupement à zostère marine (*Zostera marina*) croît à une altitude approximative de 1,75 m, dans les zones de faibles courants et généralement dans de légères dépressions où l'eau persiste à marée basse. Le groupement à spartine alterniflore (*Spartina alterniflora*) est le plus représentatif des marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent. A l'Isle-Verte, il caractérise à lui seul presque

¹ à l'instar de Gauthier (1978) nous préférons désigner cet étage du littoral comme une herbaciaie salée plutôt qu'un marécage ce dernier impliquant la prédominance d'arbustes ou d'arbres.

ISLE-VERTE



CACOUNA

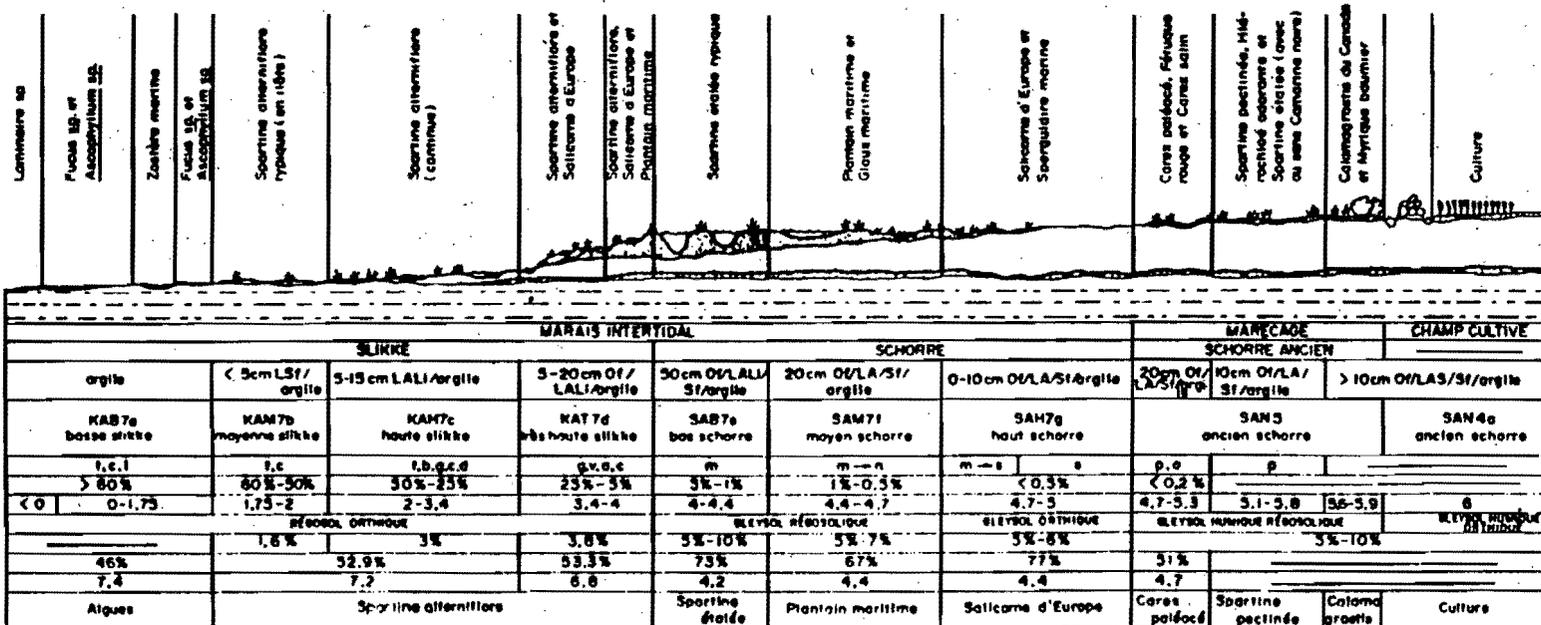


Figure 2. SYNTHÈSE DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DES MARAIS LITTORAUX DU SECTEUR CACOUNA - ISLE-VERTE.

(tirée de Garneau, 1984)

tout le marais inférieur entre les altitudes de 2 et 4 m. Se développant d'abord en îlots au niveau de la moyenne slikke, la spartine alterniflore forme un tapis végétal continu au niveau de la haute slikke, sa croissance (hauteur et densité des tiges) s'améliorant à mesure que diminue le taux de submersion. La très haute slikke décrite par Garneau (1984) constitue le point d'inflexion (PMM) entre la slikke et le schorre. Elle est représentée soit par un talus diffus s'étalant sur plusieurs mètres, soit par un talus abrupte ou micro-falaise, et toujours caractérisée par la présence de beaucoup de marelles d'origine sédimentaire ou glacielle, de plaques d'arrachement et de radeaux de végétation. La spartine alterniflore y est toujours dominante, mais l'accumulation préférentielle de sédiments à ce niveau entraîne une diminution progressive du taux de submersion et l'apparition d'autres espèces végétales dont la plus fréquente est la salicorne d'Europe (*Salicornia europaea*).

Au niveau du schorre, c'est-à-dire à une altitude supérieure à 4 m (PMM), les pourcentages de submersion sont plus faibles et, selon Garneau (1984), les facteurs physico-chimiques dus à la nature du substrat régissent aussi la distribution de la végétation. Selon certains auteurs, la compétition interspécifique et les perturbations du milieu sont également des facteurs importants au niveau du haut marais mais dont leur rôle dans l'organisation des communautés végétales est souvent sous-estimé (Neiring et Warren, 1980; Bertness et Ellison, 1987).

Le premier groupement succédant au groupement à spartine alterniflore et à salicorne d'Europe de la très haute slikke est le groupement à spartine étalée (*Spartina patens*). Il se retrouve jusqu'à une altitude de 5 m et est soumis à une submersion allant de 5% à 0,1% du temps annuellement. L'accumulation de matière organique dans le profil de sol (10 à 20%) est favorisée par la lente décomposition des pousses des anciennes années (Chapman, 1970). A ce

niveau, la présence de mares est maintenue par divers processus d'érosion bio- et physico-chimiques (Gauthier et Goudreau, 1983). Elles sont généralement profondes, remplies d'eau et colonisées par la ruppie maritime (*Ruppia maritima*). Bien que la spartine étalée soit largement dominante, plusieurs autres espèces partagent le couvert végétal. La distribution du groupement à spartine étalée est parfois restreinte au bas schorre jusqu'à une altitude de 4,4 m. Lui succède au niveau du moyen schorre, le groupement à plantain maritime et glaux maritime. Caractérisé par une plus faible quantité de matière organique dans le profil de sol, l'évaporation y est favorisée et résulte en une concentration de sels plus élevée en surface. Les mares les moins profondes s'assèchent au cours de l'été, les surfaces dénudées étant envahies par la spartine alterniflore et la salicorne d'Europe.

Au niveau du haut schorre, les mares asséchées évoluent parfois vers des plaques salines dues à la remontée capillaire des sels en solution dans le profil de sol. Le groupement à salicorne d'Europe et spergulaire marine colonise de façon discontinue ces grandes surfaces dénudées, fissurées par la dessiccation et dont la forte concentration de sels en surface se voit aisément sur le terrain. Comme dans le groupement précédent, la faible capacité de rétention en eau due à la nature du matériel de surface et le faible contenu en matière organique dans le sol favorisent ce phénomène. Ce sont ces zones dénudées, peu productives sur le plan biologique, qui ont donné lieu à diverses propositions d'aménagement (Argus, 1990) et font l'objet du chapitre suivant.

Enfin, l'herbaciaie salée occupe l'ancien schorre à une altitude supérieure à 5 m. Rarement soumis à la submersion ($\leq 0,1$ % du temps annuellement), les groupements végétaux se composent toujours d'halophytes ou du moins, de glycophytes ayant une certaine tolérance à l'eau salée. Se succédant en altitude le long d'une pente très douce, les groupements les plus caractéristiques sont ceux à carex

écailleux (*Carex paleacea*) et fétuque rouge (*Festuca rubra*), à spartine pectinée (*Spartina pectinata*) et hiérochle odorante (*Hierochlea odorata*), à calamagrostis du Canada (*Calamagrostis canadensis*) et sanguisorbe du Canada (*Sanguisorba canadensis*). Graduellement, les arbustes apparaissent à la limite supérieure de l'ancien schorre constituant un marécage arbustif dominée par des espèces telles le myrique baumier (*Myrica gale*) et l'aulne rugueux (*Alnus rugosa*).

A plusieurs endroits sur le littoral de l'Isle-Verte, l'herbacaie salée et le marécage ont été, une fois endigués et drainés, remplacés par des terres agricoles.

2. LES ZONES DENUDEES

2.1 Revue de la littérature

La première description de zones dénudées, caractérisées par la présence du groupement à salicorne d'Europe et de plaques salines au niveau du haut schorre de l'estuaire du Saint-Laurent provient des travaux de Hamel (1955) sur la végétation des comtés de l'Islet et de Kamouraska. Dans une zone qu'il désigne comme la batture supérieure où le sol est plus ferme et plus sec, cet auteur mentionne que:

"Dans certaines stations, il existe de vastes espaces dénudés et plats où l'alluvionnement semble arrêté avant d'avoir atteint un niveau favorable à l'établissement d'une végétation vraiment terrestre. Le sol nu, souvent durci et craquelé, en périodes sèches, est colonisé par des halophytes telles que *Salicornia europea*, *Spergularia canadensis*, qui forment un tapis dense mais discontinu, comme par plaques."

Blouin et Grandtner (1971) décrivent dans les marais salés du comté de Rivière-du-Loup, un groupement à salicorne d'Europe qui occupe le schorre et montre l'alternance de grandes plaques de vases nues qui en période sèche se craquèlent et de surfaces couvertes de *Salicornia europea*. C'est dans cet habitat que se rencontrent les plus fortes concentrations de sodium (140 m.é./100 gr) qui, selon eux s'explique par l'emprisonnement de l'eau salée et l'évaporation subséquente.

Reed et Moisan (1971) soutiennent également l'hypothèse que la présence des zones dénudées est due à des particularités locales du drainage dans la partie supérieure de l'étage occupée par la spartine étalée. Ils expliquent qu'après les périodes de fortes marées, des aires au drainage déficient retiennent des quantités d'eau salée à la surface qui, suite à l'évaporation, atteint une salinité dépassant la tolérance des plantes caractéristiques de cette zone. En ordre de salinité croissante, ces aires seront occupées par la salicorne d'Europe et une forme rabougrie de la spartine alterniflore, puis seulement par la salicorne d'Europe et finalement par le sol dénudé et les algues mucilagineuses (*algal scum*). Ceci équivaldrait au même phénomène que décrivent Miller et Egler (1950) au Connecticut. Adams (1963) et Redfield (1972) rapportent aussi la présence de "salt flats" ou de "salt pannes" à la limite supérieure des marais salés de la côte atlantique, certaines zones atteignant parfois jusqu'à 100 pieds de largeur.

Dans une description plus détaillée des marais individuels de l'estuaire, Reed et Moisan (1971) identifient la présence de zones dénudées dans les régions de Kamouraska et de Cacouna, dans les marais bordant le chenal de l'Île Verte (jusqu'à la rivière aux Vases) et sur le littoral entre la rivière Verte et Pointe-à-la-Loupe. Sans préciser davantage, ils mentionnent que les pratiques agricoles dont le drainage abusif et le pâturage seraient, dans la plupart des cas, à l'origine de ces zones dénudées.

Garneau (1984) précise également que le groupement à salicorne d'Europe et à spergulaire marine occupe les hauts schorres argilo-limoneux et quelques fois le littoral anthropisé. Il colonise un substrat dont la matière organique est presque complètement minéralisée et où le drainage est assez bon. Le groupement se retrouve, par ailleurs, dans des milieux dont les facteurs de pente, d'altitude et de submersion marégraphique sont équivalents à ceux du groupement à spartine étalée. Comme tous les auteurs précédemment cités, Garneau (1984) observe au sein du groupement de grandes surfaces à fortes concentrations salines, souvent dénudées et fissurées par la dessiccation. Une forte évaporation superficielle et le mouvement vertical de la nappe phréatique facilités par la composition du matériel minéral et par le contenu peu élevé de matière organique (5-6 %) dans le sol explique la précipitation des sels dans les premiers centimètres du sol. Elle résulte de migrations ascendantes de certains sels en solution (Ca^{++} , Fe^{++} , Na^{++}) par remontée capillaire qui originent d'une zone saturée d'eau salée à faible profondeur dans le profil de sol lors des marées montantes (duChaufour, 1977).

Sans nier la présence du phénomène d'évaporation, Gauthier et Goudreau (1983) offrent toutefois une explication complémentaire quant à l'origine du groupement à salicorne d'Europe et à spergulaire marine dans le haut schorre. Selon eux, le recul de la végétation primaire, caractérisée par la spartine étalée, fait partie de la dynamique des mares non glacielles. A cette altitude, le processus paraît s'accroître; il y a une détérioration accrue des rebords, un agrandissement excessif des mares et parfois même coalescence de celles-ci. Plusieurs agents d'érosion (physico-chimique, sédimentologique, faunique, mécanique ou anthropique) sont rapportés par Gauthier et Goudreau (1983) comme susceptibles de faire reculer la limite externe d'une mare dans le marais supérieur.

Au niveau du haut schorre, la plupart des mares sont très peu profondes (≤ 15 cm); elles s'assèchent au cours de l'été ou ne conservent qu'une petite quantité d'eau entre le passage mensuel de deux marées. On reconnaît l'expansion maximale des mares grâce aux diverses configurations du tapis végétal, dominé par la salicorne d'Europe, et au micro-relief encore visible là où s'étendaient ces dépressions. Les mares se vident souvent par évaporation et évapotranspiration ou par une vidange subite due à une fuite souterraine ou par le réseau de drainage superficiel. Cette perte d'eau entraîne en surface une sursalinité du fond (44 mmhos) et une capacité d'échange très élevée (138 m.é./100 gr). L'abondance de matière organique produite par le marais tend à enrichir le sol de ces dépressions (13,9 %). En outre, l'assèchement plus ou moins périodique rend le milieu plus aérobique; ce phénomène occasionne une certaine acidification du sol par l'oxydation des sulphures (pH: 6,6) et une activité microbienne accrue (Gauthier et Goudreau, 1983). Ces auteurs ne décrivent pas le stade subséquent de détérioration du marais caractérisée par la présence de vastes zones dénudées, où même la salicorne ne parvient plus à croître. Selon Gauthier et al. (1980), le sol nu devient alors plus vulnérable à l'érosion, surtout avec l'avènement de fortes pluies, qui accentue encore la dépression de la cuvette.

A l'instar de Reed et Moisan (1971) et Garneau (1984), Argus (1990) est d'avis que les zones dénudées pourraient être d'origine anthropique. Ce dernier précise que l'assèchement des mares du haut schorre peut résulter d'un drainage excessif des sols. L'abaissement de la nappe phréatique de plusieurs dizaines de centimètres et l'augmentation conséquente de la zone d'aération entraîneraient une minéralisation de la matière organique et la formation de ce que cet auteur désigne comme un marais "minéral". Ceci aurait pour effet de diminuer considérablement la capacité de rétention en eau des sols et d'accentuer l'assèchement des mares. L'existence même de marais organiques et de marais "minéraux" respectivement associés à des marais peu drainés et des marais très drainés, permet

donc d'appréhender les impacts écologiques importants que pourrait avoir le drainage agricole sur le marais salé (Argus, 1990).

