

---

# Dynamique des habitats et des pressions périphériques dans les Réserves nationales de faune des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecœur, des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est

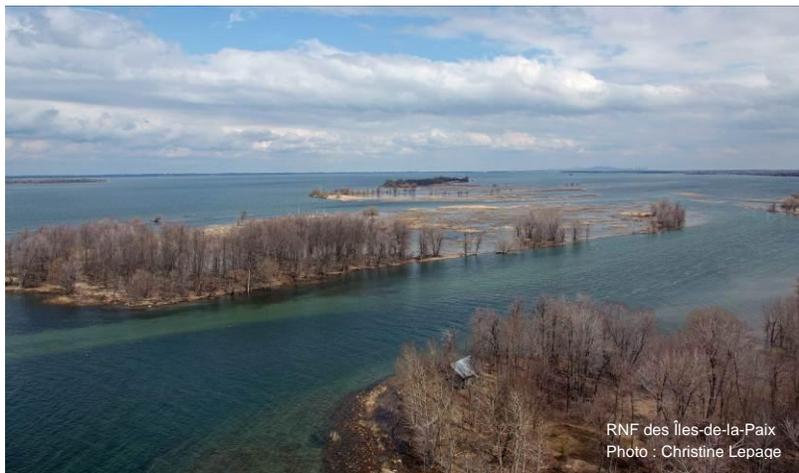
---

Sandra Labrecque et Benoît Jobin

---

Environnement Canada  
Service canadien de la faune  
Région du Québec  
Mars 2013

---



Environnement  
Canada

Service canadien  
de la faune

Environment  
Canada

Canadian  
Wildlife Service

Canada 

# Dynamique des habitats et des pressions périphériques dans les Réserves nationales de faune des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecœur, des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est

Ce document peut être cité comme suit:

Labrecque, S. et B. Jobin. 2013. Dynamique des habitats et des pressions périphériques dans les Réserves nationales de faune des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecœur, des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est. Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec. 81 p.

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires :

Environnement Canada  
Service canadien de la faune  
Région du Québec  
801-1550, avenue d'Estimauville  
Québec (Québec) G1J 0C3

## **Remerciements**

Nous remercions le personnel du SCF qui a participé au présent document soit Dominique Côté et Martine Benoit pour l'interprétation des photos aériennes, l'analyse préliminaire des données spatiales et leur soutien cartographique, Alexis Boyer-Gauthier pour la numérisation des polygones d'habitat, ainsi que Daniel Robitaille et Luc Bélanger pour leur appui au projet. Un merci particulier à Diane Dauphin, Jean-François Rail, Benoît Roberge et François Shaffer pour avoir commenté le présent document.

Nous remercions enfin l'équipe d'hydrologie du Service canadien de météorologie d'Environnement Canada, qui nous ont donné accès aux mosaïques de photographies aériennes géoréférencées.

## Résumé

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada est propriétaire de 8 Réserves nationale de faune (RNF) au Québec. Ces réserves ont été désignées dans les années 1970-1980 dans le but de protéger des habitats spécifiques aux oiseaux migrateurs tels les grands milieux humides servant d'haltes migratoire et/ou d'aires de reproduction. Une analyse de la dynamique des habitats et du changement survenu à l'occupation du sol entre deux périodes temporelles a été récemment réalisée pour quatre RNF (Lac-Saint-François, Cap-Tourmente, Pointe-au-Père, Baie-de-L'Isle-Verte) (Maheu-Giroux et coll. 2006). La présente étude vise à réaliser une même analyse pour les quatre autres RNF, soit celles des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecœur, des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est. Les périodes retenues correspondent sommairement aux années entourant ou précédant l'année de création des RNF (années 1960 et 1970) et aux données disponibles les plus récentes (années 1990 et 2000). La méthodologie utilisée varie en fonction des secteurs. Les RNF des Îles-de-la-Paix et des îles Contrecœur ont été analysées selon une méthode traditionnelle de photo-interprétation de photographies aériennes papiers sur acétates. Les RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est ont été analysées suivant une méthode de segmentation et de classification d'image numérique. Une fois les polygones d'occupation du sol obtenus pour les deux périodes analysées dans chacune des RNF, des matrices de transition ont été calculées pour évaluer le changement d'occupation du sol. De plus, des indices paysagers ont été calculés pour évaluer le changement dans la structure et la configuration des habitats.

Les résultats obtenus indiquent que les changements sont importants pour les milieux humides des RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecœur. Ces changements sont principalement dus à des niveaux d'eau différents entre les deux périodes d'analyse en raison de régimes hydrologiques variables du fleuve (bas niveau d'eau en 1964, haut niveau d'eau en 1997) ainsi qu'à l'effet de l'érosion causée par les vagues et le batillage. Plusieurs marécages sont disparus et certaines îles ont pratiquement été éliminées de ces RNF. On observe un gain de l'urbanisation au dépend des terres agricoles, des friches et du milieu forestier de même qu'une conversion des cultures pérennes vers les cultures annuelles dans la zone périphérique des RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecœur. De grands changements sont notés dans la couverture des milieux humides et des zones en eau libre à la RNF des Îles-de-l'Estuaire mais ces changements s'expliquent essentiellement par des photos prises alors que les marées étaient à des niveaux variables. Les habitats terrestres ont par ailleurs subi des changements importants sur quelques îles de la RNF des Îles-de-l'Estuaire alors que plusieurs secteurs des îles de Kamouraska (île Brulée, Grande Île), du Pot du Phare (île du Pot à l'Eau-de-Vie) et de l'île Bicquette autrefois couverts en forêts sont maintenant couverts de végétation basse ou d'arbres et arbustes morts. La présence du Cormoran à aigrettes sur ces îles aurait contribué à dégrader le couvert forestier. On note par contre une couverture plus importante des arbres et arbustes sur l'île aux Fraises. Enfin, peu de changements sont survenus aux habitats dans la RNF de la Pointe-de-l'Est. Une érosion importante de la plage qui sépare l'étang de l'Est du golfe du Saint-Laurent est notée et sa disparition pourrait modifier grandement l'intégrité de plusieurs milieux humides de la RNF.

De concert avec le rapport de Maheu-Giroux et coll. (2006), la présente étude complète un premier portrait visant à quantifier la dynamique des habitats de toutes les RNF situées au Québec. Ces informations forment l'assise sur laquelle un suivi régulier des habitats situés dans les RNF et dans les zones périphériques peut être bâti au moyen d'une analyse de l'occupation du sol à intervalle régulier (10-15 ans).

## Abstract

The Canadian Wildlife Service owns and manages 8 National Wildlife Areas (NWA) in Québec. These NWA were designated in the 70s and 80s to protect key habitats for migratory birds, especially wetlands used for breeding and staging areas. Habitat dynamics and land cover changes have recently been analyzed between two time periods for four NWA (Lac-Saint-François, Cap-Tourmente, Pointe-au-Père, Baie-de-L'Isle-Verte) (Maheu-Giroux et coll. 2006). The current study aims to realize a similar study of habitat dynamics for the remaining four NWA namely Îles-de-la-Paix, Îles-de-Contrecoeur, Îles-de-l'Estuaire, and Pointe-de-l'Est. The first time period covers the years when each NWA was designated or the years prior to the designation (60s and 70s) whereas the second time period was dictated by the most recent available air photo coverage (90s, 2000s). Methods used to analyse land cover changes differed amongst NWA. The Îles-de-la-Paix and Îles-de-Contrecoeur NWA were analyzed using traditional air photo interpretation with heads-up digitizing of habitat polygons traced onto transparencies overlaid on top of each photo. The Îles-de-l'Estuaire and Pointe-de-l'Est NWA were analyzed using an object-oriented segmentation and classification method of digital images. Transition matrices were computed to quantify directional changes of land cover classes and landscape metrics were computed to analyse habitat configuration and fragmentation.

The two NWA located on small islands (Îles-de-la-Paix, Îles-de-Contrecoeur) have experienced major changes in wetland coverage. Observed changes are mainly related to changing water levels associated with different water regimes of the St. Lawrence River between the two time periods (low water level in 1964, high water level in 1997) and to shore bank erosion caused by waves actions from high winds and passing boats. Several swamps have disappeared and some islands have almost vanished from these NWA. Urban cover increased over agriculture areas, old fields and forests, and perennial crops were largely converted into annual crops on the mainland adjacent to the Îles-de-la-Paix and Îles-de-Contrecoeur NWA. Wetland habitats and open water coverage have experienced major changes within the Îles-de-l'Estuaire NWA but these changes are mainly related to differential tidal levels when air photos were taken. Terrestrial habitats have changed on several islands in the Îles-de-l'Estuaire NWA. Several forested areas on îles de Kamouraska (île Brulée, Grande Île), îles du Pot du Phare (île du Pot à l'Eau-de-Vie) and île Bicquette are now covered by low vegetation and dead trees and shrubs largely due to the presence of breeding Double-crested Cormorans on these islands. Shrub and tree cover has however increased on île aux Fraises. Land cover changes were minor in the Pointe-de-l'Est NWA. However, the erosion process affecting the sand bar that separates the étang de l'Est from the Gulf of St. Lawrence is severe and its disappearance could induce major effects on wetlands integrity in the NWA.

In parallel with Maheu-Giroux et al. (2006), this study provides a full portrait of landscape dynamics and land cover changes for all NWA in Québec. Furthermore, this information forms the basis for the implementation of a long-term habitat monitoring program within NWA and for adjacent areas with regular updates of land cover and land use of these areas at regular intervals (10-15 years).

## Table des matières

Remerciements .....	ii
Résumé .....	iii
Abstract .....	iv
Table des matières .....	v
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	xi
Liste des annexes.....	xii
1. INTRODUCTION .....	1
2. MÉTHODOLOGIE.....	2
2.1 Sites d'étude.....	2
2.2 Données de télédétection.....	3
2.3 Méthode de traitement d'image .....	4
2.3.1 RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur.....	4
2.3.2 RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est.....	5
2.4 Analyse du changement et indices du paysage.....	6
3. PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS .....	9
3.1 RNF des Îles-de-la-Paix .....	9
3.1.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	9
3.1.2 Indices paysagers.....	13
3.1.3 Fonction de connectivité .....	15
3.1.4 Éléments linéaires.....	16
3.2 RNF des Îles-de-Contrecoeur .....	17
3.2.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	17
3.2.2 Indices paysagers.....	21
3.2.3 Fonction de connectivité .....	24
3.2.4 Éléments linéaires.....	25
3.3 RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	26
3.3.1 Dynamique du paysage pour l'ensemble de la RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	27
3.3.2 Secteur des îles de Kamouraska.....	32
3.3.2.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	32
3.3.2.2 Indices paysagers.....	35
3.3.2.3 Fonction de connectivité .....	36
3.3.3 Secteur des Pèlerins.....	36
3.3.3.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	36
3.3.3.2 Indices paysagers.....	39
3.3.3.3 Fonction de connectivité .....	40
3.3.4 Secteur de l'île aux Fraises.....	41
3.3.4.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	41
3.3.4.2 Indices paysagers.....	44
3.3.4.3 Fonction de connectivité .....	45
3.3.5 Secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie.....	46
3.3.5.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	46
3.3.5.2 Indices paysagers.....	49
3.3.5.3 Fonction de connectivité .....	50
3.3.6 Secteur de l'île Blanche .....	51
3.3.6.1 Dynamique du paysage et matrices de transition.....	51
3.3.6.2 Indices paysagers.....	54
3.3.6.3 Fonction de connectivité .....	55

