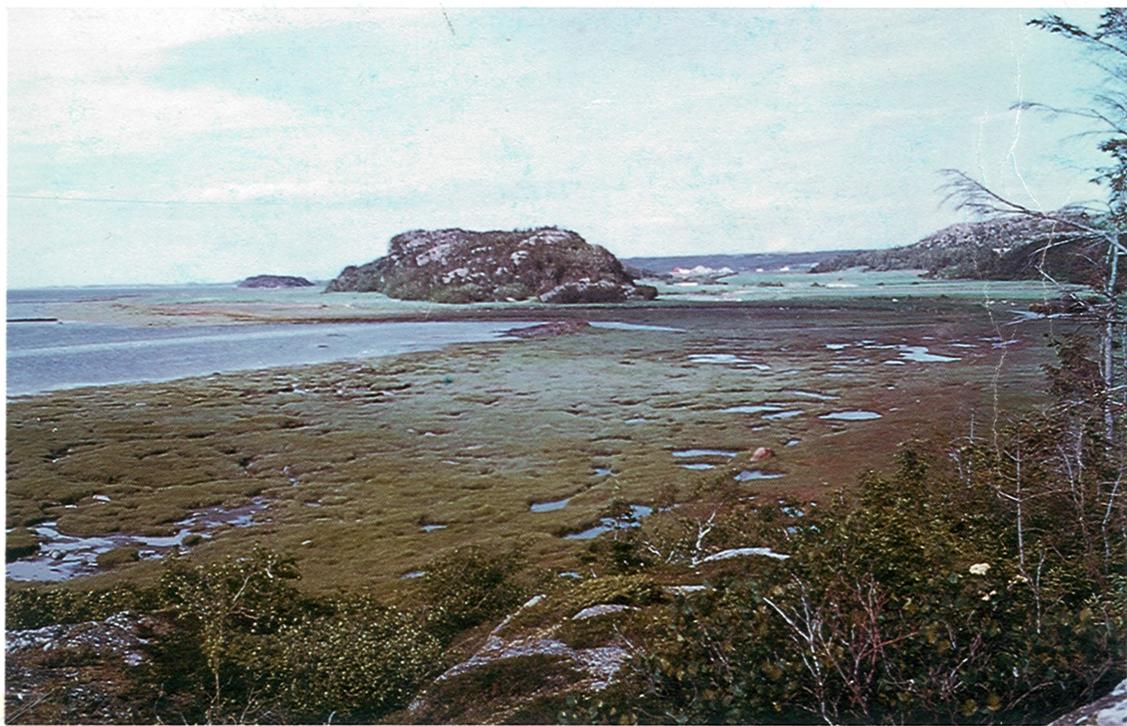


ESSAIS DE TRANSPLANTATION DE
ZOSTÈRE MARINE À L'ISLE-VERTE,
QUÉBEC (1990)



OK
938
.C6
L34

Rég. Québec Biblio. Env. Canada Library



38 002 366

Environnement
Canada

Service canadien
de la faune

Environment
Canada

Canadian Wildlife
Service

EL3600619J

ESSAIS DE TRANSPLANTATION DE
ZOSTÈRE MARINE À L'ISLE-VERTE,
QUÉBEC (1990)

Rapport présenté

au

Service canadien de la faune
Environnement Canada

par

Richard Lalumière

AVRIL 1991

SHOONER

Groupe Environnement Shooner inc.

40, rue Racine, Loretteville, Québec, G2B 1C6 • Téléphone: (418) 843-2759 • Télécopieur: (418) 843-6837



ÉQUIPE DE RÉALISATION

Service canadien de la faune

Responsables délégués : Denis Lehoux
Luc Bélanger

Groupe Environnement Shooner inc.

Chargé de projet : Richard Lalumière

Collaborateur : Louis Belzile

Travaux de terrain : Richard Lalumière
Louis Belzile
Carol Lépine
Claude Lemieux
Mario Savard
Nicolas Côté
Bernard Ostiguy
Alain Beauregard
Ian Shooner
Serge Shooner
Rudolf Havrenek
Jean-Guy Ladouceur
Gaétan Morissette

Cartographie : Christian Guay
Claire Thériault

Traitement de textes : Michelle Métivier
Nataly Aubert

TABLE DES MATIÈRES

	Page
ÉQUIPE DE RÉALISATION.....	i
TABLE DES MATIÈRES	ii
LISTE DES TABLEAUX, DES FIGURES ET DES ANNEXES	iii
LISTE DES PHOTOS.....	iv
1 INTRODUCTION.....	1
2 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES.....	2
2.1 Revue de la documentation.....	2
2.2 Contacts de personnes ressources.....	5
2.3 Essais préliminaires	6
2.4 Protocole retenu	9
2.5 Arpentage.....	11
2.6 Sédiments	11
2.7 Température, salinité et vitesse de courant	13
3 RÉSULTATS.....	14
3.1 Caractéristiques d'habitat des sites de transplantation.....	14
3.1.1 Pente	14
3.1.2 Sédiments.....	16
3.1.3 Température, salinité et vitesse du courant	18
3.1.4 Résumé	19
3.2 Résultats préliminaires.....	19
3.2.1 Essais préliminaires du 14 et 15 mai 1990.....	19
3.2.2 Site 1.....	22
3.2.2.1 Tourbes	22
3.2.2.2 Racines nues	27
3.2.3 Site 2.....	32
3.2.3.1 Tourbes	32
3.2.3.2 Racines nues	35
3.2.4 Résumé	37
3.2.5 Programme de suivi	37
4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	39
5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	42

LISTE DES TABLEAUX

	Page
TABLEAU 1. Quelques caractéristiques d'essais de transplantation de la zostère marine sur la côte est américaine (Adapté de Fonseca et coll., 1985)	4
TABLEAU 2. Mesures de la température et de la salinité de l'eau et de la vitesse du courant effectuées aux sites 1 et 2 et dans les environs (Isle-Verte, été 1990).....	13
TABLEAU 3. Profils de pente des sites de transplantation et des herbiers D-1 et D-2 (Isle-Verte, 1990)	16
TABLEAU 4. Résultats d'analyses de sédiments prélevés aux sites 1 et 2 et dans les herbiers D-1 et D-2 (Isle-Verte, 1990)	17
TABLEAU 5. Variations de température, de salinité et de vitesse de courant mesurées aux quatre sites de transplantation, dans les herbiers D-1 et D-2 et à proximité (Isle-Verte, 1990).....	18

LISTE DES FIGURES

	Page
FIGURE 1. Localisation approximative des quatre sites de transplantation de zostère marine dans la région de l'Isle-Verte (été 1990).....	8
FIGURE 2. Dispositif de transplantation de zostère marine aux quatre sites (1 à 4) de la région de l'Isle-Verte (1990)	10
FIGURE 3. Préparation d'une unité de transplantation à racines nues (adaptée de Fonseca et coll., 1985)	12
FIGURE 4. Profils de pente et élévations par rapport au zéro géodésique des quatre sites de transplantation de l'Isle-Verte	15
FIGURE 5. Modèle conceptuel préliminaire de la présence de zostère marine dans l'estuaire du Saint-Laurent	40

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1. Guide de transplantation de la zostère marine.	
--	--

LISTE DES PHOTOS

	Page
PHOTO 1. Essais préliminaires 14 et 15 mai 1990. Vue des tourbes lors de leur transplantation (feuilles très courtes).....	20
PHOTO 2. Essais préliminaires du 14 et 15 mai 1990. Vue de quelques transplants le 19 septembre 1990. Les feuilles sont longues et vertes et les rhizomes se sont propagés	21
PHOTO 3. Autre vue des essais du 14 et 15 mai 1990. Il est possible de voir de nouvelles tiges émanant de la croissance des rhizomes (19 septembre 1990).....	21
PHOTO 4. Essais préliminaires du 14 et 15 mai. Vue de quelques tourbes le 3 avril 1991. Elles ont bien survécu pendant l'hiver. Les plants sont prêts à débiter leur croissance annuelle	22
PHOTO 5. Vue des 50 tourbes provenant de l'herbier D-2 et plantés au site 1 au printemps 1990. (Photo prise le 30 mai 1990).....	23
PHOTO 6. Vue des tourbes de la photo 5, 84 jours après leur transplantation, soit le 21 août 1990. Succès de 100%: bonne croissance des feuilles, propagation des rhizomes et présence de tiges reproductrices.....	23
PHOTO 7. Vue des tourbes le 19 septembre 1990, soit 113 jours après leur transplantation. La couverture est presque totale.....	24
PHOTO 8. Vue des tourbes le 3 avril 1991. Les effets de la saison froide sont évidents. À noter le pouvoir élevé de rétention des sédiments. Le site de transplantation forme une butte par rapport aux environs.....	24
PHOTO 9. Vue des tourbes plantées au site 1 en août (21 août 1990).....	25
PHOTO 10. Le 19 septembre 1990, les transplants n'affichaient pas une aussi bonne apparence que ceux du printemps. Il y a présence de plusieurs feuilles mortes.....	26
PHOTO 11. Autre vue des transplants d'été (tourbes) du site 1, le 19 septembre 1990. Même si les rhizomes se sont allongés, produisant de nouvelles tiges, il y a plusieurs feuilles mortes	26
PHOTO 12. Vue des transplants d'été (tourbes) du site 1, le 3 avril 1991. À noter la sédimentation élevée.....	27
PHOTO 13. Unités à racines nues provenant de l'herbier D-2 et plantées au site 1 (30 mai 1990).....	28
PHOTO 14. Unités à racines nues du site 1 au 21 août 1990. Deux mois et demi après leur transplantation, elles ont toutes survécu et montrent une bonne croissance en longueur des feuilles.....	28

LISTE DES PHOTOS (suite)

	Page
PHOTO 15. Le 19 septembre 1990, les unités à racines nues montrent une croissance supérieure à celle du 21 août et une meilleure problématique des rhizomes	29
PHOTO 16. Le 3 avril 1991, les unités à racines nues plantées au printemps 1990 sont dans un état comparable à celui des tourbes mises en terre à la même période	30
PHOTO 17. Unités à racines nues plantées au site 1 en août 1990	31
PHOTO 18. Le 19 septembre 1990, ces mêmes unités sont presque toutes mortes	32
PHOTO 19. Tourbes plantées au site 2 au printemps 1990. vue de leur état au 21 août 1990, soit 2 mois et demi après transplantation.....	33
PHOTO 20. Le 19 septembre 1990, les tourbes plantées au printemps sont en excellente condition et couvrent presque tout le quadrat	34
PHOTO 21. Tourbes de la photo 20 au 3 avril 1991	34
PHOTO 22. Unités à racines nues plantées au site 2 au printemps 1990.....	35
PHOTO 23. Au 21 août 1990, les unités à racines nues plantées au printemps étaient en excellente condition. À noter leur superficie beaucoup plus petite que celle des tourbes à leur gauche	36
PHOTO 24. Le 19 septembre 1990, les unités à racines nues plantées au printemps affichent un état très satisfaisant	36
PHOTO 25. Le 3 avril 1991, les unités à racines nues plantées au printemps 1990 sont en bon état	37

1 INTRODUCTION

Ce document fait état des essais de transplantation de zostère marine (*Zostera marina* L.) qui ont été effectués en 1990 dans la région de l'Isle-Verte. Il fait suite à un premier rapport décrivant les caractéristiques bioécologiques de quelques zostérais de l'estuaire du Saint-Laurent (Lalumière, 1991). Ces essais de transplantation ont été réalisés à la demande du Service canadien de la faune qui souhaite pouvoir développer cette technique d'aménagement afin de bonifier la qualité d'habitat de ses réserves nationales de faune ou encore celle de segments côtiers qui sont actuellement dépourvus de zostère, mais qui se prêteraient bien à l'introduction de cette espèce.