Une étude de Bélair (1990) sur l'hydrologie de la zone intertidale de la baie de l'Isle-Verte démontre que la présence d'un cours d'eau (canal de drainage) dans la zone intertidale influence le niveau de la nappe phréatique dans le sol de la zone intertidale sur une distance qui ne dépasse pas 10 m de part et d'autre. Les fluctuations qui surviennent dans le niveau de la nappe phréatique au-delà de cette distance seraient dues à l'évapotranspiration et au drainage naturel selon le gradient hydraulique qui s'établit, dans cette zone, dans le sens de la pente.

En conclusion, l'ensemble des travaux tend plutôt à démontrer que la présence du groupement à salicorne d'Europe et des zones dénudées au niveau du haut schorre de la baie de l'Isle-Verte, comme dans les marais côtiers atlantiques, résulte surtout de processus naturels associés. Leur présence sur le littoral de cette région serait due à des caractéristiques locales liées à la dynamique des mares non glacielles, aux conditions de drainage et à la nature du substrat. L'accumulation de débris végétaux suite aux hautes marées peut selon Niering et Warren (1980) et Bertness et Ellison (1987) être à l'origine des zones dénudées mais ne semble pas être un facteur déterminant dans le marais salé de l'Isle-Verte.

L'influence de perturbations d'origine anthropique, affectant en particulier les conditions hydriques, n'est jamais démontrée clairement bien que fortement soupçonnée par certains auteurs. Par ailleurs, personne ne fait référence à la pérennité du groupement à salicorne d'Europe ou des zones dénudées au niveau du marais supérieur. Plutôt, leur existence semble être une situation temporaire et que tôt ou tard, elles seront envahies par une végétation qui, à ce stade de la succession végétale, serait caractéristique de l'herbaçaie salée. Ceci ne semble toutefois pas être le cas dans le secteur de l'Isle-Verte.

2.2 Méthodes

En fonction des objectifs initiaux du projet, les données sur l'altitude des zones dénudées et de la végétation de la partie supérieure du marais salé furent recueillies le long de cinq (5) transects situés sur le littoral de la baie de l'Isle Verte perpendiculairement à la rive (Figure 1). Quatre (4) transects (A,B,D,E) étaient localisés en aval de la rivière Verte où le groupement à salicorne d'Europe domine et les zones dénudées sont particulièrement importantes. Le transect B était situé dans le secteur où divers aménagements fauniques ont été réalisés ou sont en cours de réalisation. Le cinquième transect (C) était localisé en amont de la rivière, en face de l'île Ronde; il devait servir de référence altitudinale pour les groupements végétaux occupant la partie supérieure du marais salé (schorre actuel) et l'herbaciaie salée (ancien schorre) tels les groupements à spartine étalée, à carex écailleux, à spartine pectinée et à calamagrostis du Canada.

Le long de tous les transects les données d'altitude furent recueillies systématiquement à tous les 10 m, à moins qu'un obstacle (étang ou mare de grande taille) oblige à poursuivre une plus grande distance. Les transects A et B furent échantillonnés jusqu'à la limite inférieure de la spartine alterniflore (basse slikke) alors que les transects C, D et E l'ont été jusqu'à une distance variable suivant l'écart marquant le passage entre le schorre et la slikke, généralement là où la spartine alterniflore devenait l'unique plante présente. Les mesures furent prises à l'aide d'un niveau d'arpentage et rattachées aux bornes géodésiques les plus accessibles.

Les données sur la végétation ne furent recueillies systématiquement que sur les transects A, B et C. A tous les 10 m, un indice de l'importance de chaque espèce était évaluée en fonction de sa présence dans chaque décimètre sur une distance de 1 m. Le long des transects D et E, seules les limites des grandes unités de végétation furent identifiées aux fins de comparaison avec les autres

transects. La nomenclature des espèces végétales est celle de Scoggan (1978-79).

Des échantillons de sols furent recueillis localement dans les zones jugées homogènes le long des transects sur le plan de la végétation. Les analyses de sol n'ont porté que sur la texture et la salinité du substrat.

2.3 Analyses des données

Les données recueillies sur le terrain ont été saisies sur micro-ordinateur. Pour accommoder certains logiciels de traitement de données, chaque relevé et chaque espèce ont été numérotés et codés (Annexe 1). L'absence de végétation a été décrite comme une espèce et codée DENU pour les zones dénudées du schorre et SLIK pour les zones dénudées de la slikke.

Les valeurs en altitude géodésique furent transformées en altitude marégraphique afin de les comparer aux valeurs rapportées dans la littérature (Gauthier, 1978; Garneau, 1894). Le facteur de correction calculé pour la station de l'île Verte, basée sur une extrapolation entre les ports secondaires de Trois-Pistoles et de Rivière-du-Loup, est de 2,48 m (B. Labrecque, comm.pers.). Des écarts marqués entre les transects de la baie de l'Isle-Verte (A, B, D, E) et le transect C situé face à l'île Ronde et servant de témoin ont obligé une autre transformation des données. Pour éliminer cette différence rendant impossible la comparaison de la position des groupements végétaux, les zéros des courbes ont été synchronisés au niveau de la position de la pleine mer moyenne (PMM) indiquée par le passage le long du transect d'une dominance de salicorne d'Europe et de spartine alterniflore à celle de spartine étalée. Une fois la présence des espèces ordonnées sur un graphique en fonction de l'altitude, l'interprétation visuelle des étages de végétation a permis de fixer l'altitude repère et d'ajuster les données. Ceci

est apparue d'autant plus justifier que les chercheurs ayant étudiés les marais salés, même ceux de l'estuaire du Saint-Laurent, ont démontré la correspondance entre ce niveau et ce changement de couvert végétal (Chapman, 1940; Adams, 1963; Redfield, 1972; Gauthier, 1978; Garneau, 1984; Brind'Amour, 1988). McKee et Patrick (1988) contestent cependant cette relation.

Les données sur la salinité et les % de sable, de limon et d'argile ont également été saisies.

Il fut jugé préférable de déterminer non seulement les limites altitudinales des espèces individuelles mais aussi celles des groupements végétaux puisque qu'en terme d'aménagement ou de restauration on peut considérer que la prédominance d'une espèce à un endroit est indicatrice des conditions optimales pour sa croissance. Ceci ne l'empêche par de se retrouver occasionnellement au-delà de ces limites (ex. spartine alterniflore au pourtour des mares du schorre). Aussi, une matrice de végétation fut construite incluant 50 espèces et 320 relevés. Puis à l'aide du logiciel TWINSpan (Hill, 1979), les relevés furent classifiés par division hiérarchique afin d'identifier les principaux groupements végétaux recensés.

En plus de l'altitude, des données sur les caractéristiques du substrat (% sable, % limon, % argile) et sur la salinité ont été recueillies pour 31 relevés. A l'instar de Jean et Bouchard (1993), elles ont permis de réaliser une analyse canonique de correspondance entre une matrice de végétation plus réduite (29 espèces par 31 relevés) et une matrice de variables abiotiques (5 variables par 31 relevés) et d'établir l'importance des différents gradients du milieu dans la distribution des groupements et des espèces. Le logiciel CANOCO (Ter Braak, 1988) a servi à cette analyse.

Afin de préciser davantage la relation entre la distribution des groupements et des espèces avec le gradient altitudinal, des ta-

bleaux de contingence ont permis d'effectuer un test de comparaison de la distribution des fréquences. Les résultats de cette analyse ont servi à établir les figures illustrant cette relation.

Enfin, la superposition graphique des valeurs altitudinales des cinq transects révélant une différence sensible de la topographie du schorre entre le transect témoin (C) et les autres transects, un test de comparaison a également été fait. Les accidents topographiques telles la présence de mares très grandes (transect a) ou d'aménagements tels l'étang (transect b) ont été éliminés, puis la distribution des valeurs des courbes lissées (*smoothed*) ont été comparées.

3. DISCUSSION

3.1 Les groupements végétaux du marais salé de l'Isle-Verte

Il existe d'excellentes descriptions de la végétation des marais salé de l'estuaire et plus particulièrement, de celui de l'Isle-Verte (Blouin et Grandtner, 1971; Gauthier, 1978; Garneau, 1984; Brind'Amour, 1988). L'analyse réalisée sur les données recueillies ne fait que confirmer l'existence de groupements déjà connus dans des secteurs bien précis du marais salé. La figure 3 illustre les résultats de la classification des relevés en 12 groupements et le tableau 1 identifie les principales espèces qui les composent ainsi que les groupements comparables décrits par les auteurs cités plus hauts.

TABLEAU 1: Les groupements végétaux du marais salé de l'Isle-Verte et de l'estuaire maritime du Saint-Laurent

PRESENTE ETUDE Isle-Verte	GARNEAU (1984) Caouana / Isle-Verte	GAUTHIER ET GOUDREAU (1979) Isle-Verte	BLOUIN ET GRANDTNER (1971) (Comté de Rivière-du-Loup)	BRIND'AMOUR (1984, 1988) (Kamouraska)
1. <i>Fucus</i> sp. <i>Spartina alterniflora</i>	Gr. à Algues (<i>Fucus</i> sp.)		Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> et <i>Fucus</i> sp.	
2. <i>Zostera marina</i> <i>Spartina alterniflora</i>	Gr. à <i>Zostère</i> marine			
3. <i>Spartina alterniflora</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i>
4. <i>Spartina alterniflora</i> <i>Salicornia europaea</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> s.-gr. à <i>Salicorne</i> d'Europe	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> , s.-gr. à <i>Salicornia europaea</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> et <i>Salicorne</i> d'Europe Gr. à <i>Salicorne</i> d'Europe	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> s.-gr. à <i>Salicornia europaea</i>
5. <i>Spartina alterniflora</i> <i>Salicornia europaea</i> <i>Spergularia canadensis</i>	Gr. à <i>Salicorne</i> d'Europe et <i>Spergulaire</i> du Canada	Gr. à <i>Salicornia europaea</i> et <i>Spergularia marina</i>	Gr. à <i>Salicorne</i> d'Europe, var. à <i>Spergulaire</i> du Canada	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> s.-gr. à <i>Salicornia europaea</i> et <i>Spergularia canadensis</i>
6. <i>Spartina alterniflora</i> <i>Salicornia europaea</i> <i>Spergularia canadensis</i> <i>Plantago maritima</i> <i>Limonium nashii</i>	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> s.-gr. à <i>Salicorne</i> d'Europe, var. à <i>Plantain</i> maritime		Gr. à <i>Plantain</i> joncoïde	Gr. à <i>Spartina alterniflora</i> s.-gr. à <i>Salicornia europaea</i> , <i>Spergularia canadensis</i> et <i>Plantago juncoïdes</i>
7. <i>Spartina patens</i> <i>Salicornia europaea</i> <i>Atriplex hastata</i> <i>Glaux maritima</i> <i>Spartina alterniflora</i> <i>Plantago maritima</i> <i>Limonium nashii</i>	Gr. à <i>Spartina étalée</i> Gr. à <i>Plantain</i> maritime et <i>Glaux</i> maritime	Gr. à <i>Spartina patens</i>	Gr. à <i>Spartina étalée</i>	Gr. à <i>Spartina patens</i> s.-gr. à <i>Spartina alterniflora</i>
8. <i>Spartina patens</i> <i>Atriplex hastata</i> <i>Hordeum jubatum</i> <i>Limonium nashii</i>				Gr. à <i>Spartina patens</i> s.-gr. à <i>Hordeum jubatum</i>
9. <i>Spartina patens</i>	Gr. à <i>Spartina étalée</i> ,			

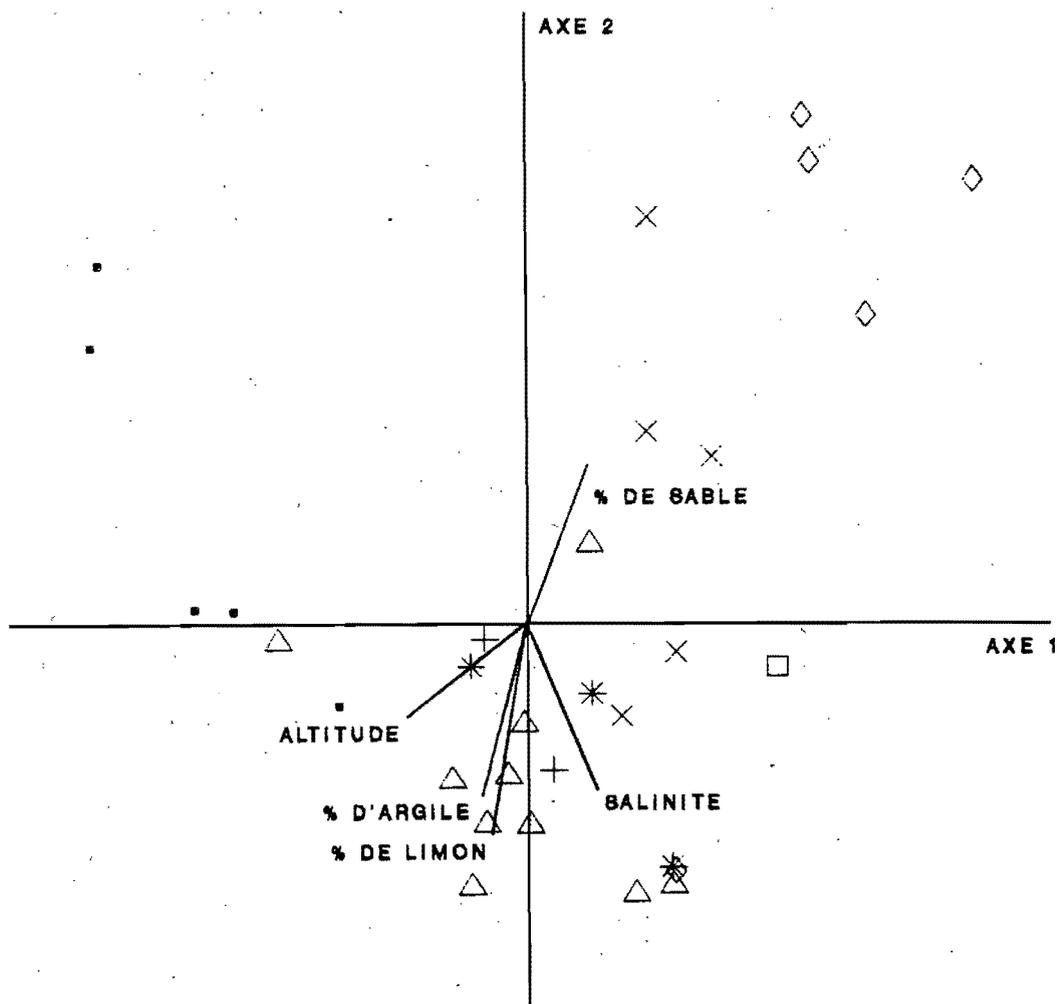
3.2 La relation avec les variables du milieu

L'un des principaux objectifs en écologie végétale est de comprendre les processus qui génèrent un patron dans la distribution des communautés naturelles. Les résultats de l'analyse canonique de correspondance révèlent que la distribution des 31 relevés pour laquelle elle a été conduite n'est expliquée que partiellement (19% de la variation) par les variables du milieu utilisées (Figure 4). Cette valeur est relativement faible mais d'un ordre comparable aux observations réalisées dans d'autres milieux riverains si seulement les variables abiotiques sont prises en considération (Jean et Bouchard, 1993). Par ailleurs, une valeur explicative plus élevée aurait pu être obtenue si l'échantillonnage avait été plus grand, certaines autres variables abiotiques mesurées (telles le pourcentage et l'épaisseur de l'horizon organique) et l'influence anthropique considérée (proximité des terres agricoles, proximité des canaux...).