3.3.7	Secteur de l'île Bicquette .....	56
3.3.7.1	Dynamique du paysage et matrices de transition .....	56
3.3.7.2	Indices paysagers .....	59
3.3.7.3	Fonction de connectivité .....	60
3.3.8	Secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF).....	61
3.3.8.1	Dynamique du paysage et matrices de transition .....	61
3.3.8.2	Indices paysagers .....	61
3.3.8.3	Fonction de connectivité .....	64
3.3.9	Éléments linéaires.....	64
3.4	RNF de la Pointe-de-l'Est .....	65
3.4.1	Dynamique du paysage et matrices de transition .....	65
3.4.2	Indices paysagers .....	68
3.4.3	Fonction de connectivité .....	71
3.4.4	Éléments linéaires.....	72
4.	DISCUSSION.....	72
4.1	Constats sur le changement dans les RNF.....	72
4.1.1	RNF des Îles-de-la-Paix.....	73
4.1.2	RNF des Îles-de-Contrecoeur.....	74
4.1.3	RNF des Îles-de-l'Estuaire .....	75
4.1.4	RNF de la Pointe-de-l'Est .....	76
4.2	Considérations méthodologiques.....	77
5.	CONCLUSION .....	78
6.	RÉFÉRENCES .....	79

## Liste des tableaux

Tableau 1.	Année de désignation officielle et raison de création des RNF .....	2
Tableau 2	Information sur les photos aériennes utilisées.....	3
Tableau 3.	Classes d'occupation du sol présentes dans la RNF des Îles-de-la-Paix, la RNF des Îles-de-Contrecœur, et dans les zones d'analyses adjacentes.....	5
Tableau 4.	Classes d'occupation du sol présentes dans la RNF de la Pointe-de-l'Est, la RNF des Îles-de-l'Estuaire, et dans les zones d'analyses adjacentes .....	6
Tableau 5.	Différence de positionnement moyen entre les photos des deux séries temporelles pour les quatre sites d'études et taille minimale des polygones d'habitat utilisée pour calculer les matrices de changement.....	7
Tableau 6.	Taille du pixel utilisé pour les calculs des indices paysagers dans FRAGSTATS .....	8
Tableau 7.	Moyennes journalières des niveaux d'eau pour la station 15330 (Pointe-Claire).....	9
Tableau 8.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse (≈ 2 km) entourant la RNF.....	11
Tableau 9.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF des Îles-de-la-Paix. Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	12
Tableau 10.	Matrice de transition pour les habitats situés en périphérie (≈ 2 km) de la RNF des Îles-de-la-Paix. Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	12
Tableau 11.	Indices paysagers calculés pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse (≈ 2 km) entourant la RNF .....	13
Tableau 12.	Dynamique des éléments linéaires du paysage pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse (≈ 2 km) entourant la RNF .....	16
Tableau 13.	Moyennes journalières des niveaux d'eau pour la station 15660 (Varenes) ...	17
Tableau 14.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF.....	19
Tableau 15.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF des Îles-de-Contrecœur. Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	20
Tableau 16.	Matrice de transition pour les habitats situés en périphérie (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) de la RNF des Îles-de-Contrecœur. Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	20
Tableau 17.	Indices paysagers calculés pour la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF.....	22
Tableau 18.	Dynamique des éléments linéaires du paysage de la RNF des îles Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF.....	25
Tableau 19.	Superficies des îles incluses dans la RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la zone tampon considérée pour l'analyse.....	26
Tableau 20.	Information sur les photos, la marée et le niveau d'eau pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire, selon le secteur .....	27

Tableau 21.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire (ne comprend pas l'île aux Lièvres).....	28
Tableau 22.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF des Îles-de-l'Estuaire pour tous les secteurs confondus. Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	29
Tableau 23.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF des Îles-de-l'Estuaire pour tous les secteurs confondus (ne comprend pas l'île aux Lièvres). Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	29
Tableau 24.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur des îles de Kamouraska, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	34
Tableau 25.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	34
Tableau 26.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	35
Tableau 27.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	35
Tableau 28.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur des Pèlerins, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	38
Tableau 29.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur du Long Pèlerin (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	39
Tableau 30.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur du Long Pèlerin (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	39
Tableau 31.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	40
Tableau 32.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île aux Fraises, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	43
Tableau 33.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur de l'île de aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	43
Tableau 34.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur de l'île de aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	44

Tableau 35.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	44
Tableau 36.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	48
Tableau 37.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	48
Tableau 38.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	49
Tableau 39.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	49
Tableau 40.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île Blanche, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire .....	53
Tableau 41.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	53
Tableau 42.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	54
Tableau 43.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	55
Tableau 44.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île Bicquette, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire .....	58
Tableau 45.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Biquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	58
Tableau 46.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Biquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	59
Tableau 47.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île Biquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	59
Tableau 48.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île aux Lièvres, situé à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire.....	63
Tableau 49.	Matrice de transition pour les habitats situés dans le secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.....	63
Tableau 50.	Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	63

Tableau 51.	Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF .....	67
Tableau 52.	Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF de la Pointe-de-l'Est. Les chiffres sont des % et indiquent le recoupement dans les classes et le changement relatif de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	67
Tableau 53.	Matrice de transition pour les habitats situés en périphérie de la RNF de la Pointe-de-l'Est. Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes. ....	68
Tableau 54.	Indices paysagers calculés pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF .....	69
Tableau 55.	Dynamique des éléments linéaires du paysage de la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF .....	72
Tableau 56.	Changement total dans les RNF étudiées .....	73
Tableau 57.	Superficie totale analysée (RNF et hors RNF, incluant l'eau libre) et aux paramètres descriptifs (nombre, superficie moyenne et minimale) des parcelles d'habitat pour chacune des RNF et pour les deux périodes (P1, P2)	77

## Liste des figures

Figure 1.	Carte de localisation des RNF analysées.....	2
Figure 2.	Occupation du sol en 1964 et 1997 pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$ km) entourant la RNF .....	10
Figure 3.	Changements survenus entre 1964 et 1997 dans l'occupation du sol de la RNF des Îles-de-la-Paix et de la zone d'analyse ( $\approx 2$ km) entourant la RNF ....	10
Figure 4.	Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$ km) entourant la RNF .....	14
Figure 5.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$ km) entourant la RNF .....	15
Figure 6.	Occupation du sol en 1964 et 1997 pour la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF ....	18
Figure 7.	Changements survenus entre 1964 et 1997 dans l'occupation du sol de la RNF des Îles-de-Contrecœur et de la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF .....	18
Figure 8.	Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF .....	23
Figure 9.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF .....	24
Figure 10.	Les îles composant la RNF des Îles-de-l'Estuaire et années des photos analysées.....	26
Figure 11.	Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire, tous secteurs confondus (sauf île aux Lièvres – non RNF) .....	31
Figure 12.	Occupation du sol en 1974 et 2004 du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	33
Figure 13.	Changement survenus entre 1974 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	33
Figure 14.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	36
Figure 15.	Occupation du sol en 1974 et 2004 du secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	37
Figure 16.	Changement survenus entre 1974 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	37
Figure 17.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	40
Figure 18.	Occupation du sol en 1978 et 1995 du secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	42
Figure 19.	Changement survenus entre 1978 et 1995 dans l'occupation du sol du secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	42
Figure 20.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	45
Figure 21.	Occupation du sol en 1983 et 2001 du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	47
Figure 22.	Changement survenus entre 1983 et 2001 dans l'occupation du sol du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	47
Figure 23.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	50

Figure 24.	Occupation du sol en 1970 et 2001 du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	52
Figure 25.	Changement survenus entre 1970 et 2001 dans l'occupation du sol du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire) .....	52
Figure 26.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	55
Figure 27.	Occupation du sol en 1979 et 2004 du secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	57
Figure 28.	Changement survenus entre 1979 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	57
Figure 29.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire).....	60
Figure 30.	Occupation du sol en 1974 et 2004 du secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF).....	62
Figure 31.	Changement survenus entre 1974 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF) .....	62
Figure 32.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF).....	64
Figure 33.	Occupation du sol en 1976 et 1999 pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF .....	66
Figure 34.	Changements survenus entre 1976 et 1999 dans l'occupation du sol de la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF.....	66
Figure 35.	Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse (≈ 2 km) entourant la RNF .....	70
Figure 36.	Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF.....	71

## Liste des annexes

Annexe 1. Cartes détaillées des RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecœur

## 1. INTRODUCTION

Les aires protégées telles les parcs nationaux et les réserves fauniques sont généralement instaurées pour maintenir les habitats naturels en vue d'assurer la pérennité des espèces vivantes. Par exemple, le réseau des parcs nationaux canadiens vise à protéger des ensembles d'habitats représentatifs des diverses régions naturelles du pays alors que les Réserves nationales de faune (RNF), gérées par Environnement Canada, ont été désignées pour protéger des habitats spécifiques à certaines espèces sauvages dont plus particulièrement les oiseaux migrateurs.

Ces aires protégées forment souvent des îlots d'habitats naturels bordés de milieux très contrastés (Seiferling et coll. 2011) où les activités humaines exercent des pressions et menaces importantes qui peuvent avoir des conséquences sur leur intégrité écologique (Woodroffe et Ginsberg 1998; Rivard et coll. 2000). Plusieurs travaux ont permis de documenter la dynamique des habitats et les changements de l'occupation du sol dans des aires protégées et dans les zones périphériques de façon à considérer ces pressions environnantes dans la gestion des aires protégées (Kintz et coll. 2006; Esbah et coll. 2010). De telles analyses ont été effectuées pour analyser les pressions anthropiques existantes en marge des parcs nationaux du Canada (Rivard et coll. 2000) et un indice visant à quantifier les changements de l'occupation du sol dans les territoires adjacents aux parcs nationaux du Québec compte parmi les nombreux indicateurs retenus pour en mesurer l'intégrité écologique (Bernier et Graillon 2009; Réseau Parcs Québec – Sépaq 2011).

Il existe au Québec huit RNF réparties le long du fleuve Saint-Laurent (figure 1). Une analyse visant à quantifier la dynamique des habitats et les pressions périphériques de quatre RNF, soit les RNF du Lac-Saint-François, du Cap-Tourmente, de la Baie-de-L'Isle-Verte et de Pointe-au-Père, a été effectuée par Maheu-Giroux et coll. (2006). Le projet consistait à évaluer la dynamique des paysages et des habitats à l'intérieur des RNF et pour une zone tampon entourant celles-ci entre deux séries temporelles, soit une première série visant à correspondre sommairement aux années entourant ou précédant l'année de création des RNF (années 1960 et 1970) et une deuxième série avec les données disponibles les plus récentes (années 1990 et 2000). La méthodologie choisie utilisait une approche traditionnelle d'interprétation visuelle de photographies aériennes où les polygones d'habitats étaient tracés sur des acétates placées sur les photographies aériennes pour ensuite être numérisés et retracés manuellement.

Le présent projet consiste à compléter le travail entamé en 2006 en réalisant une analyse similaire pour les quatre RNF du Québec qui n'avaient pas alors été traitées, soit les RNF des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecoeur, des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est. Le présent rapport présente donc les résultats de l'évaluation du changement dans l'occupation du sol et les paysages pour ces quatre RNF.

## 2. MÉTHODOLOGIE

### 2.1 Sites d'étude

Les RNF des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecoeur et des Îles-de-l'Estuaire sont des archipels situés dans le fleuve Saint-Laurent, alors que la RNF de la Pointe-de-l'Est est située dans la partie la plus au nord des Îles-de-la-Madeleine dans le Golfe du Saint-Laurent (figure 1). Ces RNF ont été créées dans le but de protéger des habitats d'importance pour les oiseaux, tels que définis dans le tableau 1.