Le contenu du rapport est livré en trois volets distincts. Le premier présente les aspects méthodologiques, le second fait état des résultats préliminaires de l'opération alors que le dernier volet discute de l'ensemble de l'opération et formule des recommandations pour orienter la poursuite des travaux.

2 ASPECTS MÉTHODOLOGIQUES

Cette section passe en revue les diverses étapes qui ont conduit aux essais de transplantation, depuis la revue de la documentation jusqu'aux essais eux-mêmes.

2.1 Revue de la documentation

La transplantation de la zostère marine est une technique bien documentée. Une abondante documentation a été produite sur le sujet, surtout en ce qui a trait aux essais réalisés le long de la côte atlantique américaine (Fonseca et coll. 1985, etc.). Elle a été partiellement revue dans le cadre de cette étude afin d'orienter les travaux.

Le rapport produit par Fonseca et coll. (1985) résume bien la procédure à suivre, laquelle est particulièrement adaptée à la côte américaine. Cette procédure fait appel à l'évaluation à priori des sites à transplanter, à partir de mesures de six paramètres de l'habitat: la température et la salinité de l'eau, la profondeur (pénétration de la lumière), la vitesse du courant, la texture et la stabilité des sédiments. Sur cette base, ils recommandent que les transplantations soient effectuées:

- tôt en début de saison de croissance;
- dans un milieu où la salinité est supérieure à 20‰;
- en milieu subtidal, c'est-à-dire à une profondeur inférieure à la limite des basses mers extrêmes; la quantité de lumière incidente doit être $\geq 12,5\%$ PAR (Photosynthetic Active Radiation);
- là où le courant n'excède pas 1,2 m/s;
- là où les changements d'élévation de la surface des sédiments par rapport à un point géodésique donné n'excède pas $\pm 0,098$ cm/jour (i.e. un milieu relativement stable).

Quant à la qualité des sédiments, leur recommandation réfère à du matériel dragué et n'est pas pertinente dans le cadre de cette étude.

Ces auteurs soulignent toutefois que des transplantations effectuées à l'été et à l'automne ont également été fructueuses et méritent d'être considérées.

La revue de la documentation indique qu'il existe quelques techniques de transplantation dont les plus utilisées sont:

- les plants à racines nues (unités de transplantation comprenant une quinzaine de plants dont les rhizomes ont été lavés de tout sédiment);
- les tourbes (échantillons de 20 cm X 20 cm et de 20 cm de profond comprenant la matière verte et la rhizosphère, le tout conservé de la façon la plus intacte possible).

Le tableau 1 résume quelques caractéristiques de certains essais de transplantation effectués sur la côte est américaine et témoigne de la variabilité dans la superficie, la période, le pourcentage de survie, etc.

La revue de la documentation a donc permis de dégager les éléments suivants:

1. Il est préférable d'effectuer une évaluation des sites avant de procéder à de la transplantation;
2. Cette évaluation est basée sur des mesures de quelques paramètres de l'habitat;
3. Il existe des méthodes couramment utilisées: racines nues et tourbes;
4. L'utilisation de quadrats est privilégiée où les plants sont équidistants d'un mètre;
5. Il est préférable de transplanter en début de saison de croissance mais des taux de survie élevés ont été enregistrés pour des transplants d'automne.

TABLEAU 1. Quelques caractéristiques d'essais de transplantation de la zostère marine sur la côte est américaine (Adapté de Fonseca et coll. 1985).

ENDROITS	DATE DE LA TRANSPLANTATION	DIMENSION DES QUADRATS	NOMBRE D'UNITÉS DE TRANSPLANTATION	ESPACEMENT	% DE SURVIE DES PLANTS
Middle Marsh embayment	Octobre 1978	8 quadrats de 6 m X 6 m	49/quadrat; total de 392	1 mètre	72%
Middle Marsh embayment	Octobre 1981	1 quadrat de 9 m X 9 m	100	1 mètre	0%
Shackleford Shoal	Octobre 1979	1 quadrat de 9 m X 9 m	100	1 mètre	95%
Shackleford Shoal	Octobre 1981	3 rangées de 30 m	90	1 mètre	95%
Bigfoot Slough	Juillet 1981	1 quadrat de 9 m X 9 m	100	1 mètre	0%

2.2 Contacts de personnes ressources

Deux spécialistes de la zostère marine ont été consultés dans le cadre de cette étude:

- Dr. Richard Zimmerman
Hopkins Marine Center
Californie
- Dr. Paul Harrison
Université de la Colombie-Britannique

Ils ont respectivement effectués des essais de transplantation dans la baie Tomales, en Californie et dans la région de Vancouver. Les recommandations suivantes ont été formulées:

Dr. R. Zimmerman:

- préférable de recourir à la technique des tourbes (sediment core, turf) plutôt qu'à celle des plants à racines nues; intéressant d'effectuer les deux en parallèle;
- effectuer les plantations dans des quadrats de quelques mètres de côté en espaçant les plants de 1/2 mètre;
- effectuer les travaux en zone subtidale, à marée basse, en utilisant des cuissardes ou des habits de plongée;
- préférable d'effectuer le travail en début de saison de croissance mais intéressant de l'essayer en d'autres saisons;
- si les plants récoltés sont conservés pendant une nuit avant d'être plantés le lendemain, il faut les conserver dans l'eau de mer; celle-ci doit être changée régulièrement pour éviter l'anoxie;
- ne jamais laisser les plants à l'air libre pour éviter la dessiccation rapide.

Dr. P. Harrison:

- suggère l'utilisation des deux techniques en parallèle;
- ne recommande pas d'effectuer de la transplantation dans la zone intertidale;
- recommande l'utilisation de quadrats;
- il serait intéressant d'effectuer des essais avec les deux techniques à diverses périodes de l'année;
- ne recommande pas de transplanter dans la zone intertidale, des plants provenant de la zone subtidale.

Ces deux spécialistes admettent qu'il y a une grande variabilité dans les taux de survie, ce qui demeure encore largement inexpliqué. Il y a encore place pour de l'expérimentation.

2.3 Essais préliminaires

Comme l'échéancier de réalisation ne permettait pas d'effectuer une évaluation du site de transplantation telle que suggérée par Fonseca et coll. (1985), une visite de la zone d'étude a été réalisée les 14 et 15 mars 1990. Elle visait plusieurs objectifs:

1. Rechercher des sites propices à la transplantation;
2. Effectuer des essais préliminaires (tourbes et racines nues) afin d'évaluer leur faisabilité dans le contexte de l'Isle-Verte;
3. Localiser les herbiers donneurs;
4. Consulter quelques gens de la région sur la présence passée de la zostère à certains endroits.

C'est ainsi que tout le littoral sud de l'île Verte et celui depuis le quai de la rivière des Vases jusqu'à Pointe à la Loupe ont été sillonnés (Figure 1). Sur la base des connaissances déjà acquises sur la zostère à la baie James (Lalumière, 1986, 1987, 1988 et Lalumière et Belzile 1989, 1990), il nous est apparu faisable de procéder à des transplantations de zostère le long du littoral sud de l'île Verte, n'importe où entre les deux quais (voir Figure 1). En effet, le profil de la pente et la texture du substrat y paraissaient adéquats. Il en était de même à l'ouest de l'île Ronde (Figure 1).

Sur cette base, quatre sites de transplantation (sites 1 à 4) ont été choisis (Figure 1); deux à proximité de l'immense herbier de l'île Ronde et deux en rive sud de l'île Verte, là où il n'y a pas de zostère.

La possibilité de réussir des transplantations en marge de l'île Verte est bien réelle puisque des consultations auprès de Robert Michaud (Université du Québec à Rimouski, comm. pers.) et de M. Léo Fraser (résident de l'île Verte, comm. pers.) ont permis de confirmer, qu'à l'époque de son exploitation au début du siècle, la zostère y formaient de vastes herbiers, sur ce qu'on appelait alors les "devantures de l'île Verte" (Michaud, 1985).

Lors de cette visite de terrain, il nous est apparu évident qu'à l'Isle-Verte, les essais de transplantation devaient être circonscrits à l'intérieur de la zone intertidale et, au mieux, dans sa partie inférieure. Les raisons évoquées alors étaient les suivantes:

- à l'Isle-Verte, les herbiers existants sont majoritairement situés dans la zone intertidale; ceci suppose qu'en zone subtidale, les conditions hydrodynamiques deviennent rapidement défavorables à la colonisation de la zostère;
- l'amplitude des marées et la turbidité de l'eau freinent considérablement la colonisation de la zostère vers le large.

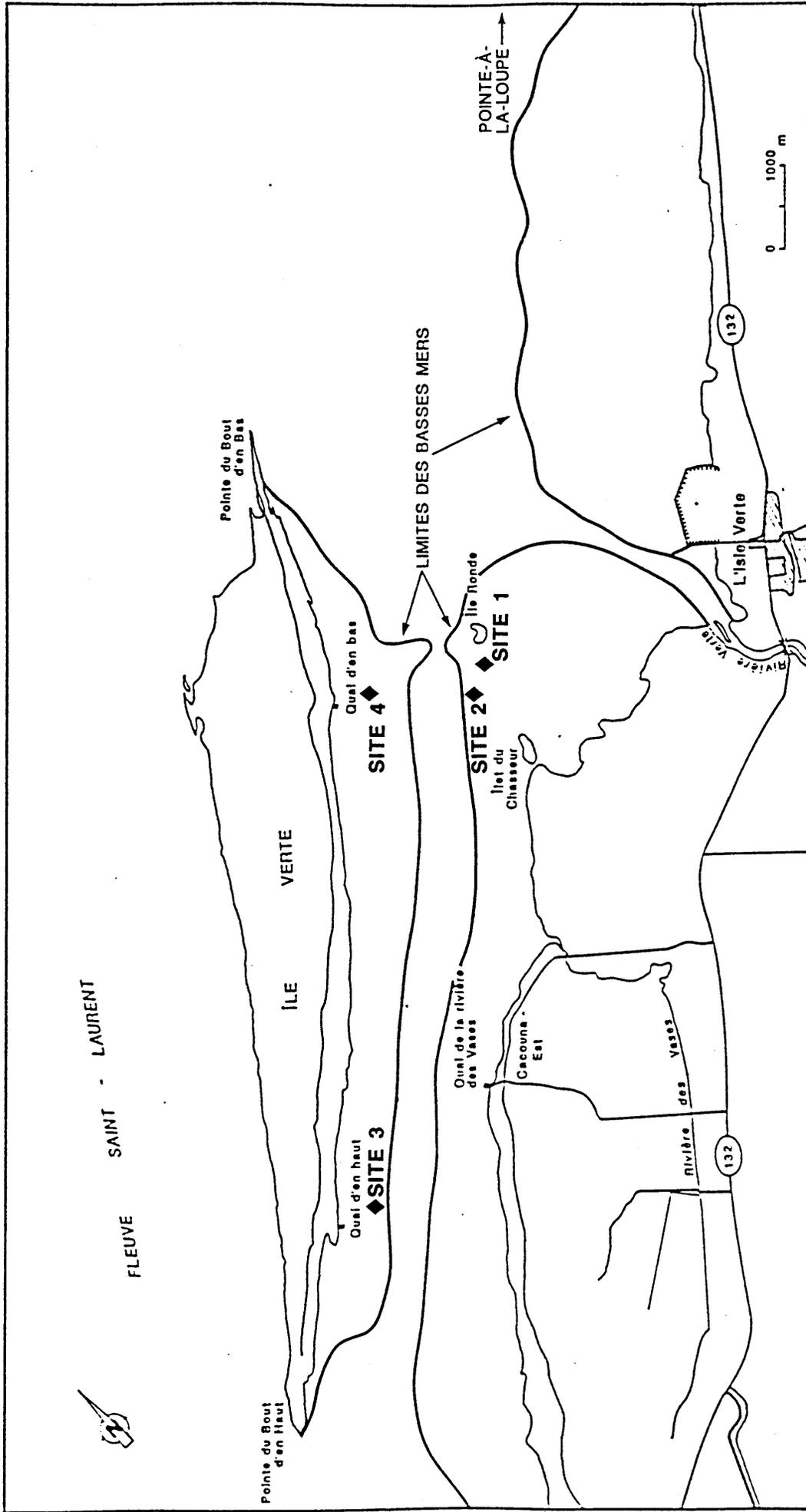


FIGURE 1. Localisation approximative des quatre sites de transplantation de zostère marine dans la région de l'Isle-Verte (été 1990).