Néanmoins, les valeurs du tableau 2 montrent que sur le premier axe de cette ordination (eigenvalue=0,66), il existe une excellente corrélation espèces-environnement ($r=0,91$) et qu'elle s'exprime par une corrélation négative avec l'altitude ($r=-0,63$). Aucune autre variable n'est fortement corrélée à cet axe.

Malgré une valeur explicative moins grande, (eigenvalue=0,34), le second axe montre aussi une bonne corrélation espèces-environnement ($r=0,82$) liée à la texture du substrat. Elle se traduit par une corrélation positive avec le % de sable ($r=0,72$), et conséquemment, puisque ces variables sont interdépendantes (Tableau 3), par des corrélations négatives avec les % de limon et d'argile (respectivement $r=-0,72$ et $r=-0,57$). Quand à la salinité, elle possède, toujours sur le second axe une corrélation négative modérée intéressante à souligner ($r=-0,55$).

Figure 4. Ordination des 31 relevés avec données abiotiques



- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| • CAPA | + DENU | * PLMA | □ RUMA |
| × SAEU | ◇ SPAL | △ SPPA | |

TABLEAU 2. Eigenvalues, coefficients de corrélation espèces-environnement et coefficients de corrélation des variables abiotiques avec les premier et deuxième axes de l'ordination (CCA)

	AXE 1	AXE 2
Eigenvalue	0.66	0.34
Espèces-environnement	0.91	0.82
Variables abiotiques		
Altitude	-0.63	-0.26
% de sable	0.28	0.72
% de limon	-0.22	0.72
% d'argile	-0.29	-0.57
Salinité	0.33	-0.55

TABLEAU 3. Matrice de corrélation entre les variables abiotiques

	Altitude	% de sable	% de limon	% d'argile	Salinité
Altitude	1.00				
% de sable	-0.24	1.00			
% de limon	0.34	-0.89	1.00		
% d'argile	0.11	-0.90	0.60	1.00	
Salinité	0.33	-0.26	0.30	0.16	1.00

L'altitude étant la variable abiotique la plus fortement corrélée avec le premier axe de l'ordination, cette variable demeure cependant la plus significative dans l'explication des variations observées dans cette série de données. Ceci corrobore l'existence maintes fois démontrée dans les milieux riverains d'une étroite relation entre la distribution des groupements végétaux et des espèces et le gradient altitudinal.

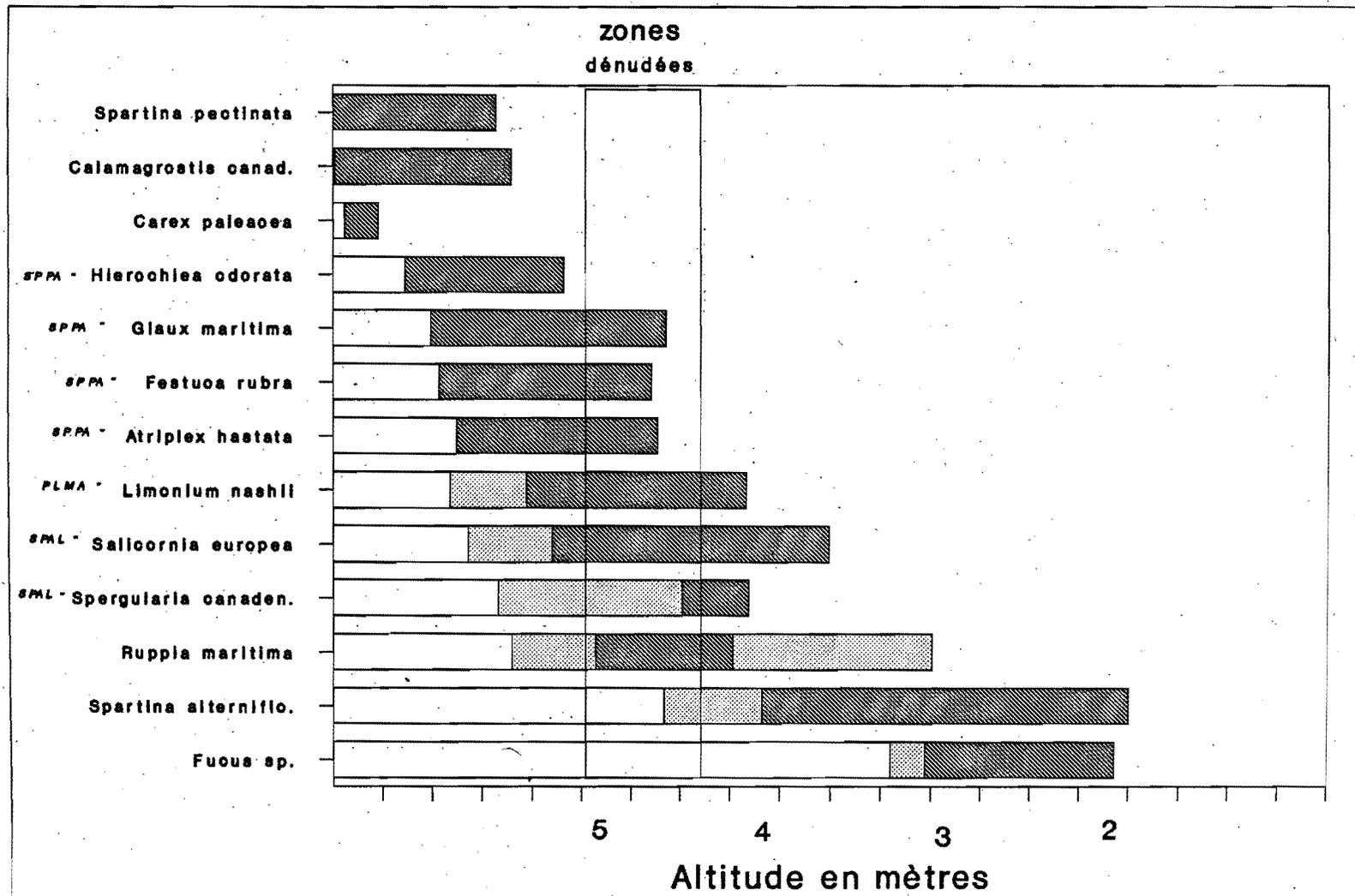
3.3 Le gradient altitudinal

Dans le marais salé de l'Isle-Verte, l'analyse des distributions des espèces et des groupements à l'aide de tableaux de contingence s'est avérée comme attendu significative au seuil de probabilité $p > 0,0000$ (Annexes 2 et 3).

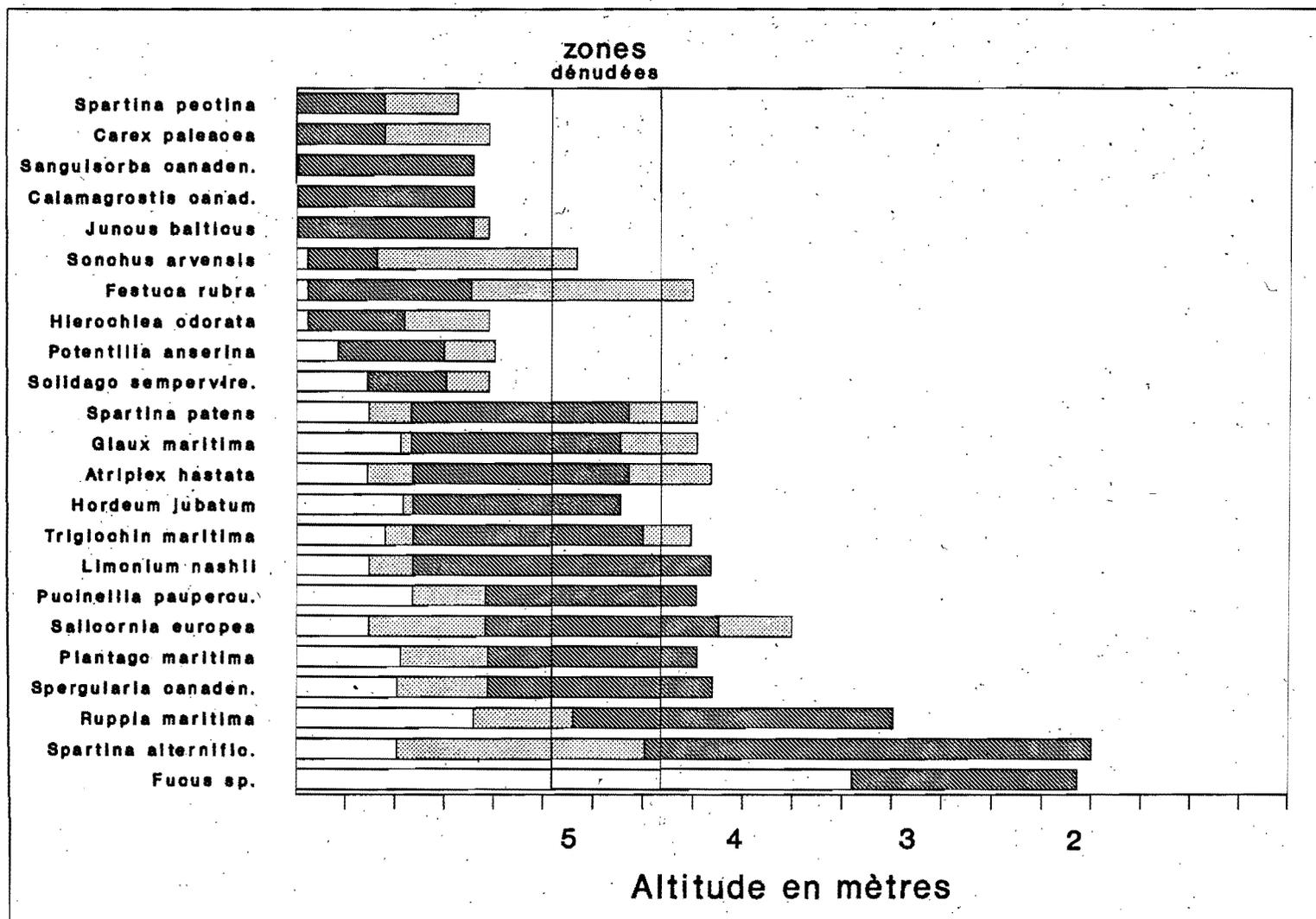
De ces résultats ont été tirées, les figures 5 et 6 qui illustrent la distribution des principales plantes et groupements du marais salé de l'Isle-Verte en fonction du gradient altitudinal. Puisque la plupart des plantes possèdent une grande amplitude sur ce gradient, les altitudes où la probabilité de rencontrer les espèces ou les groupements est la plus grande (fréquence observée plus grande que la fréquence théorique sur les tableaux de contingence) sont hachurées.

La position des zones dénudées est également illustrée sur ces figures permettant ainsi d'identifier le type de couvert végétal qu'elles remplacent dans la partie supérieure du marais salé et les espèces les plus susceptibles d'être utilisées pour leur restauration.

FIGURE 6. Distribution des groupements dans le marais salé de l'Isle-Verte



**FIGURE 5. Distribution des espèces
dans le marais salé de l'Isle-Verte**



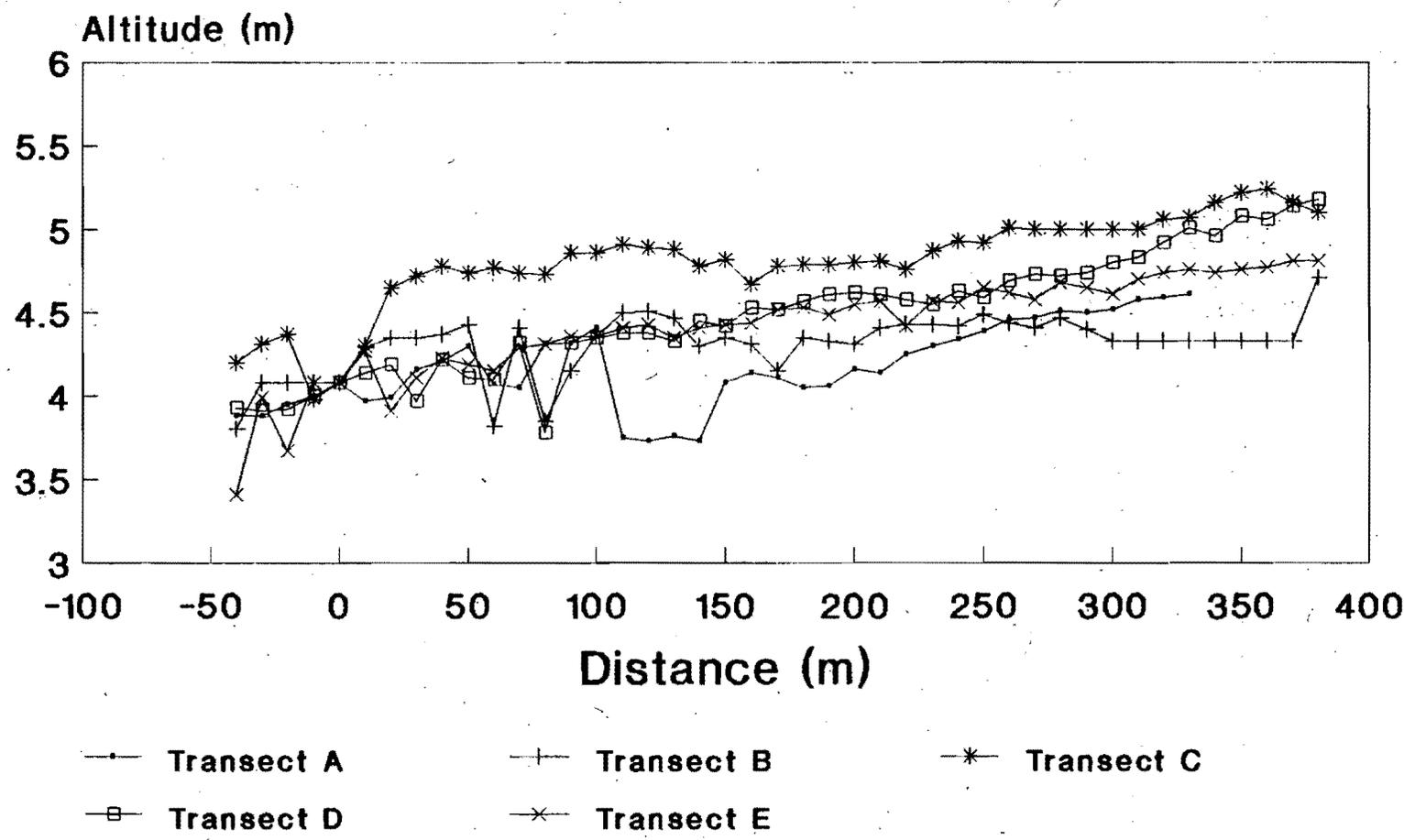
3.3 La topographie du littoral

La comparaison des courbes topographiques obtenues grâce aux données d'altitude recueillies le long des transects révèle tout d'abord que le transect C, réalisé comme témoin dans un secteur où les zones dénudées sont inexistantes, est significativement différent des autres transects ($p = 0.001$) (Figures 7 et 8, tableau 4). Il présente en effet une topographie qui caractérise la description que font la majorité des auteurs de la partie supérieure du marais salé ou du schorre c'est-à-dire une surface relativement plate au-dessus de la limite des pleines mers moyennes (Thomas et al, 1986; Redfield, 1972; Neiring et Warren, 1980). Garneau (1984) précise qu'à l'Isle-Verte, cette surface résulte de l'accumulation de résidus organiques constitués par un treillis dense de tiges, de racines et de rhizomes entremêlés d'un matériel limoneux déposé par les marées (% de matière organique de 14 à 20%). Toujours selon cet auteur, la spartine étalée colonise parfois des milieux vraiment tourbeux c'est-à-dire avec une accumulation de plus de 60 cm de matériel organique fibrique. La dominance de spartine étalée favoriserait ce processus, les pousses des années antérieures se décomposant très lentement aidées par la forte acidité du milieu (pH de 3,9 à 4,2). Cette accumulation participe à l'exhaussement du marais.