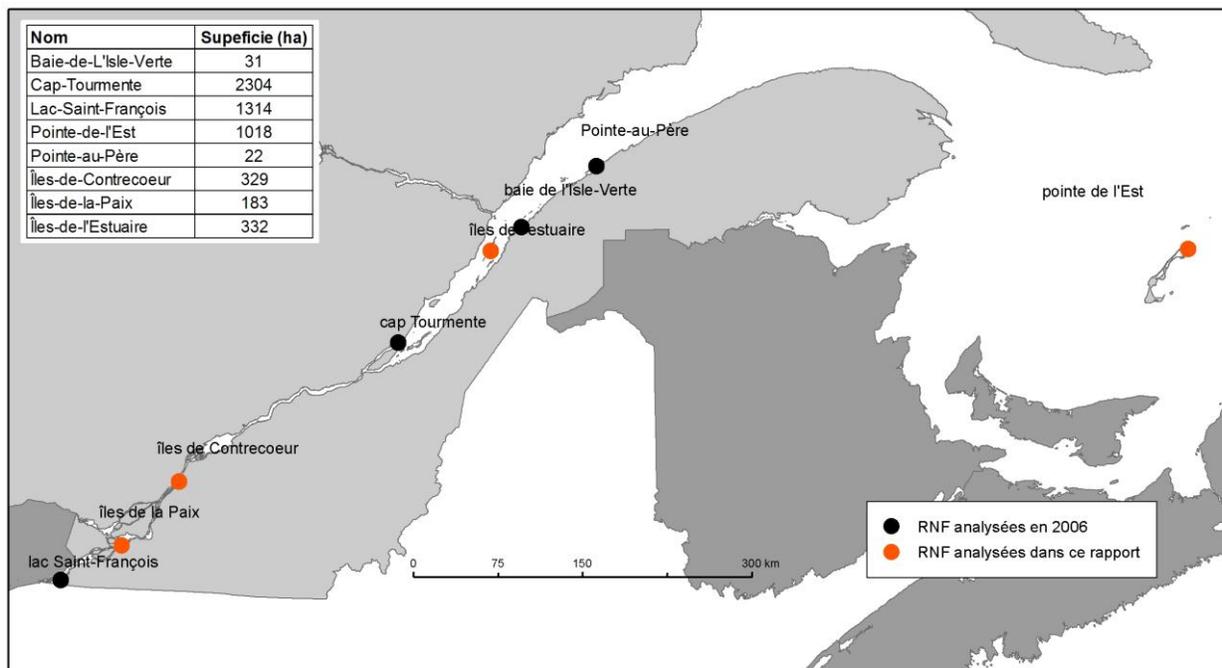


Figure 1. Carte de localisation des RNF analysées

Tableau 1. Année de désignation officielle et raison de création des RNF

RNF	Année de création	Raison d'être
Îles-de-la-Paix	1977	Protéger des milieux humides constituant des aires de reproduction importantes pour la sauvagine et une halte recherchée par les oiseaux migrateurs
Îles-de-Contrecoeur	1981	Protéger un ensemble remarquable d'herbiers émergents et submergés et des îles à potentiel de nidification élevé pour la sauvagine dans la région de Montréal
Îles-de-l'Estuaire	1986	Protéger des milieux humides constituant des aires de reproduction importantes pour la sauvagine et une halte recherchée par les oiseaux migrateurs
de la Pointe-de-l'Est	1978	Protéger des habitats essentiels servant de haltes aux oiseaux migrateurs, en particulier les oiseaux de rivage; et des habitats de reproduction à des espèces en péril dont le Pluvier siffleur et le Grèbe esclavon

Suivant Maheu-Giroux et coll. (2006), le paysage de chaque RNF et des territoires adjacents a été comparé entre deux périodes, soit une première visant à correspondre à l'année de la désignation officielle des réserves et une deuxième en utilisant les informations les plus actuelles et disponibles. Le territoire analysé visait à couvrir la superficie de chaque RNF<sup>1</sup> et une zone tampon d'environ 2 km bordant la limite des RNF. Toutefois, l'étendue de la zone tampon varie en fonction de critères propres à chaque RNF. Outre les milieux aquatiques entourant les îles, la zone tampon couvre les milieux terrestres continentaux pour certaines RNF alors que pour d'autres, il s'agit de milieux insulaires n'étant pas inclus dans les limites des RNF (voir la section 2.3). Le territoire couvert par les deux séries temporelles étant quelque peu variable pour chaque RNF, l'analyse a donc été faite sur la zone commune des deux séries temporelles d'un même secteur, appelée zone d'analyse dans le texte et les figures. Cette dernière est distincte de la zone tampon telle que définie par Maheu-Giroux et coll. (2006) car l'ensemble de la zone tampon de la série temporelle 1 n'est pas nécessairement identique à celle de la série temporelle 2.

## 2.2 Données de télédétection

Des photographies aériennes à haute résolution (i.e. grande échelle) à l'échelle 1/10 000 et 1/15 000 ont été utilisées pour l'analyse de l'occupation du sol. Le tableau 2 résume les informations relatives aux photos utilisées pour chacune des RNF. La date de prise de photo est un élément important à connaître pour l'analyse puisque les sites d'étude sont situés en milieu côtier (îles dans le fleuve Saint-Laurent et Îles-de-la-Madeleine). L'état de la végétation ainsi que les zones exondées peuvent donc varier grandement en fonction de la période de l'année, des marées et des niveaux d'eau. Les données sur les niveaux de l'eau, gérées par Pêches et Océans Canada, sont accessibles sur leur site internet (<http://www.meds-sdmm.dfo-mpo.gc.ca/isdm-qdsi/twl-mne/maps-cartes/inventory-inventaire-fra.asp>) et ont été utilisées pour l'analyse et l'interprétation des résultats. La période couverte pour chaque RNF correspond à 33 ans pour les Îles-de-la-Paix et les Îles-de-Contrecoeur (1964 à 1997), 27 et 30 ans pour les Îles-de-l'Estuaire (1974 à 2001 et 2004) et 23 ans pour la Pointe-de-l'Est (1976 à 1999).

Tableau 2 Information sur les photos aériennes utilisées

Série	Date	Échelle	Émulsion	Ligne de vol	No photo
<b>Îles-de-la-Paix</b>					
1964-65	11/06/1964	1 : 15 540	N&B	Q64509	37, 39, 41, 160, 162
	21/04/1965	1 : 15 540	N&B	Q65100	77, 79
1997	02/06/1997	1 : 15 000	N&B	HMQ97103	35, 37, 192, 194
	02/06/1997	1 : 15 000	N&B	HMQ97104	226, 228
	03/06/1997	1 : 15 000	N&B	HMQ97113	269
<b>Îles-de-Contrecoeur</b>					
1964	03/08/1964	1 : 15 540	N&B	Q64526	114, 137, 139, 141, 199, 200
	06/08/1964	1 : 15 540	N&B	Q64528	40, 42, 119, 121
	30/08/1964	1 : 15 540	N&B	Q64534	98
1997	05/06/1997	1 : 15 000	N&B	HMQ117	164
		1 : 15 000	N&B	HMQ119	25, 129, 131
		1 : 15 000	N&B	HMQ120	54, 62, 157, 159, ?

<sup>1</sup> Les limites des RNF sont actuellement en cours de révision. Il est possible que les limites révisées et leurs superficies diffèrent légèrement de celles utilisées dans la présente étude.

Tableau 2. Information sur les photos aériennes utilisées (suite)

Série	Date	Échelle	Émulsion	Ligne de vol	No photo
<b>Îles-de-l'Estuaire</b>					
1974	06/06/1974	1 : 15 000	N&B	Q74311	172
	07/06/1974	1 : 15 000	N&B	Q74315	2, 188, 189, 193
	06/06/1974	1 : 15 000	N&B	Q74312	238, 240, 242, 244, 246
2001-04	26/05/2001	1 : 15 000	N&B	Q01803	236
	26/06/2004	1 : 15 000	IRC	Q04111	159 à 167, 171, 173
	26/06/2004	1 : 15 000	IRC	Q04117	148
<b>Pointe-de-l'Est</b>					
1976	12/08/1976	1 : 10 000	Couleur	HM7606	03, 05, 07, 08, 10, 14, 16, 18, 20, 25, 26, 28, 33, 35
1999	27/06/1999	1 : 10 000	IRC	Q99108	51, 57, 59, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 88, 90, 92, 94, 99

## 2.3 Méthode de traitement d'image

### 2.3.1 RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecœur

La méthodologie décrite par Maheu-Giroux et coll. (2006) a été utilisée pour analyser la dynamique des habitats de ces deux RNF. Les polygones d'occupation et/ou d'utilisation du sol ont été photo-interprétés à partir des photographies aériennes et tracés sur des acétates. Les photos et acétates ont ensuite été numérisées et géoréférencées à l'aide de mosaïques de photos géoréférencées provenant de l'équipe d'hydrologie du Service canadien de météorologie. Les polygones d'habitat ont finalement été retracés manuellement en affichant les photos et acétates à l'écran d'ordinateur et intégrés dans une géodatabase en assignant les classes d'occupation du sol aux polygones correspondants. La couche vectorielle ainsi créée a ensuite été transformée en couche matricielle pour procéder à l'analyse du paysage, soit l'identification du changement entre les deux séries temporelles par des matrices de changement et des indices paysagers.

Le secteur analysé pour la RNF des Îles-de-la-Paix comprend le territoire localisé à l'intérieur de la limite de la RNF ainsi qu'une zone tampon d'environ 2 km autour de ce territoire couvrant essentiellement des milieux aquatiques. Le secteur analysé pour la RNF des Îles-de-Contrecœur comprend le territoire localisé à l'intérieur de la limite de la RNF ainsi qu'une zone tampon de largeur variable (entre 750 m et 1,5 km) de façon à couvrir une bande de milieu terrestre large d'environ 1 km sur les rives nord et sud du fleuve Saint-Laurent. Les classes d'occupation du sol présentes dans ces deux RNF et dans les zones d'analyses adjacentes sont listées dans le tableau 3. À noter que la classe « marais » se caractérise par la présence de plantes aquatiques émergentes et inclut les prairies humides. La classe « marais submergé » réfère aux secteurs où des plantes aquatiques et submergées sont présentes mais où les plantes aquatiques émergentes sont absentes.

Tableau 3. Classes d'occupation du sol présentes dans la RNF des Îles-de-la-Paix, la RNF des Îles-de-Contrecoeur, et dans les zones d'analyses adjacentes

RNF des Îles-de-la-Paix	RNF des Îles-de-Contrecoeur
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anthropique</li> <li>• Culture annuelle</li> <li>• Culture pérenne</li> <li>• Eau</li> <li>• Dominance de feuillus</li> <li>• Marais</li> <li>• Marais submergé</li> <li>• Marécage</li> <li>• Friche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anthropique</li> <li>• Culture annuelle</li> <li>• Culture pérenne</li> <li>• Eau</li> <li>• Dominance de feuillus</li> <li>• Dominance de résineux</li> <li>• Marais</li> <li>• Marais submergé</li> <li>• Marécage</li> <li>• Friche</li> <li>• Sol dénudé</li> </ul>
Éléments linéaires (deux RNF)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haie arborée</li> <li>• Haie arbustive</li> <li>• Fossé de drainage</li> <li>• Route</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bande riveraine arborée</li> <li>• Bande riveraine arbustive</li> <li>• Bande riveraine herbacée</li> <li>• Voie ferrée</li> </ul>

### 2.3.2 RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est

Pour ces deux RNF, les photographies aériennes ont été acquises en format numérique et la géoréférence de ces photos a été faite à l'aide des cartes topographiques à l'échelle du 1 : 50 000 ainsi qu'à l'aide des images satellites de moyenne (Landsat, SPOT) et haute résolution (IKONOS). Cependant, des photographies aériennes imprimées étaient disponibles pour la période 1976 pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et ces photos ont été numérisées avant d'être géoréférencées.

La méthodologie utilisée pour tracer les habitats de ces deux sites est différente de celle utilisée pour les autres RNF car nous disposons déjà de photos numériques. Pour prendre avantage de ce type de donnée, le travail de photo-interprétation a plutôt été fait à l'aide d'une approche basée sur la segmentation et le traitement d'image numérique. Chacune des photos numériques géoréférencées a été traitée individuellement. Les photos ont d'abord été importées dans le logiciel Definiens Developer© pour ensuite être segmentées et classifiées en utilisant plusieurs niveaux de détails suivant les méthodes employées par Grenier et coll. (2007) et Jobin et coll. (2008). En général, 3 à 4 niveaux de segmentation ont été nécessaires pour identifier les classes d'occupation du sol d'intérêt. Par la suite, les secteurs classifiés ont été exportés en format *shapfile* pour être combinés en un seul fichier dans le logiciel ArcGis. Les photos présentant un léger recouvrement, une intégration des bordures a été faite pour éviter le dédoublement de polygones lorsqu'il y avait un chevauchement entre les photos.