Enfin, lors de cette visite, nous avons procédé à des essais préliminaires de transplantation:

Sites	Tourbes
1	16
2	6
3	6
4	6

Une visite subséquente effectuée le 24 mai 1990, soit dix jours après la transplantation, a permis de constater que tous les plants avaient survécu et paraissaient en bon état. Sur cette note encourageante, aucun site ne fut rejeté pour les essais subséquents.

2.4 Protocole retenu

Basé sur les considérations précédentes, le protocole d'essais de transplantation retenu est le suivant:

Périodes:

- printemps (28 au 31 mai)
- été (13 au 17 août)
- automne (15 au 20 octobre)

Techniques:

- tourbes
- racines nues

Quadrats:

- 1 quadrat de 5 m X 5 m/technique/période

Nombre d'unités
de transplantation:

- 50/technique/herbier donneur (objectif visé)

Espacement:

- 1/2 mètre

Herbiers donneurs:

- D-1 et D-2

La figure 2 illustre le protocole retenu.

SITE 1					
AUTOMNE		PRINTEMPS		ÉTÉ	
25* 50	25 50	50 50	50 50	50 50	50 50
D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2
Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues

SITE 2					
PRINTEMPS		ÉTÉ		AUTOMNE	
25 50	50 50	50 50	50 50	25 50	- 43
D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2
Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues

SITE 3					
PRINTEMPS		ÉTÉ		AUTOMNE	
20 20	20 20	50 50	50 50	- -	- -
D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	- -	- -
Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues

SITE 4					
PRINTEMPS		ÉTÉ		AUTOMNE	
25 10	25 25	50 50	50 50	25 50	12 25
D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2	D-1 D-2
Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues	Tourbes	Racines nues

D-1 et D-2: herbiers d'origine
 *25 nombre d'unités et transplantation

FIGURE 2. Dispositif de transplantation de zostère marine aux quatre sites (1 à 4) de la région de l'Isle-Verte (1990).

Tous les travaux de transplantation ont été effectués à marée basse, à la fin du baissant ou au début du montant, en périodes de vives-eaux, afin de profiter d'une plus longue période à découvert, à marée basse.

La collecte des tourbes et la préparation des unités de transplantation à racines nues s'effectuaient au cours d'une journée. Ces dernières étaient alors entreposées dans des bacs lestés en zone subtidale, pour être récupérées et transplantées le lendemain. Les récoltes n'ont donc jamais été soumises à la dessiccation.

La figure 3 illustre la préparation des unités de transplantation à racines nues. Au total, 1 670 tourbes ont été prélevées, dont 850 ont été transplantées directement, le reste (820) ayant été lavées des sédiments pour former les unités de transplantation à racines nues.

En considérant une superficie moyenne de $0,04\text{m}^2$ /tourbe, cela représente au total $66,8\text{ m}^2$, une quantité négligeable compte tenu qu'à, l'Isle-Verte, les herbiers de zostère couvrent environ 225 ha (Lalumière, 1991).

2.5 Arpentage

Le profil de pente des quatre sites de transplantation a été mesuré avec des instruments d'arpentage de haute précision. Les élévations sont exprimées par rapport au zéro géodésique.

2.6 Sédiments

Aux sites 1 et 2, quelques échantillons de sédiments ont été prélevés et conservés congelés jusqu'à leur analyse au laboratoire de pédologie de la faculté de Foresterie et de Géométrie de l'Université Laval.

Les analyses granulométriques ont été effectuées selon la méthode densimétrique de Boyoucos (1936). La teneur en matières organiques a été mesurée par la méthode de Walkley et Black (1934) et le pourcentage de matières organiques a été obtenu en multipliant le carbone organique par le facteur de Van Bremmelan, soit 1,724. La quantité d'azote a été déterminée au moyen de la méthode macro-Kjeldahl.

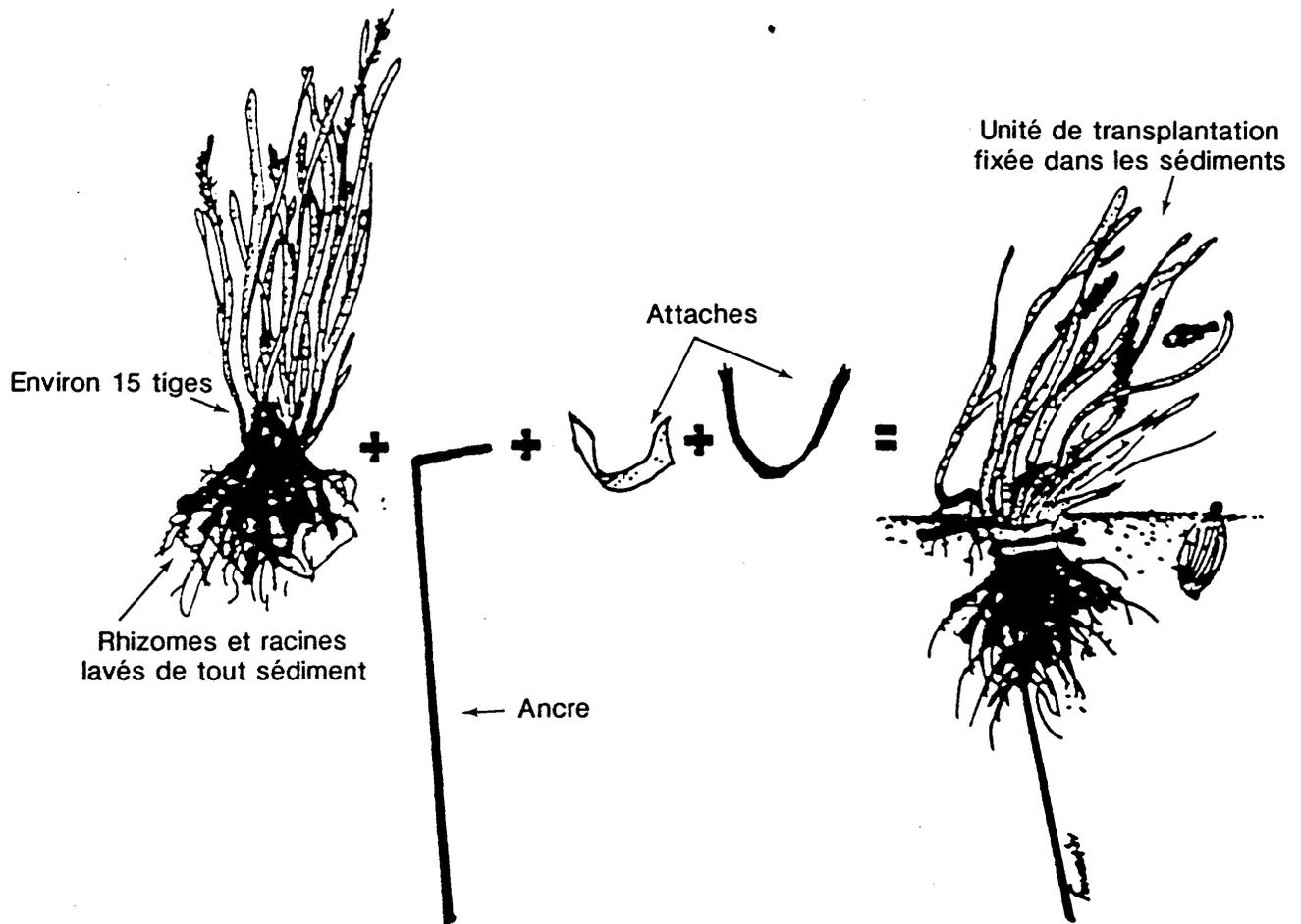


FIGURE 3. Préparation d'une unité de transplantation à racines nues (adaptée de Fonseca et coll. 1985).

2.7 Température, salinité et vitesse de courant

Le tableau 2 précise les détails relatifs à la prise de données de température (°C), de salinité (‰) et de vitesse de courant (m/s). Les déterminations de la température et de la salinité ont été effectuées avec un appareil YSI modèle 33 (précision $\pm 0^{\circ}\text{C}$ et $\pm 0,5\text{‰}$) alors que celles du courant ont été obtenues avec un courantomètre Montedoro-Whitney (modèle PVM-2A) en plusieurs points de la colonne d'eau (0,2H, 0,6H et 0,8H).

TABLEAU 2. Mesures de la température et de la salinité de l'eau et de la vitesse du courant effectuées aux sites 1 et 2 et dans les environs (Isle-Verte, été 1990).

STATIONS	DATE	FRÉQUENCE	ÉTAT DE LA MARÉE*
Site 1	05-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 07h45 à 17h45	<ul style="list-style-type: none"> • 7h30 à 10h30 fin du baissant; • 10h30 à 16h00 marée montante; • 16h00 à 18h00 début du baissant;
Site 2	05-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 07h45 à 18h00	<ul style="list-style-type: none"> • 7h30 à 10h30 fin du baissant; • 10h30 à 16h00 marée montante; • 16h00 à 18h00 début du baissant;
Chenal entre l'île Verte et l'île Ronde	05-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 07h30 à 18h00	<ul style="list-style-type: none"> • 7h30 à 10h30 fin du baissant; • 10h30 à 16h00 marée montante; • 16h00 à 18h00 début du baissant;
Site 3	04-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 08h00 à 15h30	<ul style="list-style-type: none"> • 08h00 à 10h00 fin du baissant; • 10h00 à 15h30 marée montante;
Chenal près du site 3	04-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 08h15 à 15h45	<ul style="list-style-type: none"> • 08h00 à 10h00 fin du baissant; • 10h00 à 15h30 marée montante;
Site 4	04-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 07h45 à 17h30	<ul style="list-style-type: none"> • 08h00 à 10h00 fin du baissant; • 10h00 à 15h30 marée montante;
Herbier D-2	05-09-90	Mesures à toutes les demi-heures de 07h30 à 18h00	<ul style="list-style-type: none"> • 7h30 à 10h30 fin du baissant; • 10h30 à 16h00 marée montante; • 16h00 à 18h00 début du baissant;

* Mesures effectuées en période de vives-eaux.

3 RÉSULTATS

Cette section présente successivement les caractéristiques d'habitat des sites de transplantation, les résultats préliminaires des essais de transplantation de même que les grandes lignes du programme de suivi.

3.1 Caractéristiques d'habitat des sites de transplantation

Comme nous n'avons pu évaluer à priori les caractéristiques physiques des sites de transplantation, il est intéressant de le faire à posteriori, de façon à pouvoir les comparer avec celles des zostérites limitrophes et de faire ressortir, le cas échéant, les principales distinctions.

3.1.1 Pente

Les transects d'arpentage effectués (Figure 4) ont permis d'établir le profil de pente des quatre sites de transplantation, tout en précisant leur position par rapport à la zone intertidale. Le tableau 3 compare ces données avec celles établies pour les deux herbiers donateurs (D-1 et D-2).

Il s'en dégage que les sites 2 à 4 occupent une position à l'intérieur de la zone intertidale comparable à celle de l'herbier D-1, alors que le site 1 occupe une position intermédiaire entre les herbiers D-1 et D-2.

Quant aux profils de pente, ils demeurent très faibles et fort comparables à ceux des herbiers. Le site 2 occupe une portion de la zone intertidale où le profil de pente varie de 0,1 à 0,2%. Au site lui-même, la pente se rapproche davantage de 0,1%.