Les transects A, B, D et E où les zones dénudées ont été observées, ont en commun une courbe topographique montrant une pente assez régulière au niveau du schorre. Imperceptible sur le terrain, ceci se révèle être un indicateur de différences importantes dans les facteurs environnementaux conditionnant les deux milieux et qui s'exprime premièrement par l'absence d'accumulation de matière organique.

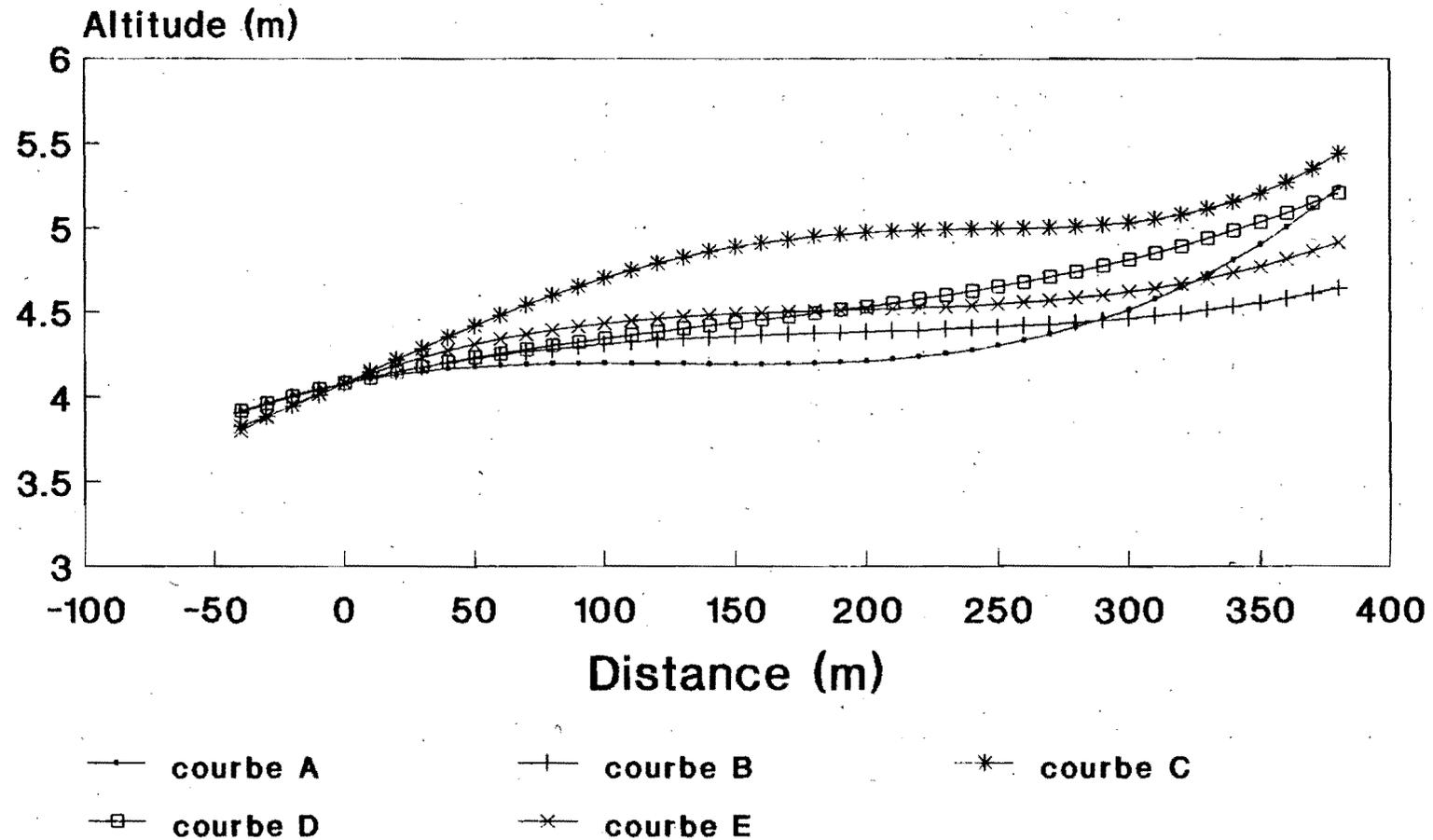
La littérature rapporte des exemples d'endiguement et de drainage de marais salés où l'oxydation des sols organiques et l'assèchement des sols argileux ont provoqué un affaissement de la surface du

FIGURE 7. Topographie des transects au-delà de la pleine mer moyenne (PMM)



N.B. Altitudes synchronisées au niveau de la PMM = 4,08 m.

FIGURE 8. Courbes lissées des transects au-delà de la pleine mer moyenne (PMM)



N.B. Altitudes synchronisées au niveau de la PMM = 4,08 m.

TABLEAU 4. Test de comparaison des courbes lissées

H_0 = aucune différence au seuil $p = 0.001$

Courbes	A	B	C	D	E
A		0.880	0.000	0.011	0.040
B	0.880		0.000	0.004	0.013
C	0.000	0.000		0.000	0.000
D	0.011	0.004	0.000		0.800
E	0.040	0.013	0.000	0.800	

 accepté

 rejeté

marais (Josselyn, 1982; Chabreck, 1988). Ceci tend à corroborer les observations de Argus (1990) à savoir qu'il aurait eu minéralisation de la matière organique suite à l'abaissement de la nappe phréatique. Garneau (1984) précise d'ailleurs que le % de matière organique dans ces zones dénudées n'est plus que de 5 à 6%. Le phénomène n'est pas local mais présent sur la presque totalité du marais supérieur de l'Isle-Verte juxtant les terres agricoles. Bien que le dispositif d'échantillonnage réalisé pour cette étude n'est pas été conçu pour démontrer ce phénomène, ces observations et celles tirées d'autres études et consultations, permettent de fortement soupçonner une relation de cause à effet et d'attribuer au drainage des terres agricoles avoisinantes le drainage excessif du marais.

Pour soutenir cette hypothèse, Bélair (1990; comm. pers.) précise que le drainage du marais supérieur semble peu affecté au contact des canaux qui le traversent latéralement parce que le drainage naturel s'établit naturellement au niveau de l'hydrolittoral dans le sens de la pente. Aussi peut-on croire que c'est davantage, l'ensemble des interventions réalisées pour drainer les terres agricoles ou limitant le ruissellement des terres hautes vers le littoral qui affectent le bilan hydrique et l'apport d'eau douce au niveau du marais supérieur.

3.4 La restauration des zones dénudées

3.4.1 Le couvert végétal

Dans les milieux riverains ou côtiers, la zonation très marquée de la végétation est le plus fréquemment associée à l'élévation ou l'altitude puisqu'elle détermine le régime d'inondation qui conditionne la présence des espèces selon leurs divers degrés de tolérance. Zedler (1984) précise d'ailleurs que dans la zone intertidale, l'élévation peut servir d'indicateur non seulement pour les

conditions d'humidité mais aussi de salinité et d'autres caractéristiques du substrat qui influencent la croissance des plantes halophiles. Aussi, l'une des premières étapes que recommande cet auteur dans la planification de projets de restauration ou d'aménagement de marais salé est de déterminer l'altitude où les diverses espèces de plantes croissent de façon préférentielle. Il faut cependant être prudent dans l'utilisation de cet argument.

Bien que dans le cadre de la présente étude, les données pour démontrer l'importance des conditions du milieu dans la distribution des plantes ne soient pas exhaustives, elles indiquent que si l'altitude demeure le meilleur indicateur de la préférence d'un groupement ou d'une espèce pour un habitat donné, elle ne peut être la seule considérée. Ceci est surtout vrai à la limite supérieure du marais. Chapman (1960) comme Garneau (1984) précise aussi que d'autres facteurs que ceux directement dépendant des marées peuvent contrôler la zonation et la croissance des espèces de plus en plus nombreuses à ces altitudes. Interviennent en particulier les caractéristiques physiques du substrat comme la structure et la taille des particules, l'aération et le taux d'humidité du sol. On néglige également l'importance de l'interaction spatio-temporelle entre les espèces comme élément déterminant dans la structure des communautés végétales colonisant des milieux comparables (Bertness et Ellison, 1988; Herben et al., 1993)

Néanmoins, l'analyse des figures 5 et 6 permet d'identifier les patrons de distribution distincts de certaines espèces ou groupes d'espèces sur le gradient altitudinal. Comme attendu, on constate la présence des trois zones de végétation qui caractérisent les marais salés de l'estuaire: l'herbaçaie salée, le marais à spartine étalée et le marais à spartine alterniflore. Aussi comme l'avait observé Garneau (1984), les zones dénudées se trouvent à des altitudes où normalement s'observe un couvert végétal dense et diversifiée qui se composent principalement des groupements que dominent la spartine étalée avec la hiéochloé odorante, la fétuque rouge,

le glaux maritime, l'arroche hastée et le plantain maritime. Aux altitudes les plus élevées, elles empiètent parfois sur l'herbaciaie salée représentée par les groupements à spartine pectinée et à carex écailléux.

Bien que le groupement à spartine alterniflore est dominant en deça du niveau la limite de la pleine moyenne, il s'observe aussi à ces altitudes grâce aux conditions d'humidité plus grandes qui se maintiennent à la périphérie des mares. C'est également le cas de la salicorne d'Europe et de la spergulaire du Canada, plantes annuelles qui colonisent les mares asséchées et la périphérie des zones dénudées montrant ainsi non seulement une tolérance élevée à l'hypersalinité mais à des conditions très variables d'humidité allant de stations submergées presque quotidiennement à des stations déséchées pendant de longues périodes.

La distribution de la ruppie maritime, une plante aquatique halophile, est étroitement liée à toute la portion du marais salé où se trouve les mares. Dans une étude sur l'écologie de la ruppie maritime, Argus (1990) précise qu'elle ne se développe que dans les mares où la profondeur d'eau minimale est de 15 à 20 cm et qu'elle tolère des taux de salinité forts variables (0 à 6%).

Bien qu'il fut relativement facile d'identifier les espèces qui aux mêmes altitudes devraient coloniser le marais salé, deux obstacles se dressent devant la végétalisation des zones dénudées. Premièrement, les techniques d'ensemencement et de transplantation ne sont pas éprouvées à nos latitudes (Gratton, 1990). Les essais et suivis réalisés par le groupe ARGUS au cours des deux dernières années combleront en partie cette lacune.

Deuxièmement, il faut rechercher des solutions pour contrer les processus qui entraînent des conditions à l'origine des zones dénudées et responsable de leur maintien, sinon tout effort de restauration des zones dénudées s'avèra vain.

3.4.2 Les conditions du milieu

Les observations de Gauthier et Goudreau (1983) de même que celle de Garneau (1984) et Argus (1990) démontrent bien la nature hautement dynamique du marais salé à sa limite supérieure. Près du niveau des pleines mers moyennes de vives eaux, Chapman (1960) soutient que le vent, les vagues de même que l'accumulation de débris peuvent aussi agir sur la structure des communautés végétales. Évidemment toute modification du patron hydrique aura le même effet, comme l'observent Ranwell (1972) et Chabreck (1988) dans les marais salés drainés pour le contrôle des moustiques ou endiguer pour l'agriculture.

Les informations recueillies jusqu'à maintenant, bien que parcelaires, permettent également de cibler le drainage agricole comme un facteur responsable de la création de ces vastes zones dénudées. En effet la canalisation en altérant les conditions hydrologiques, limiterait considérablement le ruissellement diffus de l'eau douce (*fresh water flushing* de Ranwell, 1972) des terres hautes jusqu'au marais. Ceci aurait d'abord pour conséquences d'abaisser le niveau de la nappe phréatique et d'entraîner la minéralisation de la matière organique rendant le substrat plus vulnérable à la dessiccation et à la compaction. De plus, cet apport d'eau douce ne contribue plus à diluer l'eau salée qui par la pression hydrostatique, atteint la zone de saturation en eau. Il se produit alors, durant les périodes sèches ou de plus faibles marées, une évaporation graduelle de l'eau et la précipitation des sels dans les couches superficielles du sol. Le milieu devient impropre à la croissance des plantes, même des plus halophiles. La spartine étalée serait particulièrement vulnérable au maintien de conditions hypersalines (Pezeshki et al., 1987). Zedler (1984) reconnaît que des mesures visant à réduire la salinité du sols hypersalins sont parfois nécessaires pour garantir l'implantation de la végétation lors de projets de restauration.

Le rétablissement de conditions d'humidité et de salinité plus favorables à l'implantation d'un couvert végétal implique cependant une meilleure compréhension de la dynamique hydrique de partie supérieure du marais salé et des terres avoisinantes. Une telle entreprise de restauration pourrait cependant s'avérer peu rentable sur le plan socio-économique compte tenu des bénéfices qu'en retirerait la faune.

3.4.3 Restauration ou mise en valeur

Il est possible de considérer comme alternative à la restauration, la mise en valeur de ces zones dénudées par des aménagements visant à créer des habitats fauniques différents de ceux d'origine mais tout aussi attrayants pour la faune. C'est le cas des ouvrages réalisés par ARGUS et qui consistent en la création d'un étang et d'un barrage le long d'un des canaux de drainage perpendiculaire au marais donnant ainsi des superficies en eau considérées intéressantes pour l'élevage des couvées de canards noirs, pour la sauvagine en migration et les oiseaux de rivage.

A la périphérie de l'étang, diverses modalités de végétalisation ont été envisagées et entreprises. Les résultats de suivis sont rapportés dans Argus, 1994.

Il serait intéressant d'ajouter ici les résumés et conclusions de ces expériences.

CONCLUSION

Les marais salés sont des milieux fort complexes. Si dans l'estuaire du Saint-Laurent et plus particulièrement dans le secteur de Cacouna-Isle-Verte, on connaît bien les caractéristiques écologiques de cet écosystème (Garneau, 1984), il en va tout autrement sur les effets cumulés des activités de l'homme sur l'évolution et le maintien de certains processus écologiques qui en assurent la pérennité. Il n'en demeure pas moins que les efforts consentis à la restauration ou à la mise en valeur des habitats dégradés, tout en tentant de corriger ou de mitiger les impacts, incitent à la recherche d'une meilleure compréhension et d'une gestion plus adéquate de ces milieux.