Ce principe de segmentations multiples est très intéressant pour délimiter des polygones (objets) de tailles variables d'une même classe d'habitat. Les niveaux de segmentation plus grossiers permettent de délimiter les polygones de grande superficie, alors que les niveaux plus fins permettent d'identifier de plus petits polygones d'habitat. La couche vectorielle des polygones d'occupation du sol a été importée dans le logiciel Definiens Developer© en format matriciel et un filtrage des polygones a été effectué pour éliminer les polygones très petits (superficie de moins de 0,25 ha) et les pixels isolés. Ceci a donc permis de conserver à la fois la résolution spatiale des photos et la précision des limites des polygones. Une opération de

fusion des polygones (*Merge object*) dans Definiens Developer© a ensuite été effectuée pour agglomérer les polygones adjacents d'une même classe d'occupation du sol. Le résultat a ensuite été exporté en format matriciel dans ArcGis pour le calcul des matrices de changements.

Le secteur analysé pour les RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est comprend le territoire localisé à l'intérieur de la limite des RNF ainsi qu'une zone tampon d'environ 2 km autour de ce territoire. Comme les deux secteurs sont des milieux insulaires, une bonne partie de la zone tampon est en milieu aquatique (fleuve Saint-Laurent et golfe du Saint-Laurent). Les classes d'occupation du sol présentes dans ces deux RNF et dans les zones d'analyses adjacentes sont listées dans le tableau 4. Contrairement aux RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur où les marais et les marais submergés formaient des classes distinctes, les classes « marais » et « marais submergé » sont regroupées dans la classe « marais » pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire et réfère aux secteurs où la végétation aquatique est présente, incluant les battures et les zones de haut-fond couvertes de végétation. La classe « eau peu profonde » est par ailleurs associée aux zones de haut-fond et aux battures submergées sans végétation. Enfin, la classe « végétation basse » réfère à des milieux herbacés où des arbustes peuvent être présents en faible densité alors que la classe « arbres / arbustes » réfère à des milieux arbustifs bien établis où des arbres isolés peuvent être présents.

Tableau 4. Classes d'occupation du sol présentes dans la RNF de la Pointe-de-l'Est, la RNF des Îles-de-l'Estuaire, et dans les zones d'analyses adjacentes

RNF des Îles-de-l'Estuaire	RNF de la Pointe-de-l'Est
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anthropique</li> <li>• Arbres / arbustes (bosquets, arbres et arbustes isolés, arbres morts)</li> <li>• Eau peu profonde (haut-fond, battures submergées)</li> <li>• Eau</li> <li>• Forestier (dominance de résineux, dominance de feuillus, mixte)</li> <li>• Marais (incluant marais submergé)</li> <li>• Rocheux (incluant milieux sableux)</li> <li>• Végétation basse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anthropique (anthropique, habitation, route, sablière)</li> <li>• Culture pérenne / friche</li> <li>• Eau</li> <li>• Dominance de résineux</li> <li>• Marais</li> <li>• Marécage</li> <li>• Sable, plage, dune</li> <li>• Végétation basse (incluant lichens)</li> <li>• Sol dénudé</li> <li>• Perturbation</li> </ul>
Éléments linéaires	
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Route (principale, secondaire)</li> <li>• Sentier de VTT</li> </ul>

## 2.4 Analyse du changement et indices du paysage

Pour effectuer l'analyse du changement dans un paysage, trois étapes sont nécessaires. Premièrement, il faut évaluer l'erreur de positionnement entre les séries temporelles afin de minimiser cet effet lors du calcul des matrices de changement. Par la suite, il faut transformer les polygones d'habitat du format vectoriel en format matriciel pour ainsi calculer les matrices de transition. Enfin, les indices paysagers sont calculés à partir des fichiers matriciels.

La première étape est donc de vérifier l'erreur de positionnement entre les séries temporelles servant à évaluer le changement. Puisque les points de contrôle utilisés pour la géoréférence des deux séries temporelles n'étaient pas toujours les mêmes à un endroit donné (certains

éléments n'étaient pas toujours présents sur les deux séries de photos), une erreur de positionnement spatial existe entre les deux séries temporelles. La résolution spatiale, c'est-à-dire la taille du pixel, de la classification d'occupation du sol doit être ajustée en conséquence pour le calcul des matrices de changement. Les matrices de changement font la comparaison des pixels d'une série temporelle à l'autre, il est donc important de compenser pour les erreurs de positionnement.

La taille optimale du pixel pour les cartographies d'occupation du sol a été déterminée en calculant l'erreur RMS (*Root mean square error* (RMSE) ou erreur quadratique moyenne) entre des points précis présents sur les deux séries de photos et en multipliant cette erreur par deux (Maheu-Giroux et coll. 2006). Le tableau 5 donne les valeurs de RMSE et les tailles minimales de pixels utilisées pour le calcul des matrices de changement.

Tableau 5. Différence de positionnement moyen entre les photos des deux séries temporelles pour les quatre sites d'études et taille minimale des polygones d'habitat utilisée pour calculer les matrices de changement

Secteur	Nombre de points utilisés pour le calcul	RMSE (m)	Taille du pixel (m)
RNF des Îles-de-la-Paix	18	3,26	7
RNF des Îles-de-Contrecoeur	18	3,53	7
RNF de la Pointe-de-l'Est	25	4,34	10
RNF des Îles-de-l'Estuaire	30	7,63	15

La deuxième étape de l'analyse du changement consiste à calculer les matrices de transition de l'occupation du sol. Ces matrices permettent de décrire la direction des changements observés, soit la conversion d'une classe d'habitat à une autre aux endroits où le paysage a été modifié. Les matrices de changement ont été calculées à partir de la fonction *Tabulate Areas* de ArcGis Spatial Analyst©. Pour ce faire, les classifications d'occupation du sol ont d'abord été converties en format matriciel avec la taille de pixel présentée dans le tableau 5. Cette conversion préalable permet d'avoir un plus grand contrôle sur les options de conversion dans ArcGis© plutôt que de laisser l'outil *Tabulate Areas* générer les conversions du format vectoriel au format matriciel. Une analyse a été réalisée pour la portion du territoire à l'intérieur de la limite des RNF, et une seconde pour la portion située à l'extérieur des RNF correspondant à la zone d'analyse. Comme les quatre secteurs analysés sont en milieu insulaire, une bonne partie de la zone d'analyse est recouverte d'eau libre. Ceci peut contribuer à réduire l'importance relative des changements survenus aux habitats situés en milieu terrestre. Pour éviter cet effet de dilution, les calculs des matrices de changement ont donc été faits en éliminant les secteurs de la zone d'analyse qui sont demeurés en eau libre entre les deux séries temporelles à l'intérieur de la zone d'analyse.

La troisième étape consiste à calculer les indices paysagers. Le logiciel FRAGSTATS v3.3 (McGarigal et coll. 2002) a été utilisé et permet ainsi de décrire la structure et la configuration spatiale des habitats. Les indices ont été calculés au niveau de chacune des classes d'occupation du sol. Pour chaque secteur, ces indices ont été calculés pour l'ensemble du territoire à l'étude soit la RNF et la zone d'analyse puisque l'analyse visait à étudier la structure du territoire en entier. Pour ce type de calcul, contrairement à l'étape précédente, il est préférable de conserver une grandeur de pixel la plus représentative possible du niveau de détail du paysage puisque l'erreur de positionnement a peu d'effet sur les calculs (Maheu-Giroux et coll. 2006). Il faut donc utiliser une taille de pixel différente de celle utilisée pour les matrices de transition. La façon de déterminer la taille optimale de pixel varie selon la méthode

qui a été utilisée pour la création des cartographies d'occupation du sol. Dans le cas des sites faits à partir de la méthode de photo-interprétation traditionnelle, c'est-à-dire pour les RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur, cela consiste à faire la moyenne des superficies des deux plus petits polygones de chacune des RNF et d'utiliser le quart de cette valeur comme taille de pixel. Les plus petits polygones couvrant une superficie moyenne 368 m<sup>2</sup> dans ces deux RNF, la taille optimale du pixel serait donc de 9,6 m d'où la taille de pixel de 10 m utilisée pour les calculs dans FRAGSTATS (tableau 6).

Dans le cas des RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est, la façon de d'obtenir la taille optimale du pixel pour le calcul des indices paysagers est différente car une méthode de segmentation d'image a été utilisée dans l'analyse de l'occupation du sol. Il est reconnu que lors d'analyses par traitement d'image, la taille minimale d'un objet pouvant être délimité avec un niveau de confiance suffisant est de 3 x 3 pixels (Congalton and Green 2008). Par exemple, dans le cas de la RNF de la Pointe-de-l'Est, les orthophotos ont une résolution respective de 0,5 m et 0,65 m pour les années 1976 et 1999. La fenêtre de 3 x 3 pixels donne donc une résolution de 1,5 m pour 1976 et de 1,95 m pour 1999, que nous avons arrondi à 2 m pour des raisons d'uniformité (tableau 6). Dans le cas des Îles-de-l'Estuaire, le travail de classification s'étant effectué sur un ensemble de photos présentant des échelles variées, la résolution optimale a été choisie en fonction de l'échelle la plus grossière, soit de 1 m, à laquelle on doit appliquer le principe de fenêtre de 3 x 3 pixels, d'où une taille de pixel de 3 m pour les calculs des indices paysagers pour cette RNF (tableau 6).

Tableau 6. Taille du pixel utilisé pour les calculs des indices paysagers dans FRAGSTATS

Secteur	Résolution optimale calculée (m)	Taille du pixel (m) pour les calculs dans FRAGSTATS
RNF des Îles-de-la-Paix	9,6	10
RNF des Îles-de-Contrecoeur	9,6	10
RNF de la Pointe-de-l'Est	1,5 et 1,95	2
RNF des Îles-de-l'Estuaire	3	3

Les indices paysagers calculés sont les mêmes que ceux retenus par Maheu-Giroux et coll. (2006) soit :

- Superficie des polygones en hectares (Patch Area);
- Superficie moyenne des polygones en hectares (Mean Patch Area : AREA\_MN);
- Ratio périmètre/superficie, calibré par la superficie (Area-Weighted Perimeter/Area ratio : PARA\_AM). Cet indice n'a pas d'unité (étendue variant de 0 à l'infini) et donne une indication de la compaction des parcelles;
- Indice de forme, calibré par la superficie (Area-Weighted Shape Index : SHAPE\_AM). Cet indice n'a pas d'unité (étendue variant de 1 à l'infini, 1 étant très compact) et donne aussi une indication de la compaction et de la régularité de la forme des parcelles;
- Densité des parcelles (Patch Density : PD). Indice exprimé par unité de 100 hectares;
- Densité des lisières (Edge Density : ED), dont l'unité est le m/ha, sert à juger de la quantité de bordures disponible pour une classe donnée;
- Indice de connectivité (CONNECT). Cet indice est égal au nombre de connexions fonctionnelles entre les parcelles d'une même classe, à l'intérieur d'une distance seuil spécifiée, divisé par le nombre maximale possible de connexion (McGarigal et coll. 2002). Cet indice rapporte le pourcentage de connexions maximales possibles par rapport au nombre de parcelles présentes d'une même classe d'habitat dans le paysage. Les graphiques obtenus permettent de visualiser, en fonction d'une distance

seuil, à quel point les parcelles d'un paysage sont connectées, pour différentes espèces ayant des perceptions différentes du paysage. Les seuils utilisés pour le calcul sont de 2, 3, ou 10 m (tableau 6), 50, 100, 500, 1000, 1200, 1500, 2000, et 2500 m. L'indice de connectivité n'a pas été calculé pour les classes d'habitats perturbés (anthropique, culture annuelle) et l'eau libre.