TERRE

MER

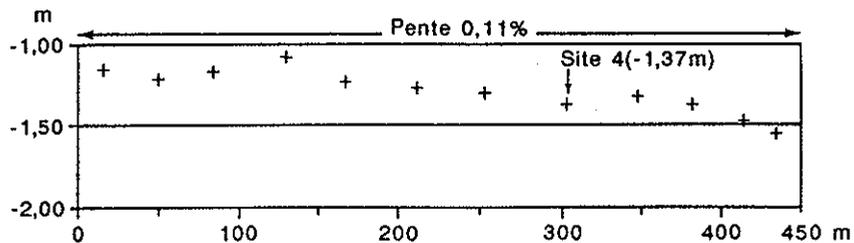
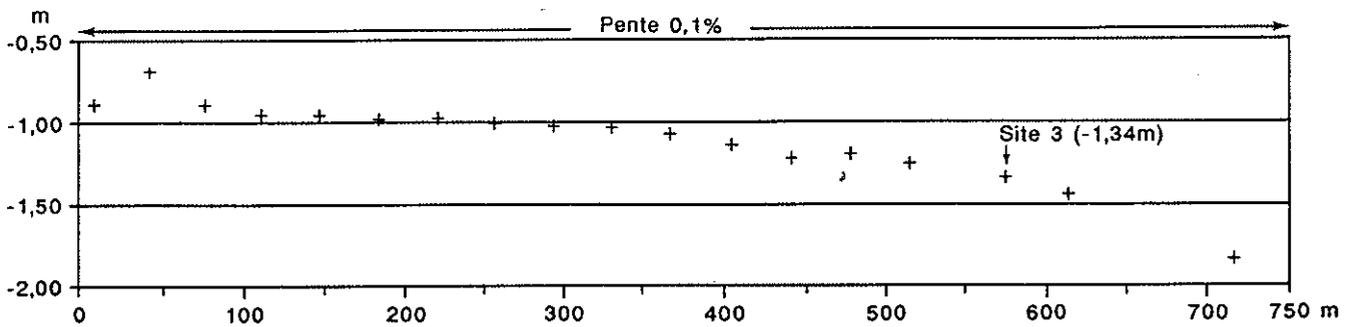
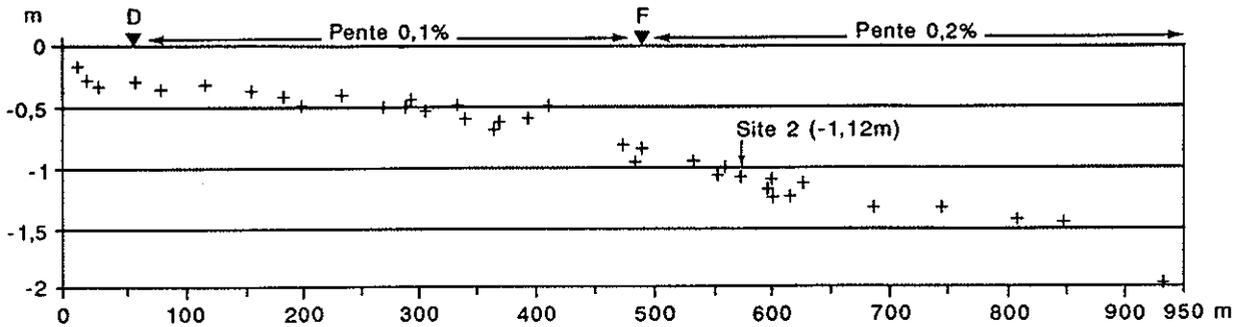
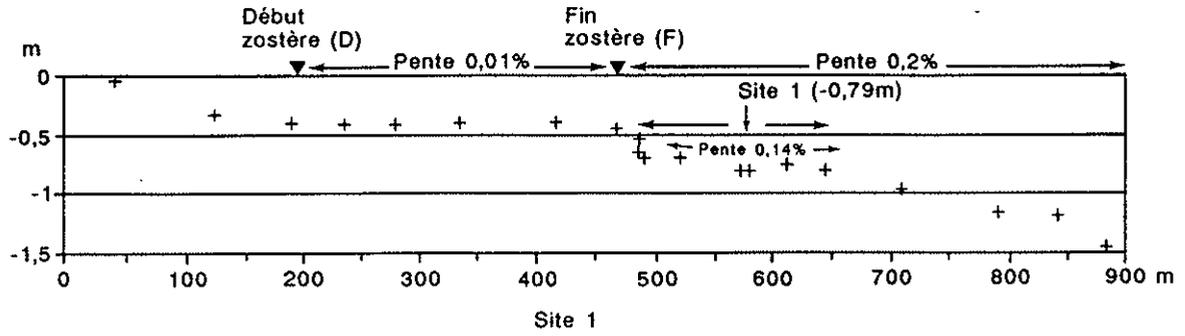


FIGURE 4. Profils de pente et élévations par rapport au zéro géodésique des quatre sites de transplantation de l'Isle-Verte.

TABLEAU 3. Profils de pente des sites de transplantation et des herbiers D-1 et D-2 (Isle-Verte, 1990).

STATIONS	PROFIL DE PENTE	ÉLÉVATION (M) PAR RAPPORT AU ZÉRO GÉODÉSIQUE*
Site 1	0,14%	- 0,79
Site 2	entre 0,1 et 0,2%	- 1,12
Site 3	0,1%	- 1,34
Site 4	0,1%	- 1,37
Herbier D-1**	0,1%	entre - 0,84 et 2,35 m
Herbier D-2	0,1%	entre -0,45 et -0,55 m

* Correspond au niveau moyen des mers.

** Les données des herbiers sont tirées de Lalumière (1991).

En conséquence, les profils de pente et la position des quatres sites à l'intérieur de la zone intertidale n'apparaissent pas du tout prohibitifs à l'établissement de la zostère. Leur choix, sur ces plans, s'avère donc relativement adéquat même s'il n'y a pas eu évaluation quantitative à priori.

3.1.2 Sédiments

Le tableau 4 compare la granulométrie et quelques paramètres chimiques des sédiments des sites 1 et 2 et des herbiers D-1 et D-2.

Il ressort du tableau 4 que les sédiments des sites 1 et 2 sont fort comparables à ceux des herbiers D-1 et D-2. L'absence de végétation aux sites 1 et 2 explique les valeurs légèrement plus faibles au niveau des teneurs en azote, en carbone et en matières organiques.

Il faut en conclure que les sédiments des sites 1 et 2 sont tout à fait propices à la croissance de la zostère marine.

TABLEAU 4. Résultats d'analyses de sédiments prélevés aux sites 1 et 2 et dans les herbiers D-1 et D-2 (Isle-Verte, 1990).

Stations	Sable (%)	Limon (%)	Argile (%)	Texture	%N	%C	C/N	%M.O.
<u>Herbier D-1</u>								
1	84,0	9,0	7,0	Sable loameux	0,050	0,7633	15,3	1,3159
2	60,0	21,0	19,0	Loam sableux	0,052	0,7460	14,3	1,2862
3	76,0	14,0	10,0	Loam sableux	0,069	0,9414	13,6	1,6230
X	73,3	14,7	12,0		0,057	0,8169	14,4	1,4083
σ	12,2	6,0	6,2		0,014	0,0108	0,9	0,1865
<u>Herbier D-2</u>								
1	77,0	6,0	17,0	Loam sableux	0,057	0,7043	12,4	1,2142
2	77,0	16,0	7,0	Sable loameux	0,061	0,5779	9,5	0,9962
3	81,0	12,0	7,0	Sable loameux	0,063	0,7474	11,9	1,2886
4	80,0	13,0	7,0	Sable loameux	0,049	0,4936	10,1	0,8510
5	79,0	14,0	7,0	Sable loameux	0,049	0,5977	12,2	1,0304
X	78,8	12,2	9,0		0,055	0,6242	11,2	1,0761
σ	1,8	3,8	4,5		0,007	0,1018	1,3	0,1756
<u>Site 1</u>								
1	57,0	16,0	27,0	Loam argileux-sableux	0,047	0,5677	12,1	0,9788
2	43,0	19,0	38,0	Loam argileux	0,048	0,5238	10,9	0,9030
3	82,0	9,0	9,0	Sable loameux	0,046	0,5431	11,8	0,9363
4	84,0	9,0	7,0	Sable loameux	0,043	0,4880	11,3	0,8412
5	85,0	8,0	7,0	Sable loameux	0,043	0,6244	14,5	1,0765
X	70,2	12,2	17,6		0,045	0,5494	12,1	0,9472
σ	19,1	5,0	14,2		0,002	0,1503	1,4	0,0881
<u>Site 2</u>								
1	88,0	5,0	7,0	Sable loameux	0,039	0,4624	11,8	0,7972
2	89,0	5,0	6,0	Sable	0,038	0,4378	11,5	0,7548
3	87,0	6,0	7,0	Sable loameux	0,043	0,4406	10,2	0,7596
4	78,0	8,0	14,0	Loam sableux	0,043	0,5135	11,9	0,8854
X	85,0	6,0	8,0		0,040	0,5135	11,9	0,8854
σ								

Les données des sites 3 et 4 sont manquantes à cet égard.

3.1.3 Température, salinité et vitesse du courant

Le tableau 5 résume la fourchette des valeurs de températures, de salinité et de vitesse de courant mesurées dans les herbiers D-1 et D-2, aux quatre sites de transplantation et dans le chenal entre l'île Verte et l'île Ronde.

TABLEAU 5. Variations de température, de salinité et de vitesse de courant mesurées aux quatre sites de transplantation, dans les herbiers D-1 et D-2 et à proximité (Isle-Verte, 1990).

STATIONS	TEMPÉRATURE DE L'EAU (°C)	SALINITÉ DE L'EAU (‰)	VITESSE DU COURANT (m/s)
Herbier D-1	10 à 20	21 à 26	0,02 à 0,39
Herbier D-2	7 à 24	17 à 26	0,01 à 0,31
Site 1	9 à 24	17 à 26	0,01 à 0,47
Site 2	8 à 20	22 à 24	0,01 à 0,63
Site 3	9 à 19	16 à 23	0,10 à 0,42
Site 4	8 à 19	20 à 25	0,00 à 0,51
Chenal entre l'île Verte a) et l'île Ronde b) (2 points de mesure)	7 à 14 9 à 13	22 à 25 20 à 23	0,33 à 0,97 0,16 à 0,91

Note: Les données couvrent un cycle de marée de vives-eaux.

Aux quatre sites de transplantation, la salinité de l'eau demeure toujours à l'intérieur de la fourchette de valeurs jugée optimale pour la croissance de la zostère (10 à 30‰, Phillips et Watson, 1984). De même, la température de l'eau et la vitesse du courant n'affichent pas de valeurs prohibitives pour la croissance de la zostère.

Il faut toutefois considérer que les valeurs de vitesse du courant sont relativement ponctuelles et ne sont qu'indicatives des conditions hydrodynamiques. À cet égard, il est souhaitable d'obtenir des données sur une plus longue période de temps.

Néanmoins, lors des mesures effectuées, on constate que les vitesses de courant des quatre sites de transplantation étaient comparables à celles des herbiers D-1 et D-2.

Elles se situent en deçà de la limite fixée par Fonseca et coll. (1985) pour la transplantation de la zostère (120 cm/s). À notre avis, cette vitesse est prohibitive et ne devrait pas servir de guide. Déjà à 75 cm/s, les conditions hydrodynamiques imposent une sérieuse contrainte à l'établissement d'un herbier continu.

3.1.4 Résumé

Il se dégage des considérations précédentes que les quatre sites de transplantation retenus sont favorables à la croissance de la zostère marine. Toutefois, les conditions hydrodynamiques particulières à chacun d'eau (encore peu documentées) détermineront largement le type d'herbier qui s'y développera (hauteur des plants, herbier continu ou discontinu, etc.).