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMS, D.A., 1963. Factors influencing vascular plant zonation in North Carolina salt marshes. *Ecology*, Vol.44, No. 3, p. 445-456.
- ARGUS GROUPE-CONSEIL, 1990. Quelques possibilités d'aménagement des marais à spartines de l'estuaire du Saint-Laurent. *Environnement Canada, Service canadien de la faune*, 105 p.
- BELAIR, J.-L., 1990. L'hydrologie de la zone intertidale de la Baie de l'Isle-Verte. *Forêts Canada*, 10 p.
- BERTNESS, M.D. et A.M. ELLISON, 1987. Determinants of pattern in a new England salt marsh plant community. *Ecological Monographs*, 57(2), pp. 129-147.
- BLOUIN, J.-L. et M.M. GRANDTNER, 1971. Etude écologique et cartographique de la végétation du comté de Rivière-du-Loup. *Min. des Terres et Forêts, Serv. rech. Gouv. du Québec, Mém. 65*: 328-346.
- BRIND'AMOUR, M., 1988. Evaluation de la dynamique et de la productivité aérienne de la végétation vasculaire des marais intertidaux de la région de Kamouraska, Québec. Mémoire de maîtrise, Faculté des sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, 113 p.
- CHABRECK, R.A., 1988. Coastal marshes. Ecology and wildlife management. University of Minnesota Press, Minneapolis. 138 p.
- CHAPMAN, V.J., 1940. Studies in salt marsh ecology: Section VI and VII. Comparisons with marshes on the east coast of North America. *Jr. Ecol.* 28: 118-151.
- CHAPMAN, V.J., 1970. Salt marshes and salt deserts of the world. Interscience, New-york. 392 p.
- DIONNE, J.C., 1969. Erosion glacielle littorale, estuaire du Saint-Laurent. *rev. Géogr. Montréal*, 23: 5-20.
- FLEURBEC, 1985. Plantes sauvages du bord de la mer. Fleurbec, Saint-Cuthbert. 286 p.
- GARNEAU, M., 1984. Cartographie et phytoécologie du territoire côtier Cacouna-Isle-Verte. Thèse de maîtrise, Université Laval, 382 p.
- GAUTHIER, B., 1978. Détermination de la slikke et application au benthos laurentien, Isle-Verte, Québec. *Géographie physique et du Quaternaire*, Vol. XXXII, No. 4, p. 333-349.

GAUTHIER, B. et M. GOUDREAU, 1983. Mares glacielles et non glacielles dans le marais salé de l'Isle-Verte, Estuaire du Saint-Laurent, Québec. Géographie physique et Quaternaire, Vol. XXXVII, No. 1: 49-66.

GAUTHIER, J., D. LEHOUX et J. ROSA, 1980. Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada. Service canadien de la faune, 93 p.

HAMEL, A., 1955. Esquisse écologique des comtés de l'Islet et de Kamouraska. Canadian Journal of Botany, 33: 223-250.

HILL, M.O., 1979. TWINSpan-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New-York.

HERBEN, T., F. KRAHULEC, V. HADINCOVA et M. KOVAROVA, 1993. Small-scale spatial dynamics of plant species in a grassland community over six years. Journal of Vegetation Science 4: 171-178.

JEAN, M. et A. BOUCHARD, 1993. Riverine wetland vegetation: importance of small-scale and large scale environmental variation. Journal of Vegetation Science 4: 609-620.

JOSSELYN, M. ed., 1982. Wetland restoration and enhancement in California. California Sea Grant College Program Report No. T-CSGCP-007, La Jolla, California.

MCKEE ET PATRICK, 1988. The relationship of Smooth Cordgrass (*Spartina alterniflora*) to tidal datums: A review. Estuaries, Vol. 11, No. 3., p. 143-151.

MILLER, W.R. et F.E. EGLER, 1950. Vegetation of the Wequetequock-Pawcatuck tidal marshes, Connecticut. Ecological Monographs, Vol. 20, No.2, p. 143-172.

NEIRING, W.A. et R.S. WARREN, 1980. Vegetation patterns and processes in New England salt marshes. BioScience Vol. 30, No.5, p. 301-307.

PEZESHKI, S.R., R.D. DELAUNE et W.H. PATRICK JR., 1987. Response of *Spartina patens* to increasing levels of salinity in rapidly subsiding marshes of the Mississippi river deltaic plain. Estuarine, Coastal and Shelf Science 24: 389-399.

RANWELL, P.S., 1972. Ecology of salt marshes and sand dunes. Chapman and Hall Ltd., London, 258 p.

REDFIELD, A., 1972. Development of a New England salt marsh. Ecological Monographs, Vol. 42, No. 2, p. 201-237.

REED, A. et G. MOISAN, 1971. The *Spatina* tidal marshes of the Saint-Lawrence estuary and their importance to aquatic birds, *Naturaliste can.*, 98: 905-922.

SCOGGAN, H.J., 1978, 1979. The flora of Canada. 4 vol. Musées nationaux du Canada, Musée des sciences naturelles, Publications de botanique, No. 7, Ottawa.

TER BRACK, C.J.F., 1987. CANOCO-A FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). TNO Institute of Applied Computer Science, Wageningen.

THOMAS, M.L.H., ed., 1983. Systèmes littoraux et océaniques de la région de Quoddy (Nouveau-Brunswick). Publication spéciale canadienne des sciences halieutiques et aquatiques 64, Ministère des pêches et des océans. 322 p.

ZEDLER, J.B., 1984. Salt marsh restoration. A guidebook for southern California. California Sea Grant College Program Report No. T-CSGCP\009, La Jolla, California. 46 p.

ANNEXE 1

**CODE DES ESPECES UTILISES POUR
TWINSPAN ET CANOCO**

NO	CODE	NOM SCIENTIFIQUE	NO	CODE	NOM SCIENTIFIQUE
1	AGRE	<i>Agropyron repens</i>	26	JUBA	<i>Juncus balticus</i>
2	HOJU	<i>Hordeum jubatum</i>	27	SPPE	<i>Spartina pectinata</i>
3	SPPA	<i>Spartina patens</i>	28	SCSP	<i>Scutellaria sp.</i>
4	FERU	<i>Festuca rubra</i>	29	POSP	<i>Poa sp.</i>
5	SOAR	<i>Sonchus arvensis</i>	30	CAPA	<i>Carex paleacea</i>
6	PUPA	<i>Puccinellia paupercula</i>	31	SOSE	<i>Solidago sempervirens</i>
7	SAEU	<i>Salicornia europea</i>	32	ACMI	<i>Achillea millefolium</i>
8	SPCA	<i>Spergularia canadensis</i>	33	JUGE	<i>Juncus gerardii</i>
9	LINA	<i>Limonium nashii</i>	34	ENSP	<i>Enteromorpha sp.</i>
10	ATHA	<i>Atriplex hastata</i>	35	LASP	<i>Laminaria sp.</i>
11	RACY	<i>Ranunculus cymbalaria</i>	36	ASSP	<i>Aster sp.</i>
12	GLMA	<i>Glaux maritima</i>	37	CHHI	<i>Chlorella hispida</i>
13	RUMA	<i>Ruppia maritima</i>	38	SPSP	<i>Sphagnum sp.</i>
14	PLMA	<i>Plantago maritima</i>	39	RUSP	<i>Rumex sp.</i>
15	SPAL	<i>Spartina alterniflora</i>	40	HYVI	<i>Hypericum virginicum</i>
16	FUSP	<i>Fucus sp.</i>	41	MYGA	<i>Myrica gale</i>
17	ZOMA	<i>Zostera marina</i>	42	ALRU	<i>Alnus rugosa</i>
18	PHPR	<i>Phleum pratense</i>	43	COSE	<i>Convolvulus sepium</i>
19	VICR	<i>Viccia cracca</i>	44	HIOD	<i>Hierochloa odorata</i>
20	TRPR	<i>Trifolium pratense</i>	45	SCMA	<i>Scirpus maritimus</i>
21	CHLE	<i>Chrysanthemum leucanth.</i>	46	CAMA	<i>Carex mackenziei</i>
22	SACA	<i>Sanguisorba canadensis</i>	47	EPGL	<i>Epilobium glandulosum</i>
23	SPLA	<i>Spiraea latifolia</i>	48	POAN	<i>Potentilla anserina</i>
24	SMST	<i>Smilacina stellata</i>	49	LISC	<i>Ligusticum scoticum</i>
25	CACA	<i>Calamagrostis canadensis</i>	50	TRMA	<i>Triglochin maritima</i>

CODES DES RELEVES UTILISES POUR TWINSpan

NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE
1	A1	51	A51	101	B1	151	B51	201	B101	251	C32	301	C82
2	A2	52	A52	102	B2	152	B52	202	B102	252	C33	302	C83
3	A3	53	A53	103	B3	153	B53	203	B103	253	C34	303	C84
4	A4	54	A54	104	B4	154	B54	204	B104	254	C35	304	C85
5	A5	55	A55	105	B5	155	B55	205	B105	255	C36	305	C86
6	A6	56	A56	106	B6	156	B56	206	B106	256	C37	306	C87
7	A7	57	A57	107	B7	157	B57	207	B107	257	C38	307	C88
8	A8	58	A58	108	B8	158	B58	208	B108	258	C39	308	C89
9	A9	59	A59	109	B9	159	B59	209	B109	259	C40	309	C90
10	A10	60	A60	110	B10	160	B60	210	B110	260	C41	310	C91
11	A11	61	A61	111	B11	161	B61	211	B111	261	C42	311	C92
12	A12	62	A62	112	B12	162	B62	212	B112	262	C43	312	C93
13	A13	63	A63	113	B13	163	B63	213	B113	263	C44	313	C94
14	A14	64	A64	114	B14	164	B64	214	B114	264	C45	314	C95
15	A15	65	A65	115	B15	165	B65	215	B115	265	C46	315	C96
16	A16	66	A66	116	B16	166	B66	216	B116	266	C47	316	C97
17	A17	67	A67	117	B17	167	B67	217	B117	267	C48	317	C98
18	A18	68	A68	118	B18	168	B68	218	B118	268	C49	318	C99
19	A19	69	A69	119	B19	169	B69	219	B119	269	C50	319	C100
20	A20	70	A70	120	B20	170	B70	220	C1	270	C51	320	C101
21	A21	71	A71	121	B21	171	B71	221	C2	271	C52	321	C102
22	A22	72	A72	122	B22	172	B72	222	C3	272	C53	322	C103
23	A23	73	A73	123	B23	173	B73	223	C4	273	C54	323	C104
24	A24	74	A74	124	B24	174	B74	224	C5	274	C55	324	C105
25	A25	75	A75	125	B25	175	B75	225	C6	275	C56	325	C106
26	A26	76	A76	126	B26	176	B76	226	C7	276	C57	326	C107
27	A27	77	A77	127	B27	177	B77	227	C8	277	C58	327	C108
28	A28	78	A78	128	B28	178	B78	228	C9	278	C59	328	C109
29	A29	79	A79	129	B29	179	B79	229	C10	279	C60		
30	A30	80	A80	130	B30	180	B80	230	C11	280	C61		
31	A31	81	A81	131	B31	181	B81	231	C12	281	C62		
32	A32	82	A82	132	B32	182	B82	232	C13	282	C63		
33	A33	83	A83	133	B33	183	B83	233	C14	283	C64		
34	A34	84	A84	134	B34	184	B84	234	C15	284	C65		
35	A35	85	A85	135	B35	185	B85	235	C16	285	C66		
36	A36	86	A86	136	B36	186	B86	236	C17	286	C67		
37	A37	87	A87	137	B37	187	B87	237	C18	287	C68		
38	A38	88	A88	138	B38	188	B88	238	C19	288	C69		
39	A39	89	A89	139	B39	189	B89	239	C20	289	C70		
40	A40	90	A90	140	B40	190	B90	240	C21	290	C71		
41	A41	91	A91	141	B41	191	B91	241	C22	291	C72		
42	A42	92	A92	142	B42	192	B92	242	C23	292	C73		
43	A43	93	A93	143	B43	193	B93	243	C24	293	C74		
44	A44	94	A94	144	B44	194	B94	244	C25	294	C75		
45	A45	95	A95	145	B45	195	B95	245	C26	295	C76		
46	A46	96	A96	146	B46	196	B96	246	C27	296	C77		
47	A47	97	A97	147	B47	197	B97	247	C28	297	C78		
48	A48	98	A98	148	B48	198	B98	248	C29	298	C79		
49	A49	99	A99	149	B49	199	B99	249	C30	299	C80		
50	A50	100	A100	150	B50	200	B100	250	C31	300	C81		

ANNEXE 2

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION EN ALTITUDE DES ESPECES (fréquence relative)

SPPE	SACA	CACA	SOSE	CAPA	SOAR	JUBA	HIOD	FERU	POAN	HOJU	TRMA	SPPA	ATHA	GLMA	LINA	SPCA	PLMA	PUPA	SAEU	RUMA	SPAL	FUSP	
46	14	14	10	38	24	7	62	45	24	7	3	31	10	10	10	7	3		31		3		414
8.5	3.7	3.0	4.3	6.8	7.6	2.2	13.2	14.9	6.6	9.1	4.2	35.3	27.6	16.8	24.6	19.4	22.8	12.3	53.9	5.2	101.0		
2	6	4	14		4	4	14	20	8	14	10	72	58	34	32	20	32	22	72	2	52		498
10.2	4.4	3.5	5.1		9.2	2.7	15.9	17.9	6.0	11.0	5.0	42.5	33.2	20.2	29.6	23.3	27.4	14.7	64.9	6.2	121.6		
			1	2	5	2	2	12	7	21		52	45	26	43	21	40	24	64	5	40		434
			4.5	7.1	8.0	2.4	13.9	15.6	7.0	9.6		37.1	29.0	17.6	25.8	20.3	23.9	12.9	56.6	5.4	106.1		
					2			8		12	4	33	31	16	24	29	29	16	71	8	61		343
				6.3				12.4		7.6	3.5	29.3	22.9	13.9	20.4	16.1	18.9	10.2	44.7	4.3	83.8		
								4			7	11	19	4	37	37	30	11	70	11	74		315
								11.3			3.2	26.9	21.0	12.8	18.7	14.7	17.3	9.3	41.0	3.9	76.9		
																			11	0	100		111
																			14.5		27.1		
																				2	100	5	107
																				1.3	26.2	2.8	
																				2	76	21	100
																				1.2	24.4	2.5	
																					92	25	117
																					28.5	3.0	
																						13	13
																						0.3	
50	22	18	25	40	45	13	78	88	39	54	25	209	163	99	146	115	135	73	319	31	599	64	2452

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION EN ALTITUDE DES ESPECES (fréquence absolue)

SPPE	SACA	CACA	SOSE	CAPA	SOAR	JUBA	HIOD	FERU	POAN	HOJU	TRMA	SPPA	ATHA	GLMA	LINA	SPCA	PLMA	PUPA	SAEU	RUMA	SPAL	FUSP	
14	4	4	3	11	10	2	18	13	7	2	1	9	3	3	3	2	1		9		1		120
1.9	1.0	0.8	1.4	1.5	1.9	0.6	3.3	4.2	1.8	3.1	1.3	11.7	9.3	5.7	7.6	6.9	7.3		16.6		25.3		
1	4	2	7		2	2	7	10	4	7	5	36	29	17	16	10	16	11	36	1	26		249
4.0	2.1	1.6	2.8		4.0	1.3	6.0	8.8	3.7	6.4	2.7	24.3	19.2	11.7	16.7	12.3	15.2	8.5	34.4	3.2	52.6		
			1	1	2	1	1	5	3	8		26	19	15	18	9	17	10	27	2	17		183
			2.2	2.4	2.9	1.0	5.1	6.5	2.7	4.7		17.8	14.1	8.6	11.6	9.0	11.2	6.3	25.3	2.4	39.6		
					1			4		6	2	17	16	8	12	15	15	8	26	4	31		175
					2.8			6.2		4.5	1.9	17.1	13.5	8.3	11.1	8.6	10.7	6.0	24.2	2.3	37.0		
								1			2	3	5	1	10	10	8	3	18	3	20		85
								3.0			0.9	8.3	6.6	4.0	6.4	4.2	5.2	2.9	11.8	1.1	17.9		
																			2		18		20
																			2.8		4.2		
																				1	41	2	44
																				0.6	8.3	0.7	
																				1	32	8	42
																				0.5	8.9	0.7	
																					11	3	14
																					3.0	0.2	
																						1	1
																						0.0	
15	8	6	11	12	15	5	26	33	14	24	10	91	72	44	59	46	57	32	129	12	197	15	833