Hormis quelques routes et sentiers situés dans la RNF de la Pointe-de-l'Est, les éléments linéaires (haies, bandes riveraines, routes) sont absents des autres RNF. Certains sont toutefois présents dans les milieux terrestres situés dans les zones d'analyse adjacentes aux RNF, surtout dans les milieux agricoles, et il demeure intéressant d'en analyser l'évolution temporelle. Le changement dans les éléments linéaires a donc été calculé en comparant les mêmes indices que ceux retenus par Maheu-Giroux et coll. (2006) pour les deux séries temporelles de chacune des RNF. Les indices relatifs aux éléments linéaires ont été calculés pour l'intérieur de la RNF, la zone d'analyse à l'extérieur de la RNF, et pour le secteur entier (RNF + zone d'analyse). Les indices retenus sont les suivants :

- Longueur totale par surface terrestre (m/ha, excluant la classe Eau) pour les classes reliées aux infrastructures de transport (routes, sentiers) et les fossés de drainage;
- Longueur totale par surface agricole (m/ha) pour les classes de haies agricoles;
- Proportion relative des bandes riveraines herbacées, arbustives et arborées par rapport à la longueur totale des cours d'eau situés en milieu anthropique et agricole.

### 3 PRÉSENTATION ET ANALYSE DES RÉSULTATS

#### 3.1 RNF des Îles-de-la-Paix

##### 3.1.1 Dynamique du paysage et matrices de transition

La RNF des Îles-de-la-Paix couvre une superficie de 183 ha (voir l'annexe 1 pour une carte détaillée des îles de cette RNF). La figure 2 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette RNF et en périphérie, alors que la figure 3 permet de localiser où sont situés les changements observés sur le territoire. Premièrement, il est important de mentionner que la comparaison des deux séries de données doit être faite avec précaution car les niveaux d'eau étaient très différents lors de la prise des photos au cours des deux périodes. Comme indiqué dans le tableau 7, la différence entre les moyennes journalières de niveau d'eau des périodes 1964 et 1997 est 1,54 m. En comparaison avec la moyenne calculée pour cette même période sur un intervalle de 33 ans (1,18 m), on note que le niveau d'eau moyen de 1964 était très bas (moins de 0,2 m) alors que le niveau d'eau de 1997 était haut (près de 1,75 m). Il faut donc porter une attention particulière à ces éléments lors de l'interprétation du changement dans la RNF des Îles-de-la-Paix.

Tableau 7. Moyennes journalières des niveaux d'eau pour la station 15330 (Pointe-Claire)

Série	Date	Moyenne journalière (m)	Moyenne (m) des moyennes journalières pour 2 semaines autour de la date
1964	11 juin 1964	0,178	0,175
1997	2 juin 1997	1,718	1,721
1964 à 1997	-	-	1,18 m
Différence		1,54	1,54

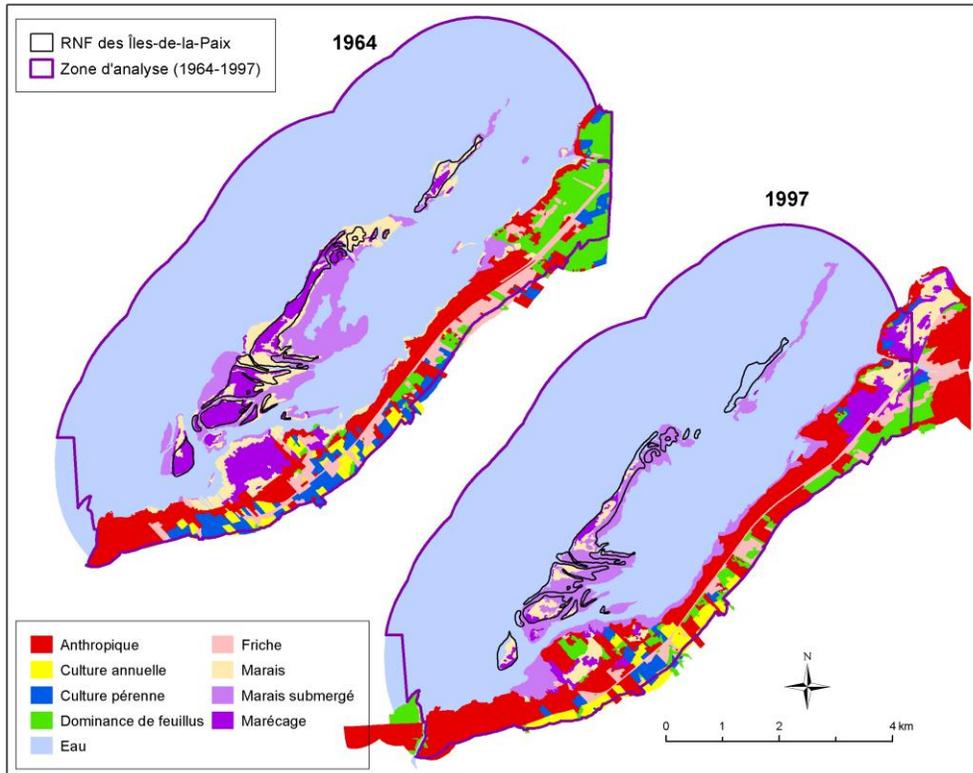


Figure 2. Occupation du sol en 1964 et 1997 pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

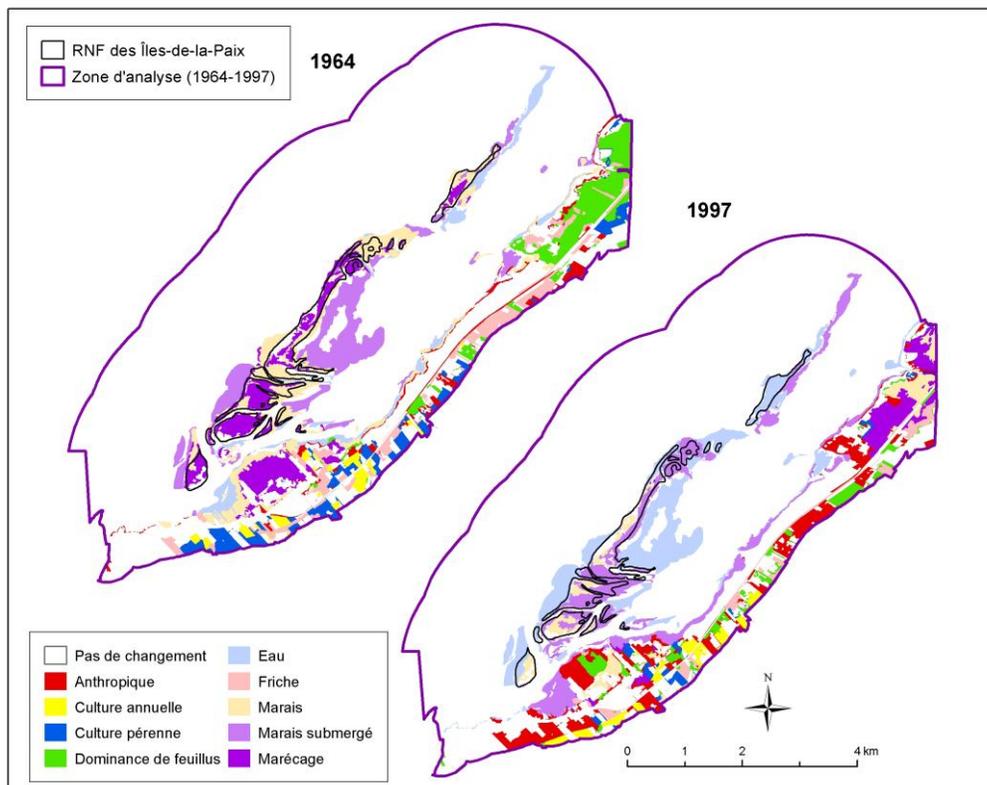


Figure 3. Changements survenus entre 1964 et 1997 dans l'occupation du sol de la RNF des Îles-de-la-Paix et de la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

Près de 70% de la zone d'analyse a subi un changement dans l'occupation du sol, soit 85% pour le territoire à l'intérieur de la RNF et 65% pour la portion hors RNF. Les habitats dominants de cette RNF en 1964 étaient les marécages et les marais qui couvraient plus de 90% du territoire (Tableau 8). D'importants changements sont survenus par la suite alors que les marécages et les marais ne couvraient plus que 30% du territoire en 1997 tandis que les marais submergés sont passés de 5% à 45% du territoire durant cette période (Tableau 8).

Tableau 8. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1964	1997	Changement	1964	1997	Changement
<b>Intérieur de la RNF</b>						
<b>(180 ha)</b>						
Eau	4,35	43,39	39,04	2,42	24,18	21,76
Marais	58,22	37,34	-20,87	32,44	20,81	-11,63
Marécage	108,37	18,52	-89,85	60,39	10,32	-50,07
Marais submergé	8,50	80,18	71,68	4,74	44,68	39,95
<b>Extérieur de la RNF</b>						
<b>(1466 ha)</b>						
Anthropique	347,44	471,15	123,71	23,69	32,13	8,44
Culture annuelle	53,16	66,84	13,68	3,63	4,56	0,93
Culture pérenne	119,41	46,12	-73,29	8,14	3,14	-5,00
Dom. feuillus	180,56	112,28	-68,28	12,31	7,66	-4,66
Eau	108,31	274,90	166,60	7,39	18,75	11,36
Friche	151,49	87,61	-63,89	10,33	5,97	-4,36
Marais	164,00	58,72	-105,28	11,18	4,00	-7,18
Marécage	97,92	95,08	-2,84	6,68	6,48	-0,19
Marais submergé	244,14	253,74	9,59	16,65	17,30	0,65

Les informations sur les changements globaux des classes d'occupation du sol présentées au tableau 8 nous renseignent peu sur la direction des changements. Des matrices de transition ont donc été calculées pour identifier la direction des changements observés, soit les transformations d'une classe d'occupation du sol vers une autre. Ces analyses révèlent que plus de 85% du territoire de la RNF a changé de classe d'occupation du sol durant la période 1964-1997 (tableau 9). Spécifiquement, le changement le plus important se situe au niveau des marécages (perte de 50%, voir tableau 8) dont les pertes se sont faites au profit des marais submergés (gain de 21%) et des marais (gain de 19%, voir tableau 9). On note aussi un changement important dans les marais submergés, où cette fois un gain important (40%) s'est produit au détriment des marais et des marécages (perte de 21% chacun, voir tableaux 8 et 9). On note même que le marécage situé dans le secteur de l'Île Ronde au nord-est de l'archipel a complètement disparu au cours de la période d'étude et que cette zone autrefois incluse dans la RNF est maintenant couverte d'eau et de marais submergés (figure 3). Fait important pour l'analyse de ces données, la surface couverte par l'eau a augmenté de près de 22% entre 1964 et 1997.

Tableau 9. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF des Îles-de-la-Paix. Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1997					% chgmt
		Eau	Marais	Marécage	Marais submergé	TOTAL	
1964	Eau	<b>1,78</b>	0,01	0,2	0,43	2,42	0,65
	Marais	9,39	<b>1,68</b>	0,4	20,98	32,44	30,77
	Marécage	10,77	19,06	<b>9,69</b>	20,88	60,39	50,71
	Marais submergé	2,24	0,07	0,04	<b>2,39</b>	4,74	2,35
	TOTAL	24,18	20,81	10,32	44,68	100	
	% changement	22,41	19,13	0,64	42,29		<b>84,47</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Le territoire analysé en périphérie de la RNF couvre 1466 ha soit près de 90% de la zone d'analyse. Les changements observés y sont faibles avec des valeurs par classe allant de moins de 1% à près de 12% (tableau 8). L'habitat dominant est le milieu anthropique qui couvrait près de 24% du territoire en 1964 et montre un gain de 9% entre 1964 et 1997, soit 123 ha. Ce gain important s'est surtout fait au détriment des friches, des forêts feuillues et des cultures pérennes (tableau 10). Les cultures annuelles étaient peu présentes (<5%) alors que les cultures pérennes et les forêts feuillues ont subies des pertes de 5% chacune. Bien que globalement la couverture des marais submergés soit demeurée la même (~17%), certains secteurs en eau libre ont été convertis en marais submergés, et vice versa. Ainsi, 12,7% des marais submergés ont été transformés en eau libre en 1997 et 6,3% de l'eau libre a été transformée en marais submergés (tableau 10). On note aussi que plus de 6% des forêts feuillues ont été converties en marécages (4%) et milieux anthropiques (2,4%) et que près de 4% des friches sont devenues des milieux anthropisés.