3.2 Résultats préliminaires

Comme les premiers essais de transplantation ont été effectués en mai 1990, il a été possible de suivre leur évolution au cours des autres visites de terrain, soit en août et en septembre, de même qu'au printemps 1991. Cette section livre brièvement les résultats des observations effectuées aux sites 1 et 2.

3.2.1 Essais préliminaires du 14 et 15 mai 1990

Les photos 1 à 4 illustrent l'évolution des 16 tourbes plantées les 14 et 15 mai 1990 près du site 1.



PHOTO 1. Essais préliminaires 14 et 15 mai 1990. Vue des tourbes lors de leur transplantation (feuilles très courtes).

PHOTO 2. Essais préliminaires du 14 et 15 mai 1990. Vue de quelques transplants le 19 septembre 1990. Les feuilles sont longues et vertes et les rhizomes se sont propagés.

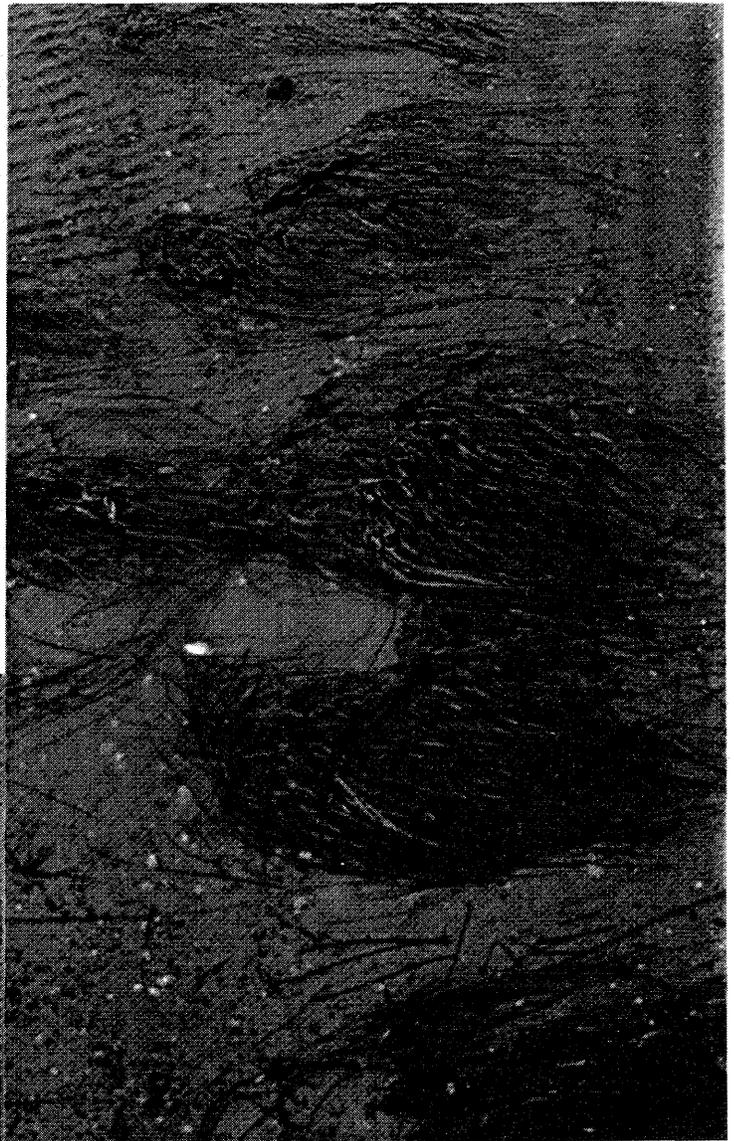
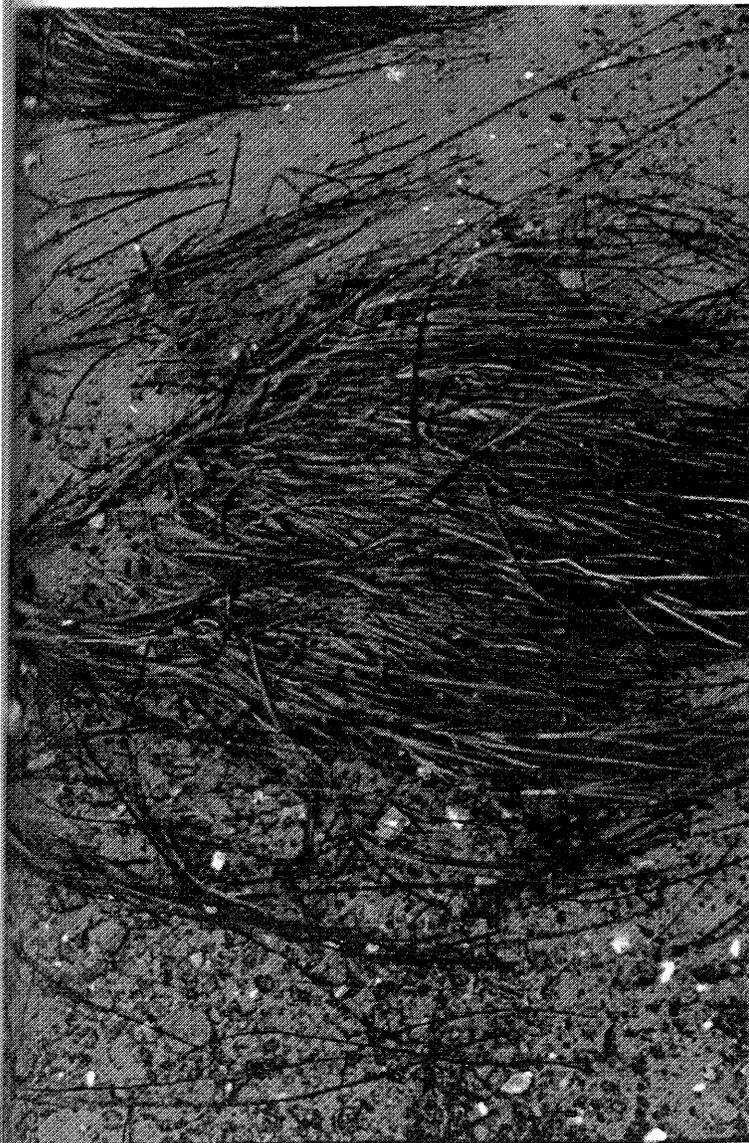


PHOTO 3. Autre vue des essais du 14 et 15 mai 1990. Il est possible de voir de nouvelles tiges émanant de la croissance des rhizomes (19 septembre 1990).

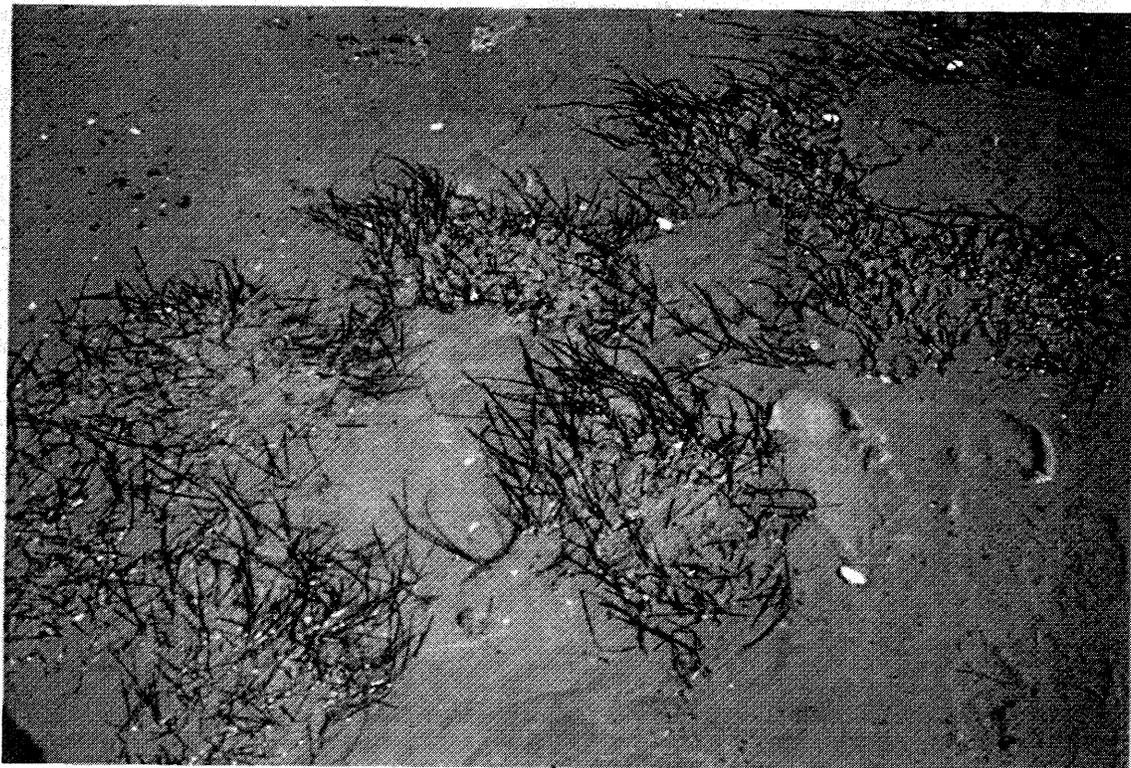


PHOTO 4. Essais préliminaires du 14 et 15 mai. Vue de quelques tourbes le 3 avril 1991. Elles ont bien survécu pendant l'hiver. Les plants sont prêts à débiter leur croissance annuelle.

Le 19 septembre 1990, soit 127 jours après leur transplantation, les 16 tourbes étaient en excellente condition. Les rhizomes s'étaient allongés et avaient produits de nouvelles tiges. Les feuilles affichaient une croissance en longueur comparable à celle des feuilles provenant de l'herbier donneur. Sans en avoir effectué le décompte, il y avait également présence de tiges reproductrices.

L'allure des plants lors de la visite printanière de 1991 est encourageante et laisse entrevoir une bonne saison de croissance.

3.2.2 Site 1

3.2.2.1 Tourbes

Les photos 5 à 8 illustrent l'évolution des tourbes prélevés dans l'herbier D-2 et plantés au site 1 au printemps 1990 (30 mai).



PHOTO 5. Vue des 50 tourbes provenant de l'herbier D-2 et plantés au site 1 au printemps 1990. (Photo prise le 30 mai 1990).

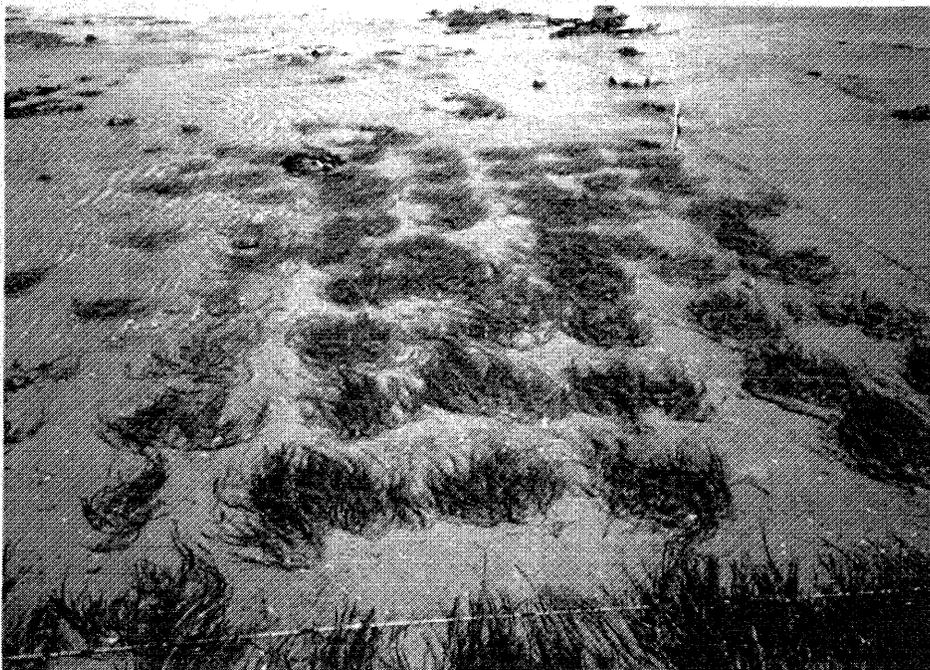


PHOTO 6. Vue des tourbes de la photo 5, 84 jours après leur transplantation, soit le 21 août 1990. Succès de 100%: bonne croissance des feuilles, propagation des rhizomes et présence de tiges reproductrices.