ANNEXE 3

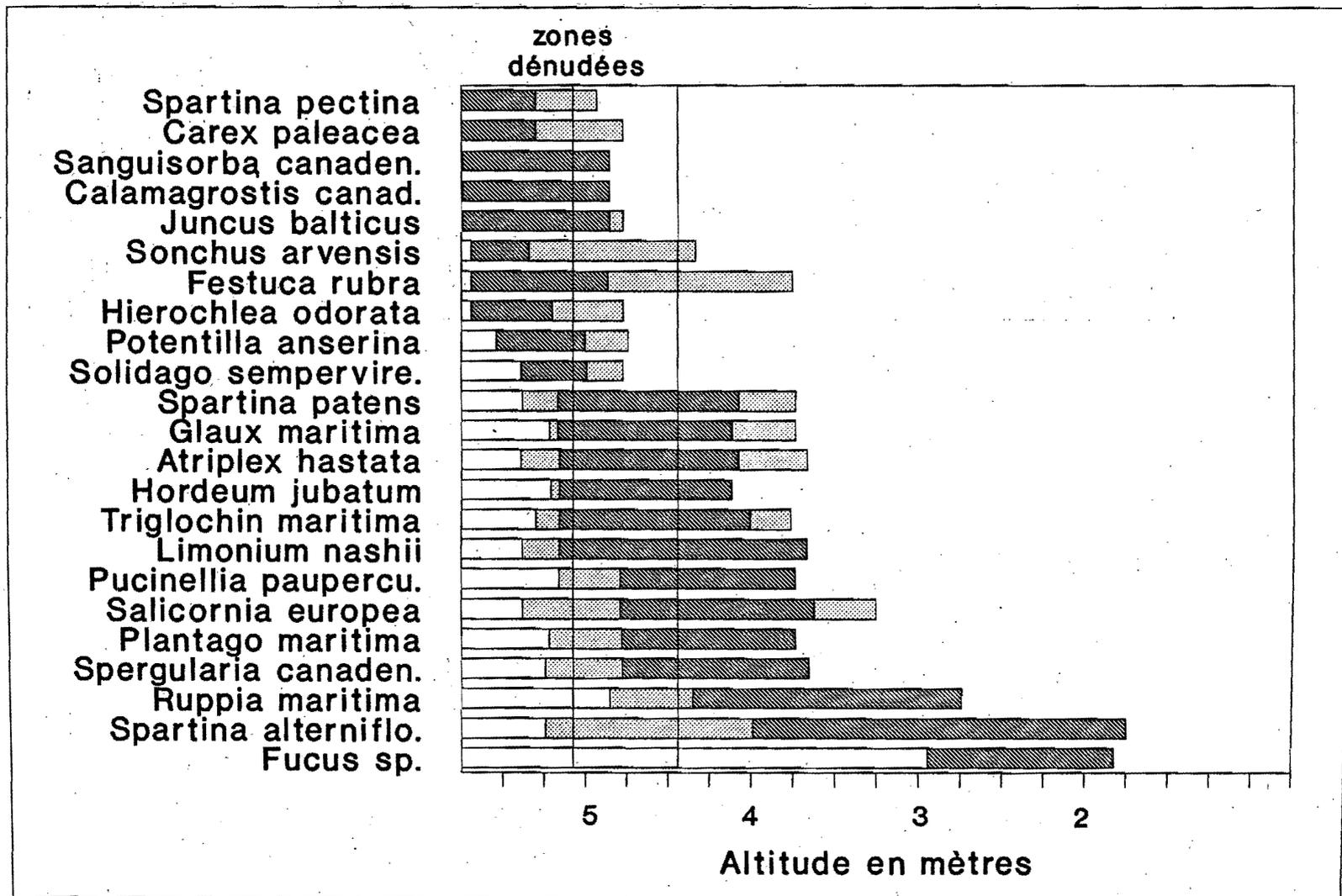
TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION DES GROUPEMENTS (fréquence absolue)

		SPPA SPPA			SPPA SPPA PLMA			SPAL SPAL						
CAPA	CACA	SPPE	HIOD	FERU	DENU	GLMA	ATHA	LINA	RUM	SPCA	SAEU	SPAL	FUSP	
8	5	2	7	3		2								27
0.7	0.8	0.3	1.2	0.4		3.2								
	4	1	4		3	10	8	3	1	1	5			49
	1.5	0.5	2.1		1.6	5.7	4.6	4.7	1.8	1.6	4.9			
			2		5	6	14	7	1	1	4			41
			1.8		1.4	4.8	4.1	4.0	1.5	1.4	4.1			
				1	1	5	8	11	4	4	14	1		50
				1.5	1.7	5.8	5.0	4.8	1.8	1.7	5.0	15.3		
						2		8	3	4	4	5		26
						3.0		2.5	1.0	0.9	2.6	8.0		
											3	15		18
											1.8	5.5		
									1			36	2	41
									1.5			12.6	2.2	
									1			24	9	34
									1.2			10.4	1.8	
												6	3	9
												2.9	0.5	
												3	2	5
												1.5	0.3	
8	9	3	13	4	10	35	30	29	11	10	30	92	16	300

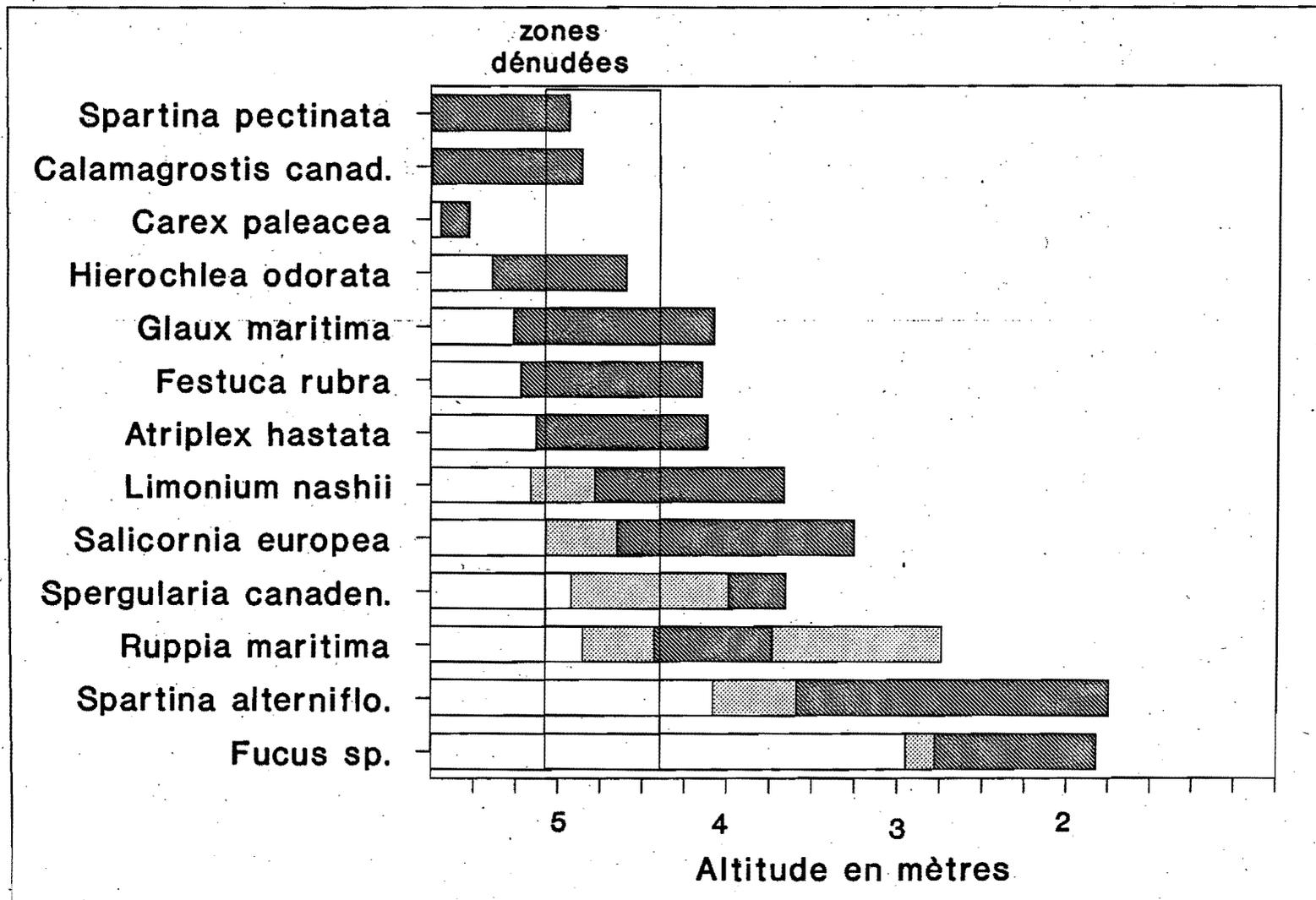
TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION DES GROUPEMENTS (fréquence relative)

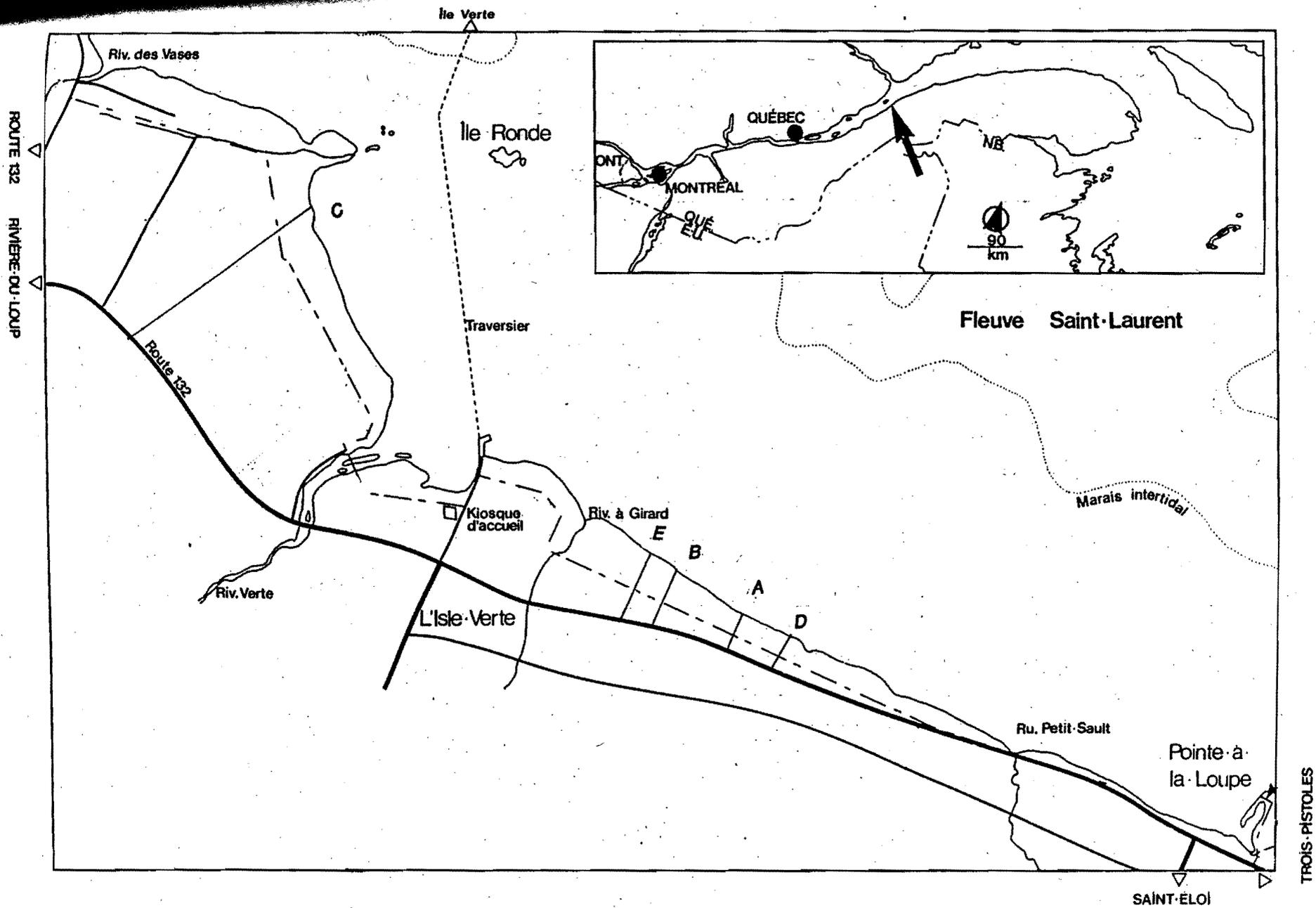
CAPA	SPPA SPPA			SPPA SPPA PLMA			SPAL SPAL			FUSP					
	CACA	SPPE	HIOD	FERU	DENU	GLMA	ATHA	LINA	RUMA			SPCA	SAEU	SPAL	
30	19	7	26	11		7									52
1.7	1.6	0.6	2.4	0.8		5.3									
	9	2	9		7	43	16	7	2	2	11				102.
	3.2	1.1	4.8		3.3	10.4	9.3	9.5	3.5	4.0	9.8				
			7		20	20	47	23	3	3	13				137
			6.4		4.4	13.9	12.4	12.6	4.7	5.3	13.1				
				2	2	12	16	22	9	8	29	2			102
				1.5	3.3	10.3	9.3	9.5	3.5	4.0	9.7	45.6			
						8			31	12	15	15	19		100
						10.1			5.3	3.5	3.9	9.6	44.7		100
												17	83		100
												9.8	44.7		
									3				97	5	100
									3.9				44.7	11.8	
									3				71	26	74
									2.9				32.9	9.6	
													67	33	67
													29.8	7.8	
													60	40	60
													25.8	7.1	
30	28	10	42	13	29	91	81	83	31	35	65	399	105	893	