Tableau 10. Matrice de transition pour les habitats situés en périphérie (≈ 2 km) de la RNF des Îles-de-la-Paix. Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1997									% chgmt	
		Anthr.	Culture annuelle	Culture pérenne	Dom. Feuillus	Eau	Friche	Marais	Marécage	Marais submergé		TOTAL
1964	Anthropique	<b>19,78</b>	0,26	0,32	1,16	0,31	0,97	0,03	0,26	0,6	23,69	3,91
	Culture annuelle	0,82	<b>1,4</b>	0,44	0,28	0	0,67	0	0	0	3,63	2,22
	Culture pérenne	2,47	2,39	<b>1,64</b>	0,42	0,01	1,08	0	0,13	0	8,14	6,5
	Dom. Feuillus	2,44	0,01	0,07	<b>3,16</b>	0,05	0,48	2,05	3,95	0,1	12,31	9,15
	Eau	0,1	0	0	0,01	<b>1,06</b>	0,01	0,01	0,01	6,19	7,39	6,33
	Friche	3,96	0,49	0,67	1,61	0,02	<b>2,58</b>	0,24	0,76	0,01	10,33	7,75
	Marais	1,05	0	0	0,08	3,75	0,08	<b>0,52</b>	0,17	5,53	11,18	10,67
	Marécage	1,49	0,01	0	0,94	0,83	0,09	1,16	<b>1,19</b>	0,97	6,68	5,49
	Marais submergé	0,01	0	0	0	12,73	0	0	0,01	<b>3,9</b>	16,65	12,75
	TOTAL	32,13	4,56	3,14	7,66	18,75	5,97	4	6,48	17,3	32,13	
% changement	12,35	3,15	1,51	4,5	17,69	3,39	3,49	5,3	13,4	12,35	<b>64,77</b>	

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.1.2 Indices paysagers

Les indices paysagers nous informent sur les changements survenus dans la structure du paysage entre 1964 et 1997 (tableau 11). Le nombre et la densité des parcelles ont diminué entre 1964 et 1997 pour presque toutes les classes d'habitat sauf pour les marécages et les forêts à dominance de feuillus. La superficie moyenne des polygones a augmenté passablement pour les milieux anthropiques et les marais submergés, alors qu'elle a légèrement diminué pour les forêts à dominance de feuillus et les marécages. La diminution du nombre de parcelles et du ratio périmètre/superficie, de même que l'augmentation de la superficie moyenne pour les milieux anthropiques, les cultures annuelles et les marais submergés suggère que ces classes d'habitats sont moins fragmentées en 1997 qu'en 1964 alors que les tendances inverses observées pour les forêts à dominance de feuillus indique que celles-ci sont plus fragmentées. Les cultures pérennes, les friches et les marais voient le nombre, la superficie moyenne et la densité des parcelles ainsi que la densité des lisières diminuer de 1964 à 1997 et le ratio périmètre/superficie augmente durant cette période suggérant que ces classes d'habitat sont moins présentes et que les parcelles d'habitats résiduelles sont plus petites en 1997.

Tableau 11. Indices paysagers calculés pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse (≈ 2 km) entourant la RNF

Classes	Nombre de parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1964	1997	1964	1997	1964	1997	1964	1997	1964	1997	1964	1997
Anthropique	43	28	8,1	16,8	0,91	0,60	14,8	16,0	213,3	174,4	3,7	3,4
Culture annuelle	23	13	2,3	5,1	0,49	0,28	3,7	3,0	370,3	283,1	1,6	1,8
Culture pérenne	31	17	3,9	2,7	0,66	0,36	6,9	3,4	320,3	360,7	2,1	1,8
Domin. feuillue	26	41	6,9	2,7	0,55	0,87	7,8	7,7	234,2	372,5	2,8	2,6
Eau	11	9	288,2	375,0	0,23	0,19	16,0	12,1	30,4	23,1	4,1	3,3
Friche	23	16	6,6	5,5	0,49	0,34	11,2	8,2	362,8	454,1	4,6	8,5
Marais	54	26	4,2	3,7	1,2	0,55	20,7	7,9	435,5	393,7	3,5	2,6
Marécage	26	37	8,0	3,1	0,55	0,79	11,4	8,9	259,0	373,7	2,8	2,5
Marais submergé	26	10	9,7	33,7	0,55	0,21	14,2	16,4	264,0	228,8	3,4	4,2

Les histogrammes de distribution des fréquences de la superficie des parcelles indiquent que la majorité de celles-ci ont une petite superficie, soit moins de 5 ha (figure 4). On note également que le nombre de parcelles > 5 ha est demeuré très faible et a même diminué pour les cultures pérennes, les forêts feuillues, les friches et les marais. Par ailleurs, on note plutôt une augmentation de la superficie des parcelles des marais submergés, l'intervalle 5-20 ha étant celui le plus représenté en 1997 alors que la majorité des parcelles avaient une superficie de moins de 5 ha en 1964.

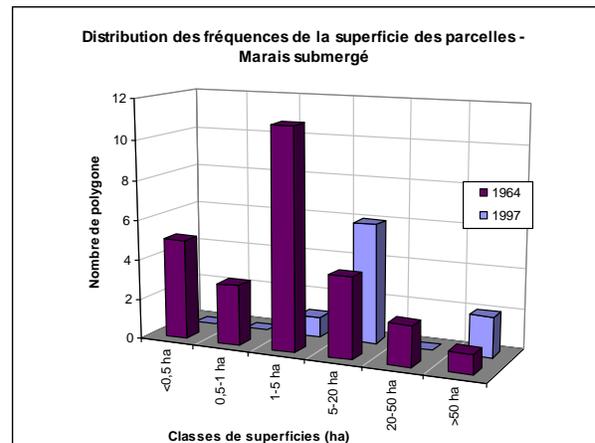
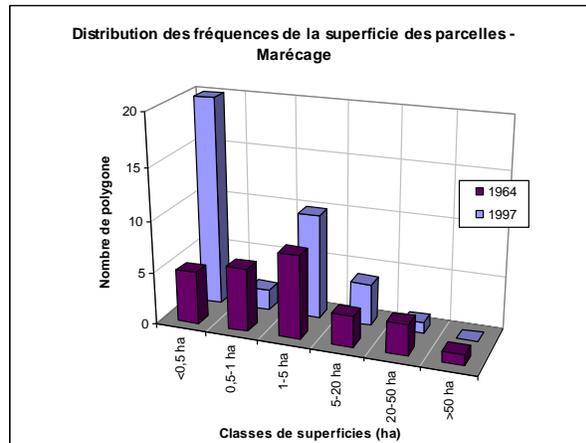
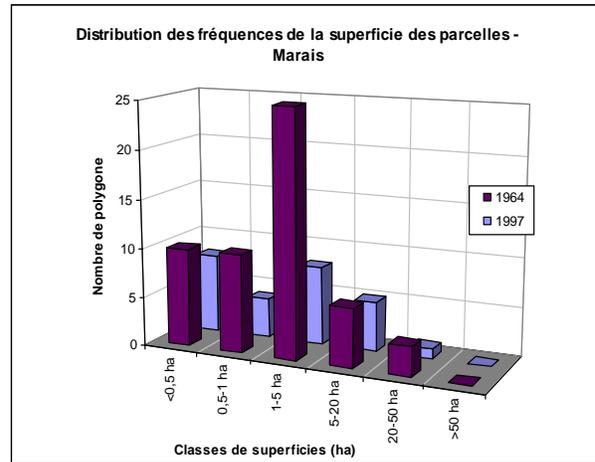
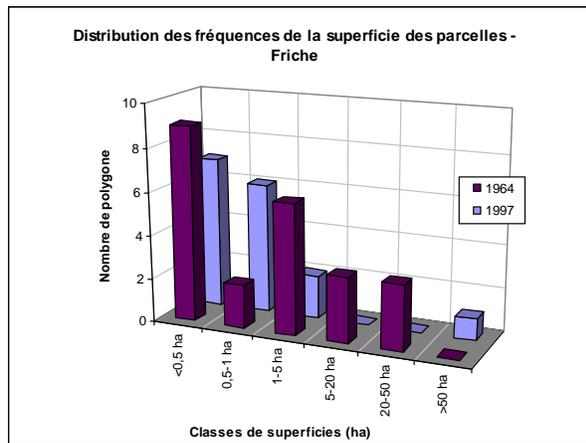
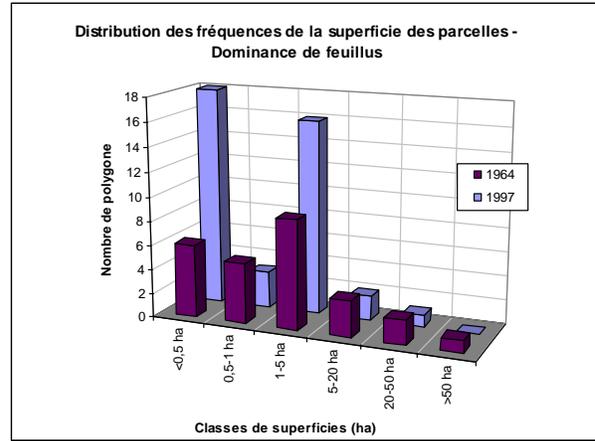
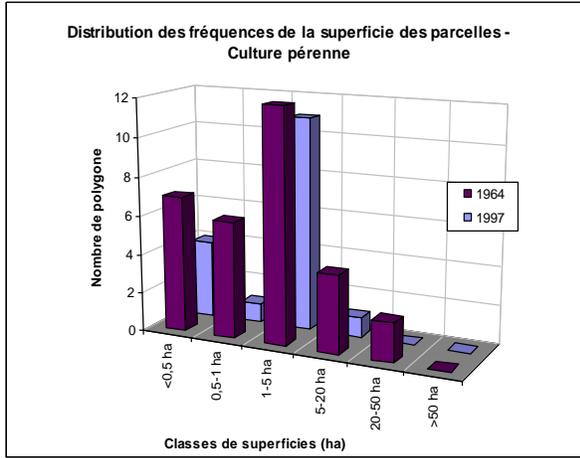


Figure 4. Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

### 3.1.3 Fonction de connectivité

La connectivité des parcelles a changé un peu entre 1964 et 1997 (figure 5). Pour les cultures pérennes, les marais, les marais submergés et les friches, la connectivité en 1997 est plus élevée qu'en 1964, surtout pour les distances de dispersion supérieures à 200-500 m. Pour des organismes au seuil de dispersion plus limité (< 200m), le degré de connectivité de ces classes d'habitat a été peu modifié. À l'opposé, les forêts feuillues et les marécages montrent une connectivité plus élevée en 1964 qu'en 1997, possiblement liée à l'augmentation du nombre de parcelles observée en 1997 par rapport à 1964 (tableau 12).