PHOTO 7. Vue des tourbes le 19 septembre 1990, soit 113 jours après leur transplantation. La couverture est presque totale.

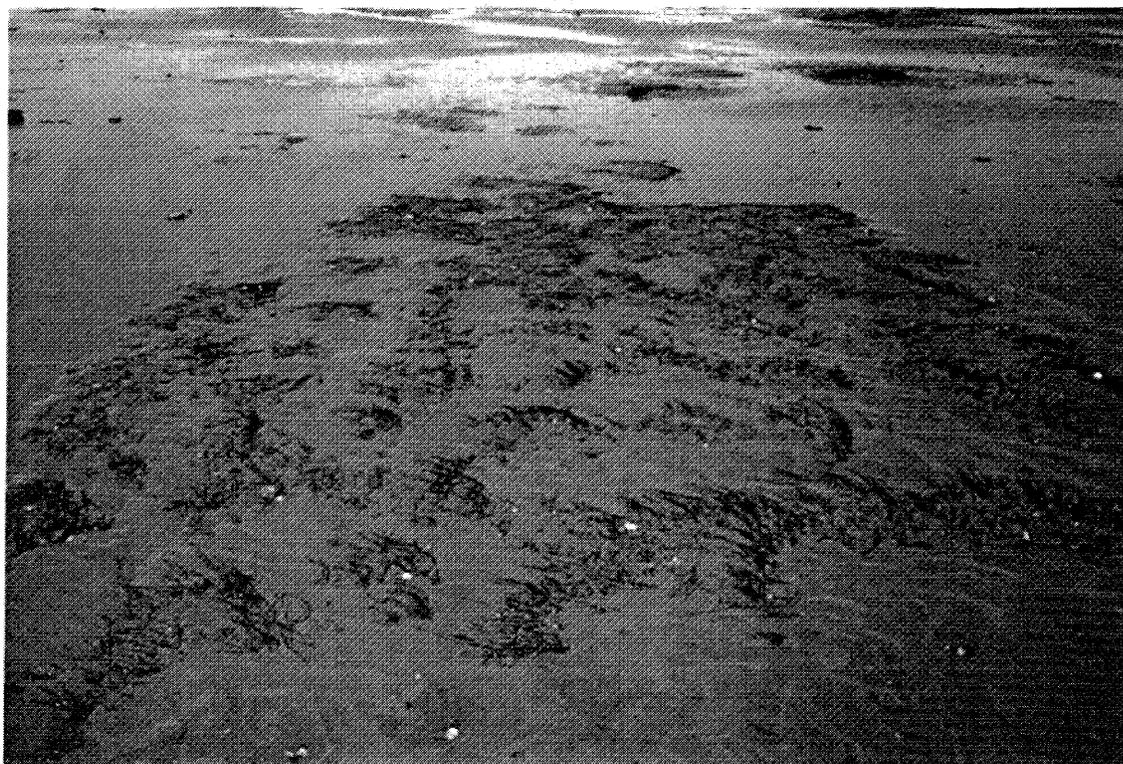


PHOTO 8. Vue des tourbes le 3 avril 1991. Les effets de la saison froide sont évidents. À noter le pouvoir élevé de rétention des sédiments. Le site de transplantation forme une butte par rapport aux environs.

Jusqu'en septembre 1990, les résultats étaient très positifs, le taux de survie atteignant 100%. Il sera intéressant de suivre la croissance des tourbes après le stress hivernal.

Les photos 9 à 12 illustrent pour leur part l'évolution des transplantations estivales de tourbes au site 1.



PHOTO 9. Vue des tourbes plantées au site 1 en août (21 août 1990).

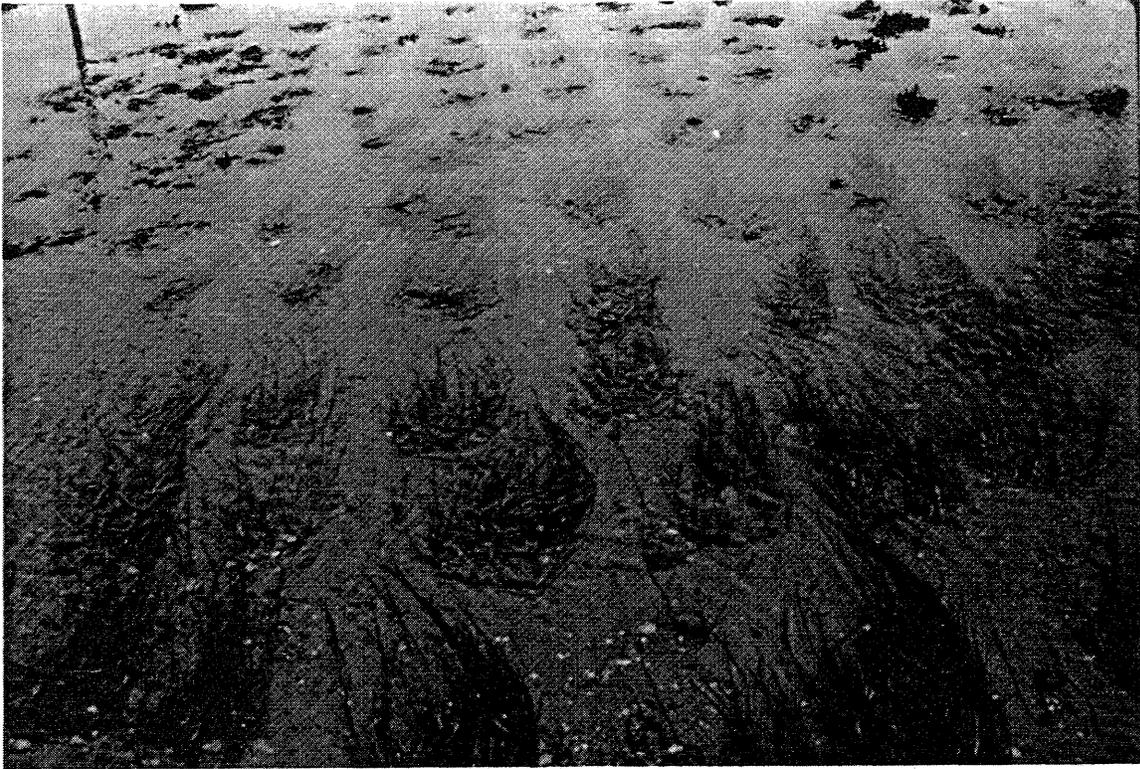


PHOTO 10. Le 19 septembre 1990, les transplants n'affichaient pas une aussi bonne apparence que ceux du printemps. Il y a présence de plusieurs feuilles mortes.



PHOTO 11. Autre vue des transplants d'été (tourbes) du site 1, le 19 septembre 1990. Même si les rhizomes se sont allongés, produisant de nouvelles tiges, il y a plusieurs feuilles mortes.



PHOTO 12. Vue des transplants d'été (tourbes) du site 1, le 3 avril 1991. À noter la sédimentation élevée.

Même si les tourbes plantées au mois d'août montraient des signes de mortalité en septembre, comparativement aux tourbes plantées au printemps, il faut reconnaître qu'après l'hiver, elles affichent une apparence comparable à ces dernières ce qui augure bien pour la prochaine saison de croissance.

3.2.2.2 Racines nues

Les photos 13 à 16 illustrent l'évolution des unités à racine nues plantées au printemps.



PHOTO 13. Unités à racines nues provenant de l'herbier D-2 et plantées au site 1 (30 mai 1990).



PHOTO 14. Unités à racines nues du site 1 au 21 août 1990. Deux mois et demi après leur transplantation, elles ont toutes survécu et montrent une bonne croissance en longueur des feuilles.



PHOTO 15. Le 19 septembre 1990, les unités à racines nues montrent une croissance supérieure à celle du 21 août et une meilleure prolifération des rhizomes.

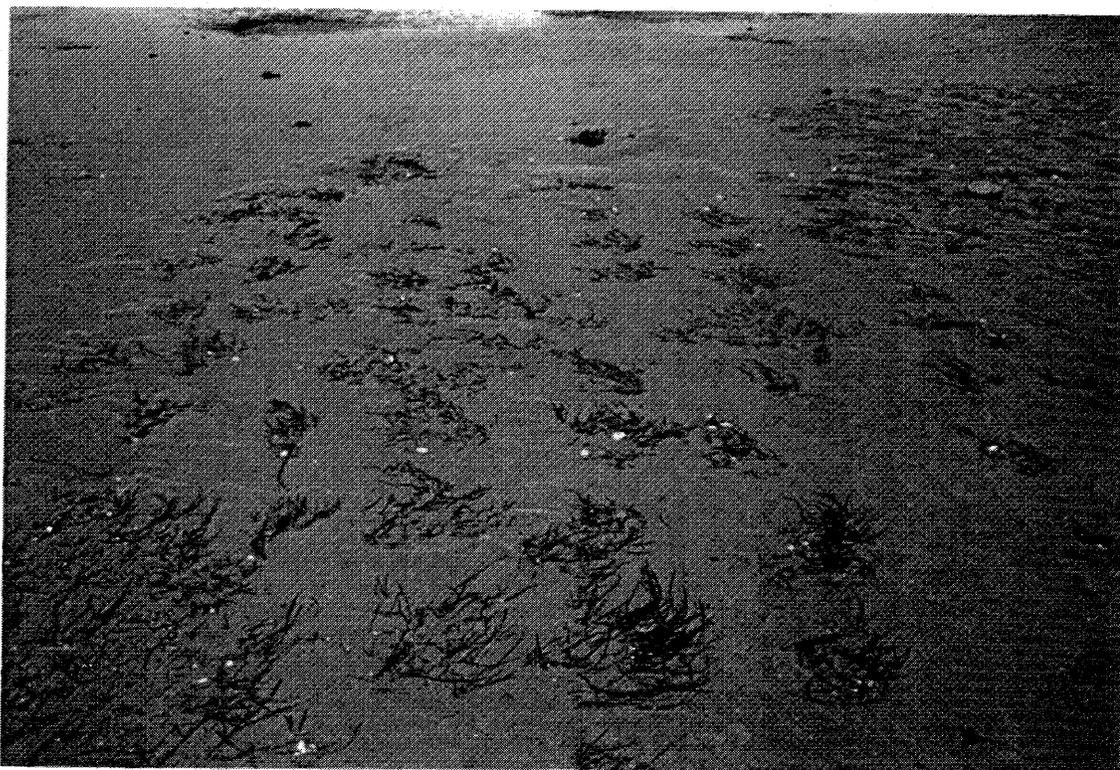


PHOTO 16. Unités à racines nues plantées au printemps 1990.

PHOTO 16. Le 3 avril 1991, les unités à racines nues plantées au printemps 1990 sont dans un état comparable à celui des tourbes mises en terre à la même période.

Enfin, les unités à racines nues plantées à l'été (Photo 17) étaient presque toutes mortes en septembre de la même année (Photo 18). Lors de la visite du 3 avril 1991, il n'y avait aucune trace de ces unités. Il faudra attendre à l'été pour voir si les rhizomes sont encore vivants et aptes à produire des tiges.



PHOTO 17. Unités à racines nues plantées au site 1 en août 1990.