**FIGURE 5. Distribution des espèces
dans le marais salé de l'Isle-Verte**



**FIGURE 6. Distribution des groupements
dans le marais salé de l'Isle-Verte**

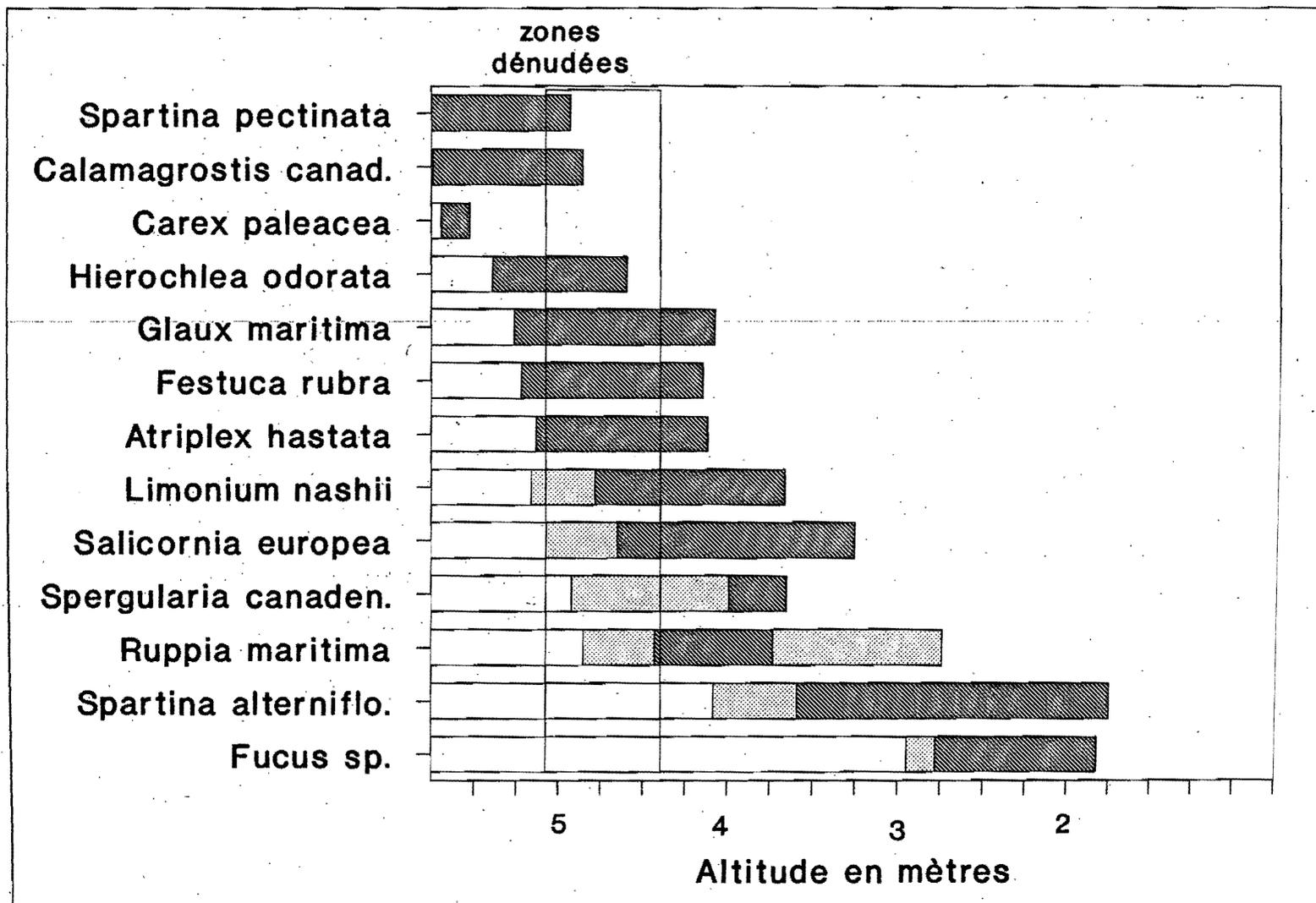




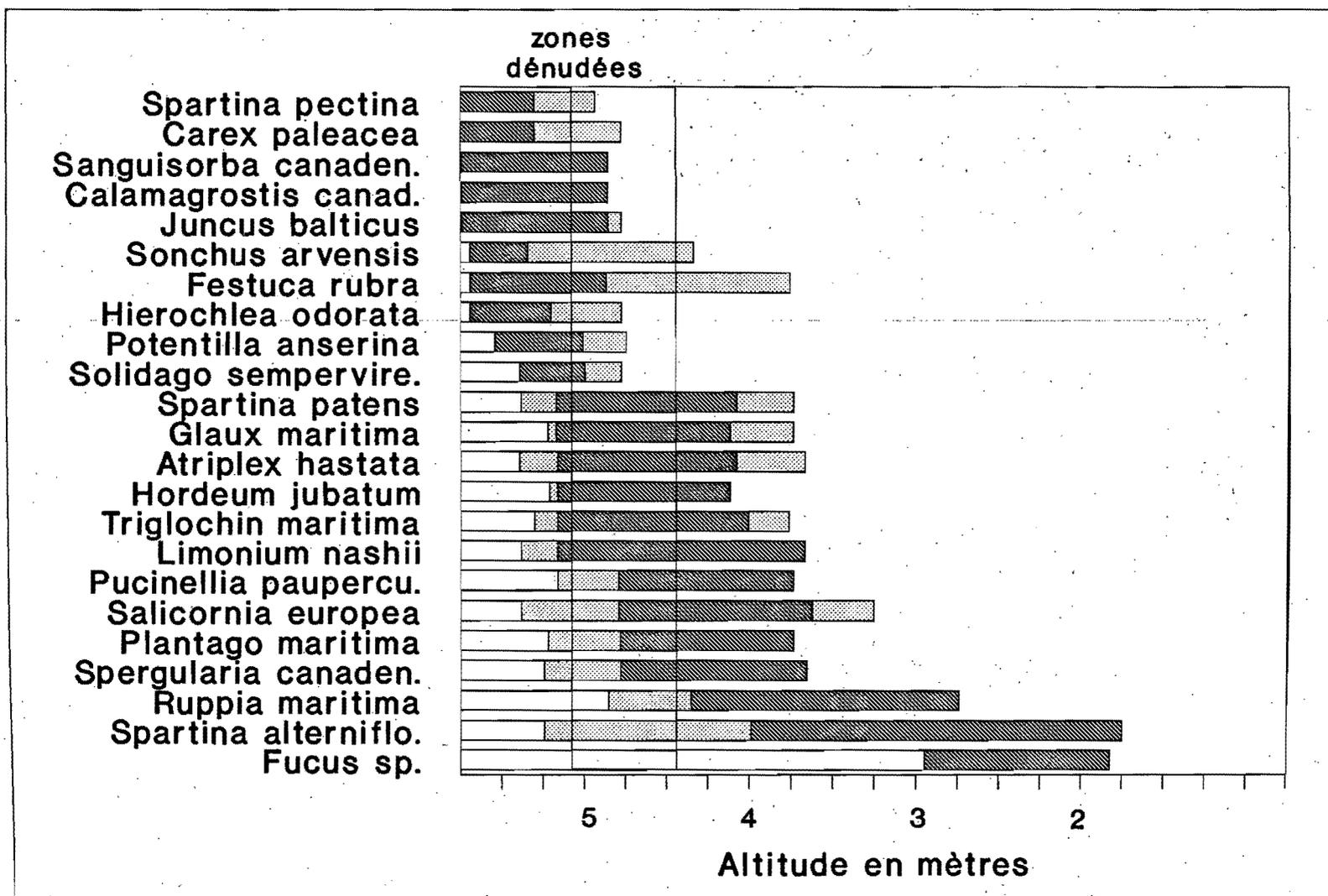
TROIS-PISTOLES

R.N.F. de la baie de L'Isle-Verte

**FIGURE 6. Distribution des groupements
dans le marais salé de l'Isle-Verte**



**FIGURE 5. Distribution des espèces
dans le marais salé de l'Isle-Verte**



CODES DES RELEVES UTILISES POUR TWINSPAN

NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE		
1	A 1	51	A 51	101	B 1	151	B	201	B	251	C	301	C
2	A 2	52	A 52	102	B 2	152	B	202	B	252	C	302	C
3	A 3	53	A 53	103	B 3	153	B	203	B	253	C	303	C
4	A 4	54	A 54	104	B 4	154	B	204	B	254	C	304	C
5	A 5	55	A 55	105	B 5	155	B	205	B	255	C	305	C
6	A 6	56	A 56	106	B 6	156	B	206	B	256	C	306	C
7	A 7	57	A 57	107	B 7	157	B	207	B	257	C	307	C
8	A 8	58	A 58	108	B 8	158	B	208	B	258	C	308	C
9	A 9	59	A 59	109	B 9	159	B	209	B	259	C	309	C
10	A 10	60	A 60	110	B 10	160	B	210	B	260	C	310	C
11	A 11	61	A 61	111	B 11	161	B	211	B	261	C	311	C
12	A 12	62	A 62	112	B 12	162	B	212	B	262	C	312	C
13	A 13	63	A 63	113	B 13	163	B	213	B	263	C	313	C
14	A 14	64	A 64	114	B 14	164	B	214	B	264	C	314	C
15	A 15	65	A 65	115	B 15	165	B	215	B	265	C	315	C
16	A 16	66	A 66	116	B 16	166	B	216	B	266	C	316	C
17	A 17	67	A 67	117	B 17	167	B	217	B	267	C	317	C
18	A 18	68	A 68	118	B 18	168	B	218	B	268	C	318	C
19	A 19	69	A 69	119	B 19	169	B	219	B	269	C	319	C
20	A 20	70	A 70	120	B 20	170	B	220	C	270	C	320	C
21	A 21	71	A 71	121	B 21	171	B	221	C	271	C	321	C
22	A 22	72	A 72	122	B 22	172	B	222	C	272	C	322	C
23	A 23	73	A 73	123	B 23	173	B	223	C	273	C	323	C
24	A 24	74	A 74	124	B 24	174	B	224	C	274	C	324	C
25	A 25	75	A 75	125	B 25	175	B	225	C	275	C	325	C

CODES DES RELEVES UTILISES POUR TWINS PAN

NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE
1		51		101		151		201			
2		52		102		152		202			
3		53		103		153		203			
4		54		104		154		204			
5		55		105		155		205			
6		56		106		156		206			
7		57		107		157		207			
8		58		108		158		208			
9		59		109		159		209			
10		60		110		160		210			
11		61		111		161		211			
12		62		112		162		212			
13		63		113		163		213			
14		64		114		164		214			
15		65		115		165		215			
16		66		116		166		216			
17		67		117		167		217			
18		68		118		168		218			
19		69		119		169		219			
20		70		120		170		220			
21		71		121		171		221			
22		72		122		172		222			
23		73		123		173		223			
24		74		124		174		224			
25		75		125		175		225			
26		76		126		176		226			
27		77		127		177		227			
28		78		128		178		228			
29		79		129		179		229			
30		80		130		180		230			
31		81		131		181		231			
32		82		132		182		232			
33		83		133		183		233			
34		84		134		184		234			
35		85		135		185		235			
36		86		136		186		236			
37		87		137		187		237			
38		88		138		188		238			
39		89		139		189		239			
40		90		140		190		240			
41		91		141		191		241			
42		92		142		192		242			
43		93		143		193		243			
44		94		144		194		244			
45		95		145		195		245			
46		96		146		196		246			
47		97		147		197		247			
48		98		148		198		248			
49		99		149		199		249			
50		100		150		200		250			

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION EN ALTITUDE DES ESPECES (fréquence absolue)

SPPE	SACA	CACA	SOSE	CAPA	SOAR	JUBA	HIOD	FERU	POAN	HOJU	TRMA	SPPA	ATHA	GLMA	LINA	SPCA	PLMA	PUPA	SAEU	RUM/	SPAL	FUSP	
14	4	4	3	11	10	2	18	13	7	2	1	9	3	3	3	2	1		9		1	120	
1.9	1.0	0.8	1.4	1.5	1.9	0.6	3.3	4.2	1.8	3.1	1.3	11.7	9.3	5.7	7.6	5.9	7.3		16.6		25.3		
1	4	2	7		2	2	7	10	4	7	5	36	29	17	16	10	16	11	36	1	26	249	
4.0	2.1	1.6	2.9		4.0	1.3	6.9	8.8	3.7	6.4	2.7	24.3	19.2	11.7	15.7	12.3	15.2	8.5	34.4	3.2	52.6		
			1	1	2	1	1	5	3	9		26	19	15	18	9	17	10	27	2	17	183	
			2.2	2.4	2.9	1.0	5.1	6.5	2.7	4.7		17.9	14.1	8.6	11.6	9.0	11.2	6.3	25.3	2.4	38.6		
					1			4		6	2	17	16	8	12	15	15	8	36	4	31	175	
					2.8			6.2		4.5	1.9	17.1	13.5	8.3	11.1	8.6	10.7	6.0	24.2	2.3	37.0		
								1			2	3	5	1	10	10	8	3	19	3	20	85	
								3.0			0.9	8.3	6.6	4.0	5.4	4.2	5.2	2.9	11.8	1.1	17.9		
																			2		18	20	
																			2.8		4.2		
																				1	41	2	44
																				0.6	9.3	0.7	
																				1	32	9	42
																				0.5	8.9	0.7	
																					11	3	14
																					3.0	0.2	
																						1	1
																						0.0	
15	8	6	11	12	15	5	26	33	14	24	10	91	72	44	59	46	57	32	129	12	197	15	933

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION EN ALTITUDE DES ESPECES (fréquence relative)

SPPE	SACA	CACA	SOSE	CAPA	SOAR	JUBA	HIOD	FERU	POAN	HOJU	TRMA	SPPA	ATHA	GLMA	LINA	SPCA	PLMA	PUPA	SAEU	RUM/	SPAL	FUSP	
48	14	14	10	38	34	7	52	45	24	7	3	31	10	10	10	7	3	31		3		414	
8.5	3.7	3.0	4.3	6.8	7.5	2.2	13.2	14.8	6.5	9.1	4.2	35.3	27.6	16.8	24.6	19.4	22.8	12.3	53.9	5.2	101.0		
2	8	4	14		4	4	14	20	8	14	10	72	58	34	32	20	32	22	72	2	52	498	
10.2	4.4	3.6	5.1		9.2	2.7	15.9	17.9	8.0	11.0	5.0	42.5	33.2	20.2	29.6	23.3	27.4	14.7	54.9	6.2	121.6		
			1	2	5	2	2	12	7	21		52	45	26	43	21	40	24	54	5	40	434	
			4.5	7.1	8.0	2.4	13.9	15.6	7.0	9.6		37.1	29.0	17.5	25.8	20.3	23.9	12.9	56.6	5.4	106.1		
					2			8		12	4	33	31	16	24	29	29	16	71	8	61	343	
					6.3			12.4		7.5	3.5	29.3	22.9	13.9	20.4	16.1	18.9	10.2	44.7	4.3	83.8		
								4			7	11	19	4	37	37	30	11	70	11	74	315	
								11.3			3.2	26.9	21.0	12.8	18.7	14.7	17.3	9.3	41.0	3.9	76.9		
																			11	0	100	111	
																			14.5		27.1		
																				2	100	5	107
																				1.3	26.2	2.8	
																				2	76	21	100
																				1.2	24.4	2.6	
																					52	25	117
																					28.5	3.0	
																						13	13
																						0.3	
50	22	18	25	40	45	13	78	88	39	54	25	209	163	99	146	115	135	73	319	31	599	64	2452

ANNEXE 3

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION DES GROUPEMENTS (fréquence absolue)

		SPPA SPPA			SPPA SPPA PLMA				SPAL SPAL					
CAPA	CACA	SPPE	HIOD	FERU	DENU	GLMA	ATHA	LINA	RUM/	SPCA	SAEU	SPAL	FUSP	
8	5	2	7	3		2								27
0.7	0.8	0.3	1.2	0.4		3.2								
	4	1	4		3	19	8	3	1	1	5			49
	1.5	0.5	2.1		1.5	5.7	4.9	4.7	1.8	1.6	4.9			
			2		6	6	14	7	1	1	4			41
			1.8		1.4	4.8	4.1	4.0	1.5	1.4	4.1			
				1	1	6	8	11	4	4	14	1		50
				1.5	1.7	5.8	5.0	4.8	1.8	1.7	5.0	15.3		
						2		8	3	4	4	5		26
						3.0		2.5	1.0	0.9	2.6	8.0		
											3	15		18
											1.8	5.5		
									1			38	2	41
									1.5			12.6	2.2	
										1		24	9	34
									1.2			10.4	1.8	
												6	3	9
												2.8	0.5	
												3	2	5
												1.5	0.3	
8	9	3	13	4	10	35	30	29	11	10	30	92	16	300