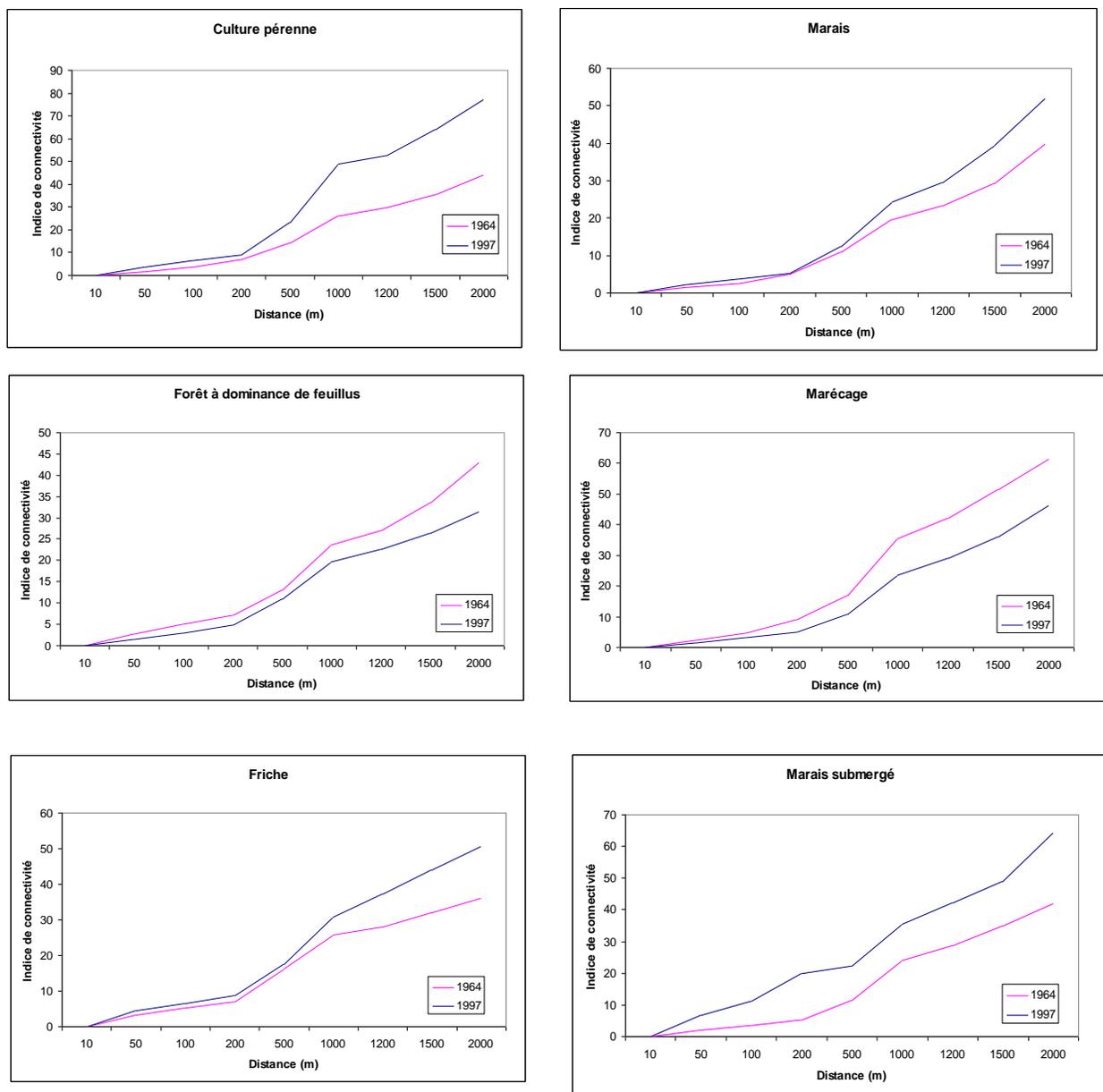


Figure 5. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

### 3.1.4 Éléments linéaires

Des éléments linéaires ne sont présents qu'à l'extérieur de la RNF des Îles-de-la-Paix et certains ne sont notés qu'à une seule période (tableau 12). Dans les zones anthropiques, on observe que les bandes riveraines arborées sont demeurées assez stables entre les deux périodes alors que les bandes riveraines herbacées et arbustives sont seulement présentes sur les photos de 1997. Les haies arborées et les fossés de drainage ont subi une légère diminution entre 1964 et 1997, probablement attribuable à la perte de milieux agricoles. En ce qui concerne les infrastructures de transport (routes et voies ferrées), elles sont restées assez stable. À noter cependant que seules les routes principales ont été numérisées, et que les routes dans les polygones anthropiques n'ont pas été considérées.

Tableau 12. Dynamique des éléments linéaires du paysage pour la RNF des Îles-de-la-Paix et la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

Indices	1964		1997	
	RNF	Extérieur RNF	RNF	Extérieur RNF
<b>Bandes riveraines (% de la zone)</b>				
Zone Anthropique	Arborée	53,5		56,7
	Arbustive	-		1,3
	Herbacée	-		34,3
	Arborée + arbustive	-		58,0
Zone Agricole	Arborée	11,9		-
	Arbustive	-		-
	Herbacée	-		-
	Arborée + arbustive	-		-
<b>Haies (m/ha surface agricole)</b>				
	Arborée	33,5		28,7
	Arbustive	-		2,4
	Arborée + arbustive	33,5		-
<b>Fossé de drainage (m/ha surface terrestre)</b>				
		1,4		0,1
<b>Transport (m/ha surface terrestre)</b>				
	Route	14,5		11,1
	Voie ferrée	5,8		7,0
	Route + Voie ferrée	20,3		18,1

## 3.2 RNF des Îles-de-Contrecœur

### 3.2.1 Dynamique du paysage et matrices de transition

La RNF des Îles-de-Contrecœur couvre une superficie de 329 ha (voir l'annexe 1 pour une carte détaillée des îles de cette RNF). La figure 6 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette RNF et en périphérie alors que la figure 7 permet de localiser où sont situés les changements observés sur le territoire. Tout comme pour la RNF des Îles-de-la-Paix, la comparaison des deux séries de données doit être faite avec précaution car les niveaux d'eau étaient très différents lors de la prise des photos au cours des deux périodes. Comme indiqué dans le tableau 13, la différence entre les moyennes journalières de niveau d'eau des périodes 1964 et 1997 est de près de 2 m. En comparaison avec la moyenne calculée pour cette même période sur un intervalle de 33 ans (0,90 m), on note que le niveau d'eau moyen de 1964 était très bas. En fait, le niveau d'eau était même sous le seuil minimum, donc considéré comme extrêmement bas (niveau négatif), alors que le niveau d'eau de 1997 était très haut (près de 1,8 m). Il faut donc porter une attention particulière à ces éléments lors de l'interprétation du changement dans la RNF des Îles-de-Contrecœur.

Tableau 13. Moyennes journalières des niveaux d'eau pour la station 15660 (Varenes)

Série	Date	Moyenne journalière (m)	Moyenne (m) des moyennes journalières pour 2 semaines autour de la date
1964	03/08/1964	-0,255	-0,211*
	06/08/1964	-0,267	
	30/08/1964	-0,17	
1997	05/06/1997	1,855	1,767
1964 à 1997	-	-	0,90 m
Différence		2,086	1,978

\*Pour la série 1964, la moyenne des moyennes journalières a été faite sur un mois (01 au 31 août 1964) plutôt que sur deux semaines compte tenu de l'intervalle de temps plus grand entre les photos.

Les milieux humides dominaient largement la RNF des Îles-de-Contrecœur en 1964 alors que les marais, marécages et marais submergés couvraient respectivement 85%, 9% et 6% de la RNF (tableau 14). En 1997, la couverture des marais a été réduite de 25% alors que les zones en eau libre et les marais submergés ont gagné 16% et 9% respectivement.

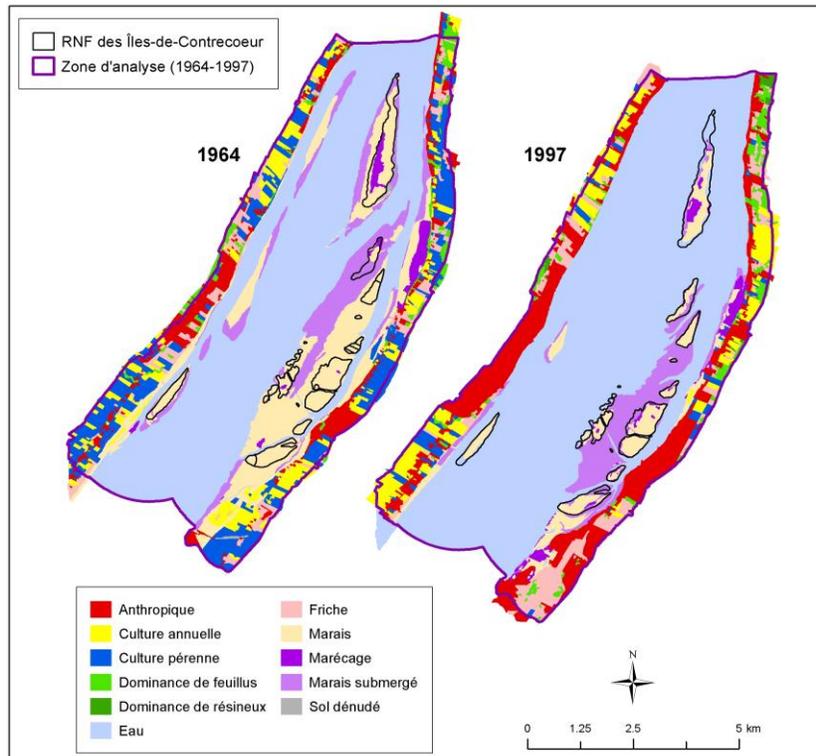


Figure 6. Occupation du sol en 1964 et 1997 pour la RNF des Îles-de-Contrecoeur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

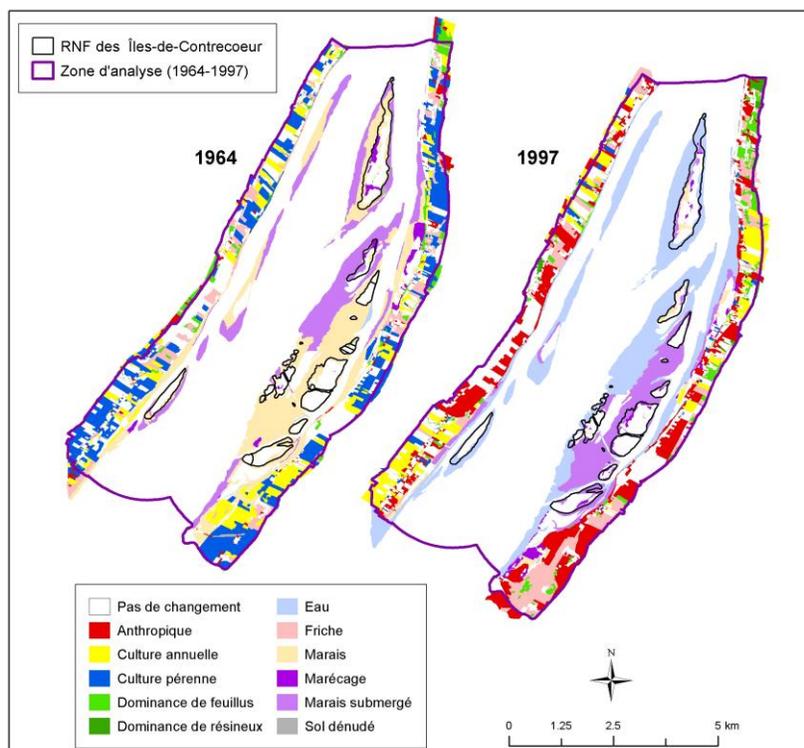


Figure 7. Changements survenus entre 1964 et 1997 dans l'occupation du sol de la RNF des Îles-de-Contrecoeur et de la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

Tableau 14. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF des Îles-de-Contrecoeur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1964	1997	Changement	1964	1997	Changement
<b>Intérieur de la RNF</b>						
<b>(329 ha)</b>						
Eau	0,89	53,90	53,01	0,27	16,37	16,10
Marais	280,04	195,92	-84,13	85,04	59,49	-25,55
Marécage	28,95	31,72	2,77	8,79	9,63	0,84
Marais submergé	18,63	47,77	29,14	5,66	14,51	8,85
Dom. Feuillus	0,34	0,00	-0,34	0,10	0,00	-0,10
Sol dénudé	0,45	0,00	-0,45	0,14	0,00	-0,14
<b>Extérieur de la RNF</b>						
<b>(2900 ha)</b>						
Anthropique	310,51	741,16	430,65	10,71	25,56	14,85
Culture annuelle	348,46	287,12	-61,34	12,02	9,90	-2,12
Culture pérenne	591,40	94,78	-496,62	20,39	3,27	-17,13
Dom. Feuillus	97,18	136,42	39,24	3,35	4,70	1,35
Dom. Résineux	0,00	21,02	21,02	0,00	0,72	0,72
Eau	10,90	798,77	787,88	0,38	27,54	27,17
Friche	222,58	288,05	65,46	7,68	9,93	2,26
Marais	786,60	125,31	-661,29	27,12	4,32	-22,80
Marécage	52,85	54,56	1,71	1,82	1,88	0,06
Marais submergé	465,80	351,03	-114,78	16,06	12,10	-3,96
Sol dénudé	13,70	1,77	-11,93	0,47	0,06	-0,41

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés indique que près de 41% du territoire de la RNF a changé de classe d'occupation du sol durant la période 1964-1997 (tableau 15). Spécifiquement, les pertes de marais se sont faites principalement au profit de l'eau libre et des marais submergés (près de 13% chacune en 1997). Plus de 3,5% des marécages ont été transformés en marais alors qu'une partie des marais submergés a été convertie en eau libre (2,3%) et en marais (2%). Fait à souligner, la classe « eau » pratiquement absente en 1964 a fait un gain global de 16% entre 1964 et 1997 (voir tableau 15).