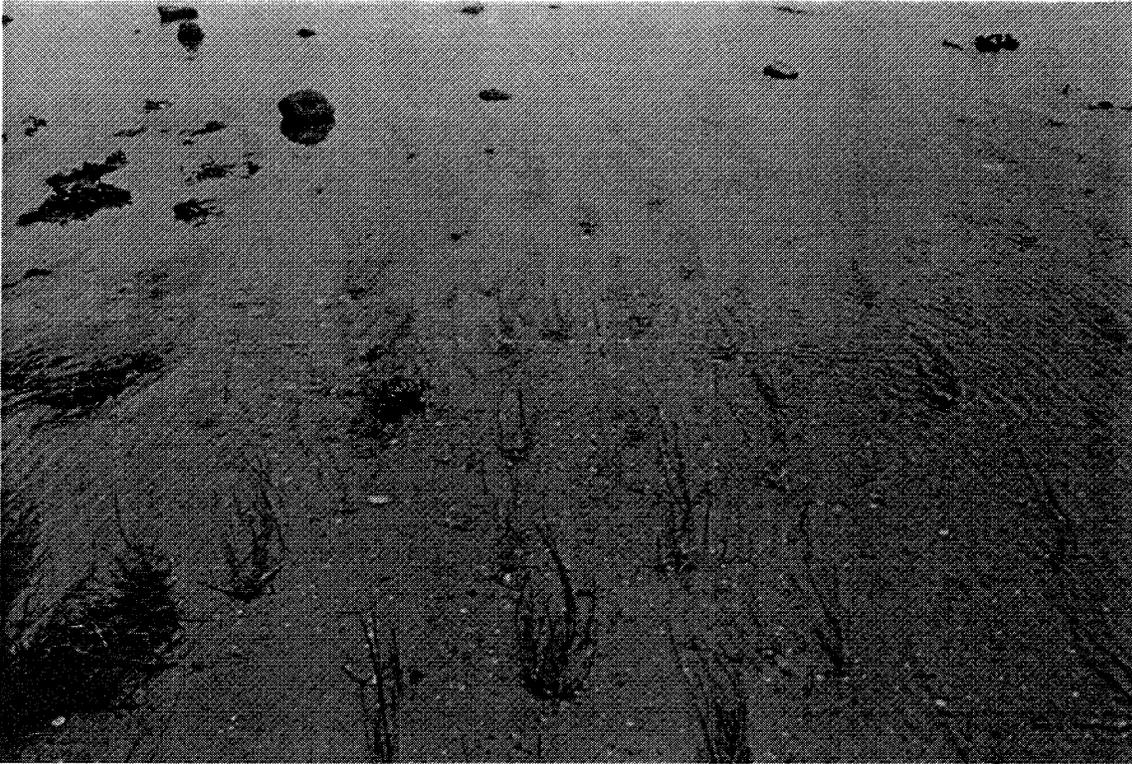


PHOTO 18. Le 19 septembre 1990, ces mêmes unités sont presque toutes mortes.

3.2.3 Site 2

3.2.3.1 Tourbes

Au 21 août 1990, les tourbes plantées au printemps montraient une excellente croissance, sans aucune mortalité (Photo 19). Le 19 septembre leur recouvrement s'était encore accru (Photo 20).



PHOTO 19. Tourbes plantées au site 2 au printemps 1990. vue de leur état au 21 août 1990, soit 2 mois et demi après transplantation.

Au printemps 1991, elles paraissaient avoir bien résisté à l'hiver et à l'action des glaces (Photo 21).



PHOTO 20. Le 19 septembre 1990, les tourbes plantées au printemps sont en excellente condition et couvrent presque tout le quadrat.

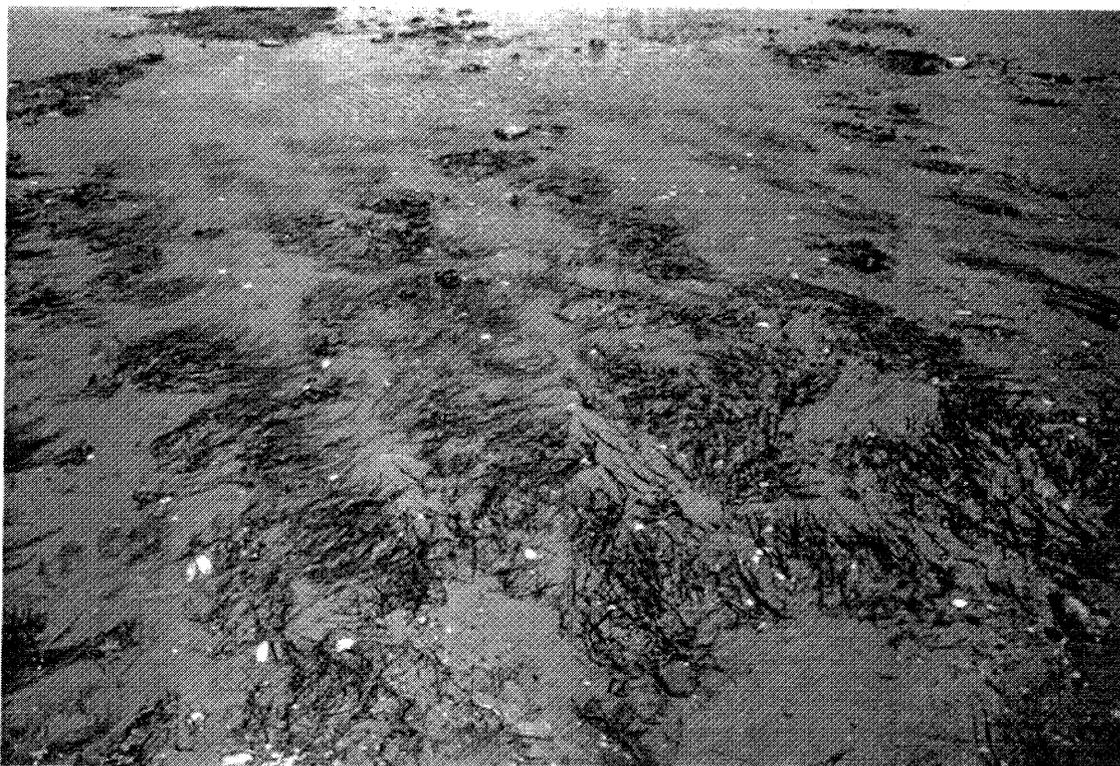


PHOTO 21. Tourbes de la photo 20 au 3 avril 1991.

3.2.3.2 Racines nues

La photo 22 illustre les unités de racines nues en provenance de l'herbier D-1 et plantées au site 2 au printemps 1990.



PHOTO 22. Unités à racines nues plantées au site 2 au printemps 1990.

En août leur taux de survie était de 100% comme l'illustre la photo 23. Les feuilles étaient toutes vertes et avaient considérablement allongé. En septembre, les résultats étaient encore meilleurs (Photo 24), alors qu'au printemps 1991, ces unités paraissaient avoir bien résisté à l'hiver et à l'action des glaces (Photo 25).



PHOTO 23. Au 21 août 1990, les unités à racines nues plantées au printemps étaient en excellente condition. À noter leur superficie beaucoup plus petite que celle des tourbes à leur gauche.



PHOTO 24. Le 19 septembre 1990, les unités à racines nues plantées au printemps affichent un état très satisfaisant.



PHOTO 25. Le 3 avril 1991, les unités à racines nues plantées au printemps 1990 sont en bon état.

3.2.4 Résumé

Bien que préliminaires, les résultats qui précèdent montrent que les transplantations du printemps affichent de bons résultats, qu'il s'agisse de tourbes ou de racines nues. Il faudra compléter les observations aux deux autres sites pour s'en assurer.

Les plantations estivales paraissent avoir plus de difficulté à survivre, particulièrement les unités à racines nues.

Quoique plus laborieuse, la technique des tourbes permet d'obtenir un meilleur recouvrement à court terme que celle à racines nues. Ceci dépend uniquement de leur superficie originale qui est largement supérieure.

3.2.5 Programme de suivi

À l'été 1991, il est prévu de procéder au suivi des essais de transplantation effectués à l'Isle-Verte. Le programme de suivi préconisé est simple et se résume comme suit:

À chaque site, il s'agira:

- de compter le nombre de tourbes et d'unités à racines nues encore vivantes, en tenant compte, évidemment, de la provenance des plants (D-1 ou D-2) et de la période de transplantation (printemps, été, automne);
- d'évaluer la densité des tiges reproductrices et végétatives à l'intérieur de chaque quadrat. Pour ce faire, des places-échantillons de 0,15 m² seront utilisées et le décompte sera effectué sans détruire les plants;
- de mesurer la longueur des feuilles;
- de mesurer en parallèle la densité des tiges reproductrices et végétatives des deux bancs donneurs de même que la longueur des feuilles.

À partir de ces données, il sera possible d'évaluer le taux de succès de l'opération et de préconiser une méthode particulière (tourbe ou racine nue, saison, etc.) pour d'éventuelles transplantations à plus grande échelle.

Le programme de suivi comprend également l'évaluation des effets du prélèvement des tourbes dans les bancs donneurs. Il s'agira de vérifier si les trous se sont comblés de sédiments et s'ils sont progressivement envahis par les rhizomes adjacents.

La prise de photographies est indispensable aux quatre sites.

4 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats des essais de transplantation de zostère marine à l'Isle-Verte permettent de tirer les conclusions suivantes:

- 1) Une évaluation des sites est nécessaire avant de procéder à de la transplantation. Par contre, cette évaluation n'a pas besoin d'être exhaustive (mesures détaillées de divers paramètres); les baies et les anses protégées de l'action directe des vagues et du vent, où le substrat est fin et où l'hydrodynamique littorale est faible constituent de bons sites potentiels. À ces endroits, où les processus de sédimentation dominant, la pente doit être très faible. La clef d'identification des segments littoraux (Lalumière, 1991) propices à la zostère constitue un guide fiable en ce sens (Figure 5);
- 2) L'utilisation des deux techniques de transplantation est facile et ne nécessite aucun personnel ou équipement spécialisé;
- 3) La rareté des bancs donneurs, tant en rive sud qu'en rive nord doit être prise en considération. L'éloignement du site de transplantation augmente les coûts de l'opération et les délais entre le prélèvement des tourbes et leur transplantation. Rappelons que ces délais doivent être tenus au minimum;
- 4) L'amplitude des marées dans l'estuaire du Saint-Laurent pose une contrainte aux opérations. L'équipement de plongée est de rigueur si la transplantation doit s'effectuer pendant une dizaine d'heures/jour;
- 5) La turbidité de l'eau par journée de grands vents ou encore après une tempête ne facilite pas le déroulement des opérations;
- 6) Sur la base des résultats préliminaires, l'utilisation de tourbes ou d'unités à racines nues est envisageable. La technique des tourbes est plus longue d'exécution mais fournit un meilleur recouvrement à court terme; la technique à racines nues est plus rapide mais ne produit pas une couverture élevée à court terme;