TABLEAU DE CONTINGENCE POUR LA DISTRIBUTION DES GROUPEMENTS (fréquence relative)

		SPPA SPPA			SPPA SPPA PLMA				SPAL SPAL					
CAPA	CACA	SPPE	HIOD	FERU	DENU	GLMA	AATHA	LINA	RUM	SPCA	SAEU	SPAL	FUSP	
30	19	7	26	11		7								52
1.7	1.6	0.6	2.4	0.8		5.3								
	9	2	8		7	43	18	7	2	2	11			102
	3.2	1.1	4.8		3.3	10.4	9.3	0.5	3.5	4.0	9.8			
			7		20	20	47	23	3	3	13			137
			6.4		4.4	13.9	12.4	12.9	4.7	5.3	13.1			
				2	2	12	16	22	8	8	29	2		102
				1.5	3.3	10.3	9.3	9.5	3.8	4.0	9.7	45.6		
						8		31	12	15	15	19		100
						10.1		9.3	3.5	3.9	9.6	44.7		
											17	83		100
											9.8	44.7		
									3		97	5		100
									3.9		44.7	11.8		
									3		71	26		74
									2.9		32.9	8.6		
											57	33		67
											29.8	7.9		
											60	40		60
											26.8	7.1		
30	26	10	42	13	29	91	81	83	31	35	85	399	105	893

CODES DES RELEVES UTILISES POUR TWINS PAN

NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE	NO	CODE
1	A1	51	A51	101	B1	151	B51	201	B101	251	C32	301	C82
2	A2	52	A52	102	B2	152	B52	202	B102	252	C33	302	C83
3	A3	53	A53	103	B3	153	B53	203	B103	253	C34	303	C84
4	A4	54	A54	104	B4	154	B54	204	B104	254	C35	304	C85
5	A5	55	A55	105	B5	155	B55	205	B105	255	C36	305	C86
6	A6	56	A56	106	B6	156	B56	206	B106	256	C37	306	C87
7	A7	57	A57	107	B7	157	B57	207	B107	257	C38	307	C88
8	A8	58	A58	108	B8	158	B58	208	B108	258	C39	308	C89
9	A9	59	A59	109	B9	159	B59	209	B109	259	C40	309	C90
10	A10	60	A60	110	B10	160	B60	210	B110	260	C41	310	C91
11	A11	61	A61	111	B11	161	B61	211	B111	261	C42	311	C92
12	A12	62	A62	112	B12	162	B62	212	B112	262	C43	312	C93
13	A13	63	A63	113	B13	163	B63	213	B113	263	C44	313	C94
14	A14	64	A64	114	B14	164	B64	214	B114	264	C45	314	C95
15	A15	65	A65	115	B15	165	B65	215	B115	265	C46	315	C96
16	A16	66	A66	116	B16	166	B66	216	B116	266	C47	316	C97
17	A17	67	A67	117	B17	167	B67	217	B117	267	C48	317	C98
18	A18	68	A68	118	B18	168	B68	218	B118	268	C49	318	C99
19	A19	69	A69	119	B19	169	B69	219	B119	269	C50	319	C100
20	A20	70	A70	120	B20	170	B70	220	C1	270	C51	320	C101
21	A21	71	A71	121	B21	171	B71	221	C2	271	C52	321	C102
22	A22	72	A72	122	B22	172	B72	222	C3	272	C53	322	C103
23	A23	73	A73	123	B23	173	B73	223	C4	273	C54	323	C104
24	A24	74	A74	124	B24	174	B74	224	C5	274	C55	324	C105
25	A25	75	A75	125	B25	175	B75	225	C6	275	C56	325	C106
26	A26	76	A76	126	B26	176	B76	226	C7	276	C57	326	C107
27	A27	77	A77	127	B27	177	B77	227	C8	277	C58	327	C108
28	A28	78	A78	128	B28	178	B78	228	C9	278	C59	328	C109
29	A29	79	A79	129	B29	179	B79	229	C10	279	C60		
30	A30	80	A80	130	B30	180	B80	230	C11	280	C61		
31	A31	81	A81	131	B31	181	B81	231	C12	281	C62		
32	A32	82	A82	132	B32	182	B82	232	C13	282	C63		
33	A33	83	A83	133	B33	183	B83	233	C14	283	C64		
34	A34	84	A84	134	B34	184	B84	234	C15	284	C65		
35	A35	85	A85	135	B35	185	B85	235	C16	285	C66		
36	A36	86	A86	136	B36	186	B86	236	C17	286	C67		
37	A37	87	A87	137	B37	187	B87	237	C18	287	C68		
38	A38	88	A88	138	B38	188	B88	238	C19	288	C69		
39	A39	89	A89	139	B39	189	B89	239	C20	289	C70		
40	A40	90	A90	140	B40	190	B90	240	C21	290	C71		
41	A41	91	A91	141	B41	191	B91	241	C22	291	C72		
42	A42	92	A92	142	B42	192	B92	242	C23	292	C73		
43	A43	93	A93	143	B43	193	B93	243	C24	293	C74		
44	A44	94	A94	144	B44	194	B94	244	C25	294	C75		
45	A45	95	A95	145	B45	195	B95	245	C26	295	C76		
46	A46	96	A96	146	B46	196	B96	246	C27	296	C77		
47	A47	97	A97	147	B47	197	B97	247	C28	297	C78		
48	A48	98	A98	148	B48	198	B98	248	C29	298	C79		
49	A49	99	A99	149	B49	199	B99	249	C30	299	C80		
50	A50	100	A100	150	B50	200	B100	250	C31	300	C81		

CODES DES ESPECES UTILISES POUR TWINSpan ET CANOCO

NO	CODE	NOM SCIENTIFIQUE	NO	CODE	NOM SCIENTIFIQUE
1	AGRE	<i>Agropyron repens</i>	26	JUBA	<i>Juncus balticus</i>
2	HOJU	<i>Hordeum jubatum</i>	27	SPPE	<i>Spartina pectinata</i>
3	SPPA	<i>Spartina patens</i>	28	SCSP	<i>Scutellaria sp.</i>
4	FERU	<i>Festuca rubra</i>	30	POSP	<i>Poa sp.</i>
5	SOAR	<i>Sonchus arvensis</i>	30	CAPA	<i>Carex paleacea</i>
6	PUPA	<i>Pucinellia paupercula</i>	31	SOSE	<i>Solidago sempervirens</i>
7	SAEU	<i>Salicornia europea</i>	32	ACMI	<i>Achillea millefolium</i>
8	SPCA	<i>Spergularia canadensis</i>	33	JUGE	<i>Juncus gerardii</i>
9	LINA	<i>Limonium nashii</i>	34	ENSP	<i>Enteromorpha sp.</i>
10	ATHA	<i>Atriplex hastata</i>	35	LASP	<i>Laminaria sp.</i>
11	RACY	<i>Ranunculus cymbalaria</i>	36	ASSP	<i>Aster sp.</i>
12	GLMA	<i>Glaux maritima</i>	37	CHHI	<i>Chiogenes hispidula</i>
13	RUMA	<i>Ruppia maritima</i>	38	SPSP	<i>Sphagnum sp.</i>
14	PLMA	<i>Plantago maritima</i>	39	RUSP	<i>Rumex sp.</i>
15	SPAL	<i>Spartina alterniflora</i>	40	HYVI	<i>Hypericum virginicum</i>
16	FUSP	<i>Fucus sp.</i>	41	MYGA	<i>Myrica gale</i>
17	ZOMA	<i>Zostera marina</i>	42	ALRU	<i>Ainus rugosa</i>
18	PHPR	<i>Phleum pratense</i>	43	COSE	<i>Convolvulus sepium</i>
19	VICR	<i>Viccia cracca</i>	44	HIOD	<i>Hierochlea odorata</i>
20	TRPR	<i>Trifolium pratense</i>	45	SCMA	<i>Scirpus maritimus</i>
21	CHLE	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	46	CAMA	<i>Carex mackenziei</i>
22	SACA	<i>Sanguisorba canadensis</i>	47	EPGL	<i>Epilobium glandulosum</i>
23	SPLA	<i>Spiraea latifolia</i>	48	POAN	<i>Potentilla anserina</i>
24	SMST	<i>Smilacina stellata</i>	49	LISC	<i>Ligusticum scoticum</i>
25	CACA	<i>Calamagrostis canadensis</i>	50	TRMA	<i>Triglochin maritima</i>

LÉGENDE

Amen. C.III.	=	19.8 ha
Fr	=	23.5 ha
Cu	=	386.8 ha
A11-IM1	=	4.1 ha
A11-FU	=	1.6 ha
A11-L	=	1.1 ha
A11-CC1	=	.5 ha
AG3	=	.5 ha
AG3-AT1	=	2.9 ha
AL1-C2	=	.6 ha
AL3-MG1	=	.9 ha
AG3-VC	=	3.1 ha
CO1-A11	=	1.1 ha
CO1-SA6	=	.3 ha
C60-J3	=	.7 ha
CC1-L	=	3.5 ha
C2-L	=	10.1 ha
CC1-PH	=	.7 ha
CC1-A11	=	2.5 ha
F2-SA6	=	2.1 ha
IM1-L	=	1.0 ha
L-SP3	=	2.8 ha
L-IM1	=	3.3 ha
L-CC1	=	8.8 ha
L-C2	=	7.9 ha
L-SA4	=	2.8 ha
L-FL1	=	2.9 ha
LO	=	2.8 ha
MG1-IM1	=	1.8 ha
MG1-T3	=	1.6 ha
MG1-L	=	1.9 ha
PC	=	0.4 ha
PH6-AG3	=	2.7 ha
PHL-POA ₃	=	2.3 ha
PH-AM	=	0.7 ha
PH	=	2.1 ha
PH-CC1	=	1.8 ha
PH-IM1	=	0.3 ha
PH-L	=	1.5 ha
SA3-SA4	=	16.1 ha
SA4	=	1.0 ha
SA4-CC1	=	0.5 ha
SA4-SA5	=	1.8 ha
SA4-SA6	=	1.6 ha
SA4-SP3	=	1.0 ha
SA6	=	3.4 ha
SA6-CO1	=	0.5 ha
SA6-F2	=	5.4 ha
SA6-IM1	=	1.1 ha
SA6-L	=	1.7 ha
SA6-PP2	=	1.3 ha
SA6-SP3	=	1.7 ha

SP3	=	11.2 ha
SP3-6	=	1.9 ha
SP3-C60	=	10.8 ha
SP3-J3	=	4.3 ha
SP3-L	=	7.4 ha
SP3-MG1	=	0.6 ha
SP3-MT	=	7.6 ha
SP5-SA3	=	0.6 ha
TOTAL	=	<u>597.3 ha</u>

C-9 = 1.8 ha

1-	=	0 ha
2- 1213	=	76.8 ha
3- 55	=	3.5 ha
4- 51	=	3.8 ha
5- 235	=	14.9 ha
6- 7569	=	479.0 ha
7- 296	=	18.7 ha
8- 59	=	3.8 ha
9- 132	=	8.3 ha
10- 95	=	6.0 ha
11- 32	=	1.9 ha
12- 967	=	61.2 ha
13- 1160	=	73.4 ha
14- 959	=	60.7 ha
15-	=	--
16- 24	=	1.5 ha
17- 610	=	38.6 ha
18- 299	=	18.9 ha
19- 519	=	32.8 ha
20- 345	=	21.8 ha
21- 22	=	1.4 ha
22- 32	=	2.0 ha
23- 233	=	14.7 ha
24- 332	=	<u>21.0 ha</u>

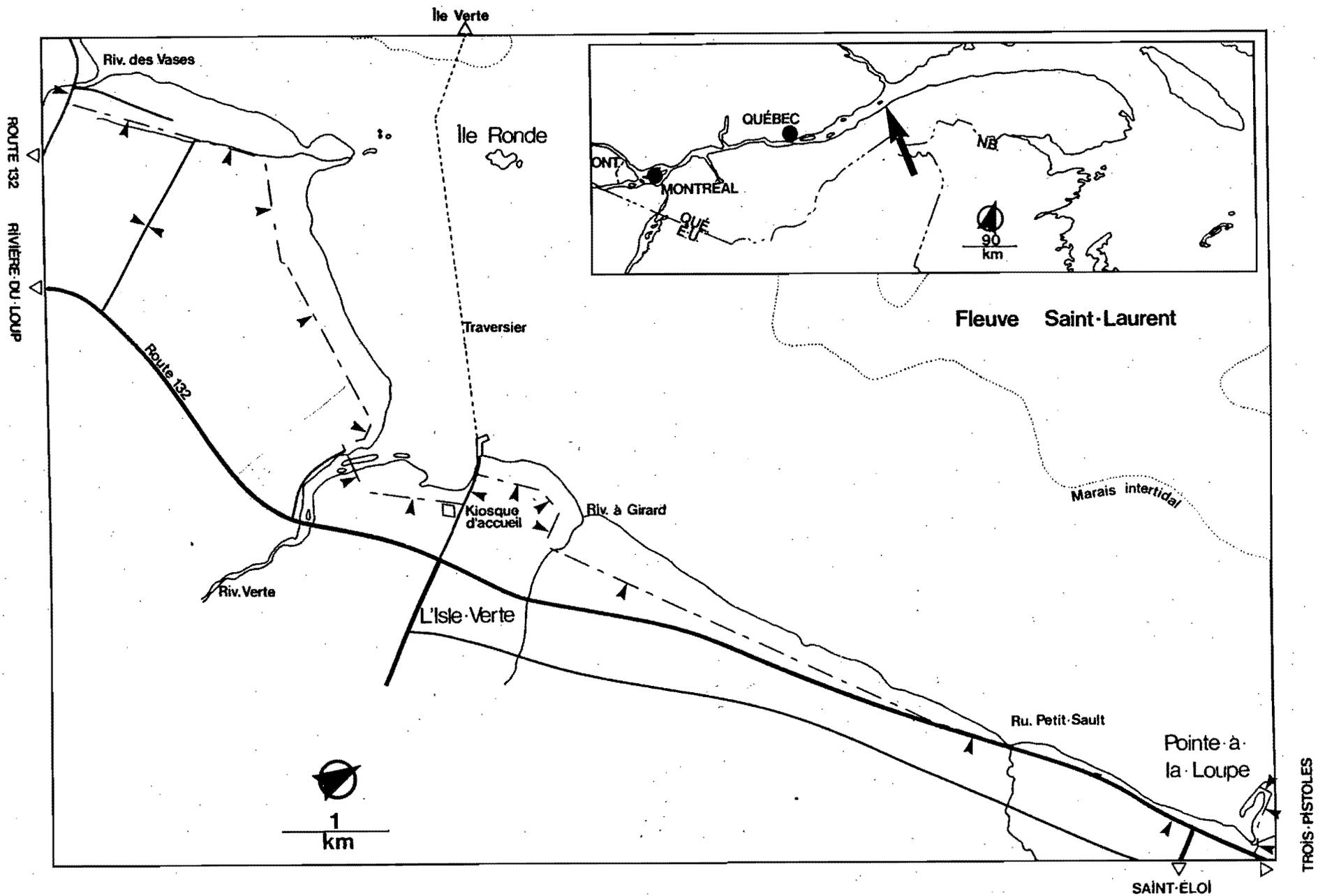
TOTAL = 966.5 ha

+ **TOTAL = 597.3 ha**

TOTAL = 1563.8 ha

= marais **834.1 ha**

GRAND TOTAL = 2397.9 ha



R.N.F. de la baie de L'Isle-Verte

TROIS PISTOLES

SAINT-ÉLOI