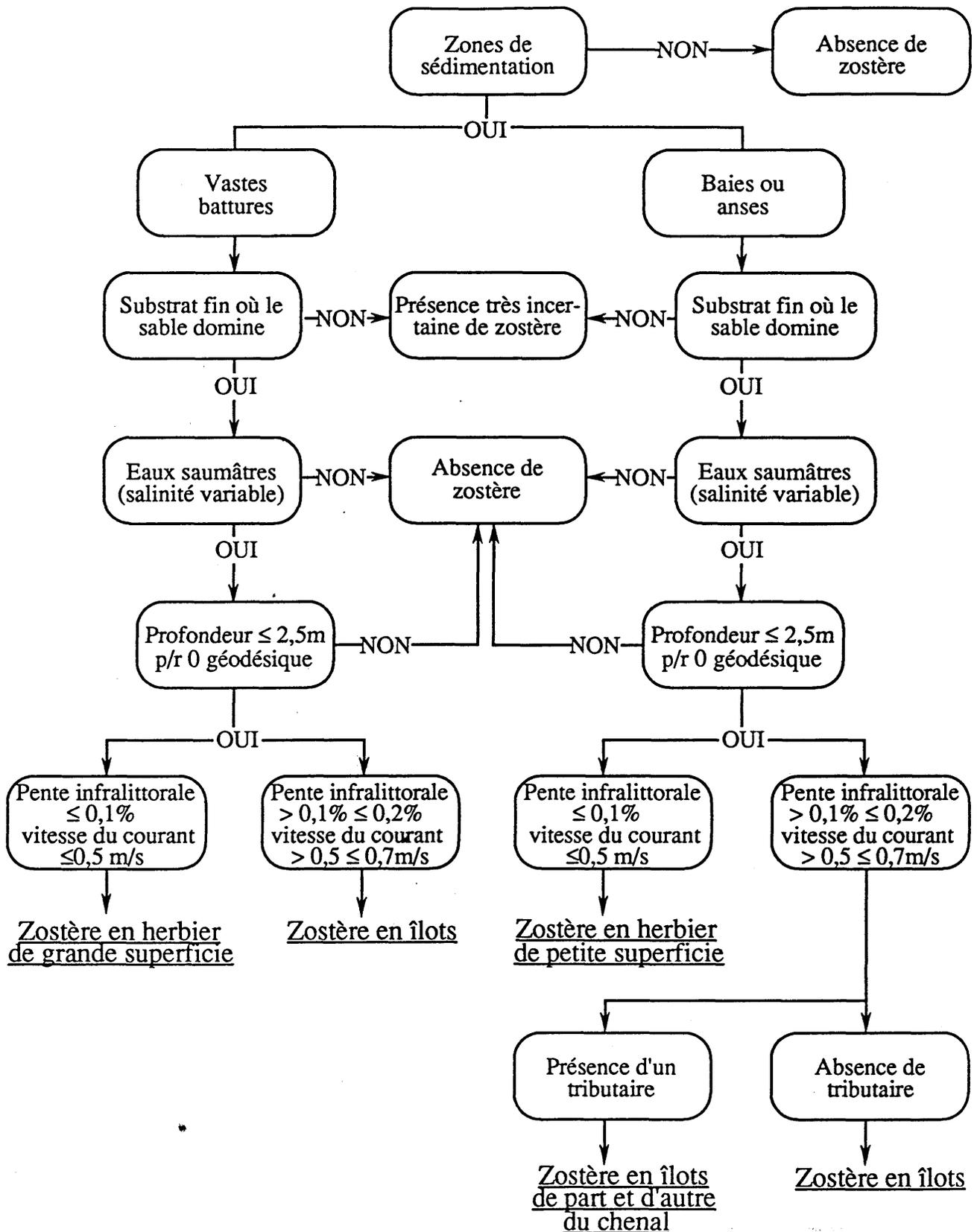


FIGURE 5. Modèle conceptuel préliminaire de la présence de zostère marine dans l'estuaire du Saint-Laurent (Adaptée de Lalumière, 1991).

Les recommandations suivantes sont formulées pour orienter les travaux futurs:

- les transplantations printanières sont à privilégier;
- la fertilisation des transplants a déjà été expérimentée aux États-Unis et a donné des résultats intéressants; des essais sont recommandés;
- la surveillance des opérations doit être confiée à du personnel compétent alors que l'exécution ne nécessite qu'un minimum de formation sur place;
- de tous les paramètres d'habitat, la vitesse du courant (conditions hydrodynamiques littorales) est le plus déterminant et exerce une influence directe sur le succès de toute opération; ce paramètre mérite d'être bien évalué (en période de vives-eaux) à priori;
- le suivi des essais de 1990 est essentiel pour tirer le maximum d'enseignements de l'opération.

Enfin, l'annexe 1 comprend les grandes lignes d'un guide de transplantation de la zostère. Il est provisoire et devra être modifié et complété à la lumière du suivi de 1991. Les coûts d'opérations y sont également discutés.

5 RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- FONSECA, M.S., KENWORTHY, W.J., THAYER, G.W., HELLER, D.Y. et K.M. CHEAP. 1985. Transplanting of the seagrasses *Zostera marina* and *Halodule wrightii* for sediment stabilization and habitat development on the east coast of the United States. Southeast Fisheries Centre, Beaufort Laboratory for the Department of the Army. Technical Report EL-85-9, 63 p.
- LALUMIÈRE, R. 1986. Étude de la zostère marine (*Zostera marina*) sur la côte est de la baie James - été 1986. Rapport de Gilles Shooner et ass. pour le compte du Service écologie (S.E.B.J.), Québec, 80 p. + annexes.
- LALUMIÈRE, R. 1987. Caractérisation bioécologique de quelques zostérites de la côte est de la baie James. Rapport de Gilles Shooner et ass. pour le compte du Service écologie (S.E.B.J.), Québec, 82 p. + annexes.
- LALUMIÈRE, R. 1988. Suivi des stations permanentes d'étude de la zostère marine sur la côte est de la baie James. Rapport de Gilles Shooner et ass. pour le compte du Service écologie (S.E.B.J.), Québec, 30 p. + annexe.
- LALUMIÈRE, R. 1990. Étude des herbiers de zostère marine de la côte est de la baie James. Étude complémentaire physico-chimique. Note technique du Groupe Environnement Shooner présenté au Service écologie (S.E.B.J.) non publié.
- LALUMIÈRE, R. 1991. Distribution et caractérisation bioécologique de quelques zostérites de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Rapport du Groupe Environnement Shooner inc. pour le Service canadien de la faune, région de Québec, 59 p.
- LALUMIÈRE, R. et L. BELZILE. 1989. Suivi des stations permanentes d'étude de la zostère marine sur la côte est de la baie James - été 1989. Rapport de Gilles Shooner et ass. pour le compte du Service écologie (S.E.B.J.), Québec, 30 p. + annexes.
- LALUMIÈRE, R. et L. BELZILE. 1990. Production de zostère marine à la station Kakassituq, côte est de la baie James - 1990. Rapport du Groupe Environnement Shooner inc. au Service écologie, S.E.B.J., 24 p.

ANNEXE 1

**Guide de transplantation
de la zostère marine
(version préliminaire)**

1 INTRODUCTION

Ce guide est destiné à tous ceux qui désirent procéder à des essais de transplantation de zostère marine dans l'estuaire du Saint-Laurent. Il est présenté comme une série d'étapes à franchir, dont la réalisation successive conduira aux objectifs visés.

2 ÉTAPES

2.1 Planification

- Bien définir les objectifs visés (quel est le recouvrement final désiré en m² ou en ha; quelle est la période de temps consentie pour atteindre cet objectif (quelques années, 5 ans, dix ans, etc.);
- ajuster les objectifs en fonction du budget;
- s'assurer que toute la planification soit terminée avant le printemps. Ceci comprend la sélection du ou des sites, le choix de la base des opérations, l'achat d'équipements, la réservation du matériel de plongée, etc.;
- identifier le ou les bancs donneurs et planifier les opérations en fonction de la distance les séparant du site de transplantation.;
- consulter la table des marées pour cibler les opérations en périodes de vives-eaux;
- embauche du personnel, réservation pour gîte et couvert.

2.2 Choix des sites de transplantation

- Les sites potentiels doivent présenter les caractéristiques d'habitats suivantes:
 - zones de sédimentation;
 - bonne protection de l'action directe des vagues et de vent;
 - profil de pente très faible;
 - substrat fin;
 - faible vitesse du courant.

S'il y a apport d'eau douce, via un tributaire, il faut éviter les chenaux d'écoulement de l'eau douce.

- Concentrer les activités dans la partie inférieure de la zone intertidale;

2.3 Visite préliminaire du site

- Cette visite est essentielle avant le début des opérations. Elle a pour but de se familiariser avec le site des travaux;
- bien localiser les accès de mise à l'eau des embarcations; bien évaluer le temps nécessaire aux déplacements;
- baliser les quadrats.

2.4 Équipements

- Embarcations et moteurs hors-bord;
- camion et roulette pour embarcations;
- pelles carrées;
- bacs de plastique pour entreposer les tourbes et les unités de transplantation;
- blocs de ciment ou pierres pour lester les bacs;
- cordes;
- habitats de plongée et cuissardes;
- balises flottantes (bouées);
- matériel pour préparation des unités à racines nues si requises (ancres de métal, attaches);
- coffre à outils;
- appareil photographique;
- matériel de sécurité (vestes de sauvetage, etc.);
- permis de circuler s'il s'agit d'une réserve nationale de faune;
- piquets de bois pour baliser les sites (2" x 2" x 4' de long);
- ruban phosphorescent;
- ancres pour embarcations.

2.5 Transplantation

- Les opérations débutent au banc donneur;
- la première journée est consacrée à la formation rapide du personnel et aux prélèvements des tourbes et à la préparation des unités à racines nues si requises;
- les tourbes et les unités de transplantation sont déposées dans les bacs de plastique avec soin pour ne pas briser les feuilles;
- les bacs sont toujours pleins d'eau de mer qui est changée régulièrement; à la fin de la journée les bacs sont lestés en zone subtidale pour la nuit;
- le second jour, les bacs sont récupérés (plein d'eau) et amenés au site de transplantation le plus rapidement possible où ils sont de nouveau lestés en zone subtidale;
- la transplantation débute aussitôt que possible jusqu'à épuisement des stocks;
- avec la pratique, il est possible de maximiser l'alternance du prélèvement et de la transplantation pour éviter que les tourbes prélevées soient plantées au plus tard dans les 24 heures suivant leur prélèvement; il ne faut donc pas trop prélever;
- à chaque transplantation, il s'agit de creuser un trou avec une pelle et d'y introduire la tourbe; après l'introduction il faut recouvrir les bords de sédiments et donner au tout un aspect naturel;
- il est suggéré de procéder par quadrat (superficie variable: 5 à 10 mètres de côté) avec un espacement de 0,5 m entre les transplants;

2.6 Suivi

- s'il s'agit d'une opération étalée sur plusieurs années, il est impératif d'effectuer un suivi afin d'évaluer le succès de la première année (peut se faire à l'automne de la même année);

3 COÛTS

La transplantation de zostère marine implique des coûts non négligeables. Aussi est-il préférable de confier cette opération à des organismes sans but lucratif, en autant que la supervision relève d'une personne-ressource d'expérience.

Il est recommandé de procéder avec une équipe de quatre personnes. Le budget suivant est considéré réaliste:

Salaire journalier: quatre étudiants x 10 h/jour x 8,00 \$/h x
0,15% d'administration: 368,00 \$/jour

Personne-ressource: 350 \$/jour

Pour récolter et planter de 800 à 1 000 tourbes, il faut 5 à 7 jours de terrain, selon les conditions météorologiques et les phases de marée. Dans la pire situation, il faudrait 7 jours pour 800 tourbes, ce qui représente:

7 jours x 368,00 \$/jour: 2 576,00 \$
3 jours pour la personne-ressource: 1 050,00 \$
ou 3 626,00 \$ de salaires pour 200 m² ou 8 quadrats de 25 m².

Ces coûts ne tiennent pas compte des dépenses inhérentes: gîte et couvert, location d'équipement, etc., lesquelles sont significatives. Pour une opération de 7 jours de terrain, il faut rajouter:

Location de camion et essence	:	1 000,00 \$
Gîte et couvert	:	1 500,00 \$
Location embarcations et moteurs	:	600,00 \$
Location d'équipements de plongée et achats (bacs, piquets, etc.)	:	<u>1 000,00 \$</u>
Total		4 100,00 \$

Comme ces chiffres sont préliminaires et méritent d'être validés, il est raisonnable de conclure que pour 200 m², les coûts d'opération sont de l'ordre de 8 000 à 10 000 \$.

Le coût des dépenses doit être pris en considération ce qui n'est pas toujours le cas dans la documentation existante.