Tableau 15. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF des Îles-de-Contrecœur. Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1997					
		Eau	Marais	Marécage	Marais submergé	TOTAL	% chgmt
1964	Dom. feuillus	0	0,04	0,04	0,02	0,1	0,1
	Eau	<b>0,23</b>	0	0	0,04	0,27	0,04
	Marais	12,93	<b>53,91</b>	5,66	12,55	85,04	31,14
	Marécage	0,81	3,53	<b>3,81</b>	0,64	8,79	4,98
	Marais submergé	2,27	2,02	0,11	<b>1,26</b>	5,66	4,4
	Sol dénudé	0,12	0	0,01	0	<b>0,14</b>	0,14
	TOTAL	16,37	59,49	9,63	14,51	100	
	% changement	16,14	5,59	5,82	13,25		<b>40,79</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 16. Matrice de transition pour les habitats situés en périphérie (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) de la RNF des Îles-de-Contrecœur. Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1997												
		Anthr.	Culture annuelle	Culture pérenne	Dom. feuillus	Dom. rés.	Eau	Friche	Marais	Marécage	Marais submergé	Sol dénudé	TOTAL	% chgmt
1964	Anthropique	<b>9,58</b>	0,11	0,13	0,42	0,01	0,08	0,38	0	0	0	0	10,71	1,13
	Culture annuelle	4,07	<b>3,2</b>	0,71	0,44	0,05	0,09	2,58	0,51	0,33	0,02	0	12,02	8,81
	Culture pérenne	5,36	6,1	<b>2,17</b>	1,24	0,05	0,13	4,93	0,32	0,04	0,03	0,03	20,39	18,22
	Dom. Feuillus	1,23	0,07	0,05	<b>1,29</b>	0,45	0,03	0,13	0	0,09	0	0,02	3,35	2,06
	Eau	0,07	0	0	0	0	<b>0,03</b>	0	0,02	0	0,25	0	0,38	0,34
	Friche	3,71	0,41	0,14	1,23	0,16	0,3	<b>1,52</b>	0,13	0,04	0,02	0	7,68	6,15
	Marais	1,46	0,01	0,03	0,05	0	11,9	0,27	<b>3,09</b>	0,5	9,81	0,01	27,12	24,04
	Marécage	0,03	0	0,04	0,01	0	0,39	0,01	0,23	<b>0,85</b>	0,26	0	1,82	0,97
	Marais submergé	0,02	0	0	0	0	14,28	0	0,03	0,02	<b>1,71</b>	0	16,06	14,35
	Sol dénudé	0,02	0	0	0,03	0	0,32	0,11	0	0	0	<b>0</b>	0,47	0,47
	TOTAL	25,56	9,9	3,27	4,7	0,72	27,54	9,93	4,32	1,88	12,1	0,06	100	0
	% changement	15,98	6,7	1,1	3,41	0,72	27,51	8,41	1,24	1,03	10,39	0,06		<b>76,56</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Le territoire analysé en périphérie de la RNF des Îles-de-Contrecoeur couvre 2900 ha soit 90% de la zone d'analyse. En 1964, les milieux terrestres étaient dominés par les cultures pérennes (20%), les cultures annuelles (12%) et les milieux anthropiques (11%) (tableau 14). Les milieux anthropiques montrent un gain de 15% entre 1964 et 1997, soit 431 ha, alors que les cultures annuelles et pérennes ont diminué de 2,2% et de 17%, respectivement. L'augmentation des milieux anthropiques s'est faite au détriment des cultures pérennes (5,4%), des cultures annuelles (4,1%) et des friches (3,7%) (tableau 16) et ce, des deux côtés du fleuve (figure 7). On observe des pertes importantes des cultures pérennes au profit des cultures annuelles (6%), des milieux anthropiques (5%) et des friches (5%, surtout sur la rive sud du fleuve, voir figure 7), ainsi qu'une conversion des cultures annuelles en milieux anthropiques (4%) et en friches (2,6%). La couverture des friches et des forêts est toutefois demeurée assez stable durant cette période. On note aussi l'apparition de forêts à dominance de résineux en 1997 (absente en 1964) possiblement due à des plantations.

Pour les milieux humides dans la zone située en périphérie de la RNF, on note une perte importante des marais et un gain des secteurs couverts en eau libre (tableau 14). De fait, 12% et 10% des secteurs couverts de marais en 1964 sont couverts en eau libre et en marais submergés en 1997, respectivement (tableau 16), probablement dû à la différence importante de niveau d'eau notée entre les deux années. Plus de 14% des marais submergés étaient couverts en eau libre en 1997. Au total, c'est près de 77% du territoire situés hors RNF qui a subi des transformations.

### 3.2.2 Indices paysagers

Les indices paysagers nous informent sur les changements survenus dans la structure du paysage entre 1964 et 1997 (tableau 17). Le nombre et la densité des parcelles ont diminué entre 1964 et 1997 pour presque toutes les classes d'habitat sauf pour les marais, marécages, eau libre et forêts. La diminution du nombre de parcelles, de la densité de parcelles et du ratio périmètre/superficie, combinée à l'augmentation de la superficie moyenne pour les milieux anthropiques et les cultures annuelles suggère que ces classes d'habitats sont moins fragmentées en 1997 qu'en 1964 et qu'elles couvrent de plus grandes superficies. On observe une tendance inverse pour les zones en eau libre, les marais et les marécages, ces habitats seraient donc plus fragmentés en 1997. De même, les cultures pérennes sont moins présentes en 1997 et étaient de plus petites tailles suggérant une fragmentation accrue. Les forêts feuillues sont demeurées relativement stables entre les deux périodes.

Contrairement aux Îles-de-la-Paix, les histogrammes de distribution des fréquences de la superficie des parcelles montrent que plusieurs parcelles d'habitat terrestres étaient supérieures à 5 ha quoique peu de parcelles étaient supérieures à 20 ha (figure 8). Plusieurs parcelles de milieux humides (marais, marécage, marais submergé) couvraient plus de 20 ha autant en 1964 qu'en 1997, le nombre de grandes parcelles de marais submergés étant plus élevé en 1964 qu'en 1997.

Tableau 17. Indices paysagers calculés pour la RNF des Îles-de-Contrecoeur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Perim/Sup		Indice de forme	
	1964	1997	1964	1997	1964	1997	1964	1997	1964	1997	1964	1997
Anthropique	133	48	2,3	15,4	2,2	0,8	16,6	18,5	345,8	173,4	3,0	3,3
Cult. annuelle	87	43	4,0	6,7	1,4	0,71	16,4	8,9	309,7	221,7	2,0	1,9
Cult. pérenne	61	43	9,7	2,2	1,0	0,71	20,7	5,8	239,1	402,5	3,5	1,8
Domi. feuillus	62	66	1,6	2,1	1,0	1,1	7,4	9,1	525,9	453,2	2,3	2,2
Eau	13	28	220,6	132,5	0,21	0,46	18,0	14,7	40,4	26,0	5,2	3,8
Friche	59	50	3,8	5,8	0,97	0,82	13,7	13,0	398,7	291,7	2,7	2,9
Marais	30	33	35,5	9,7	0,49	0,54	25,9	13,4	147,8	254,0	3,9	2,7
Marécage	12	47	6,8	1,8	0,20	0,77	3,1	6,7	231,6	468,7	2,4	2,3
Marais subm.	20	15	24,3	26,6	0,33	0,25	16,7	12,7	210,2	193,3	3,5	4,4
Sol dénudé	5	3	2,8	0,6	0,08	0,05	1,5	0,3	631,4	1035,7	2,6	2,1
Domin. résineux	0	11	-	1,9	-	0,18	-	1,2	-	402,5	-	1,7

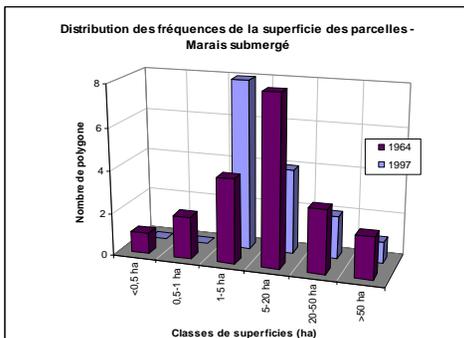
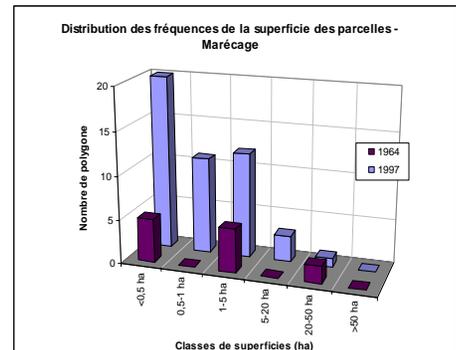
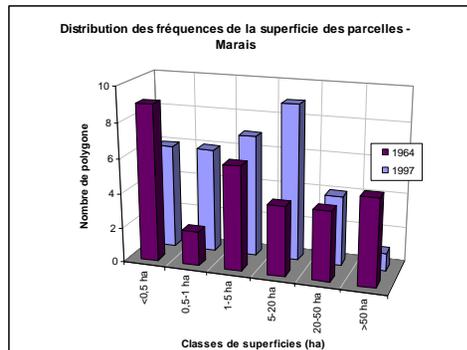
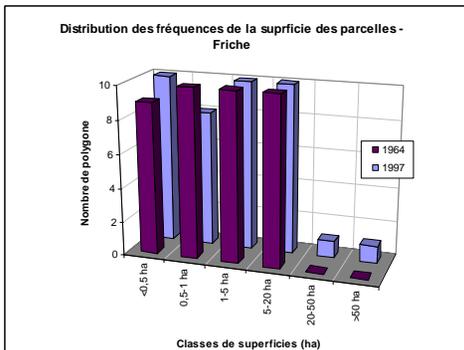
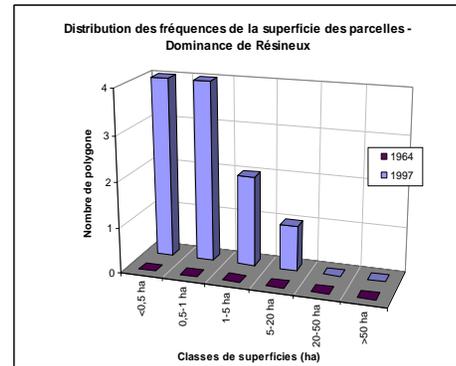
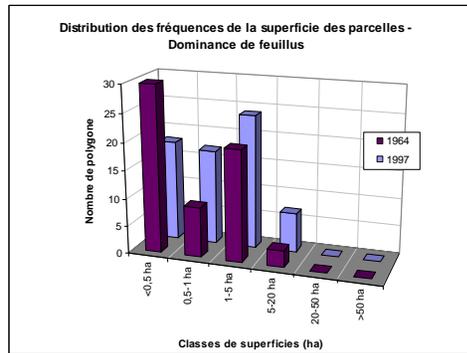
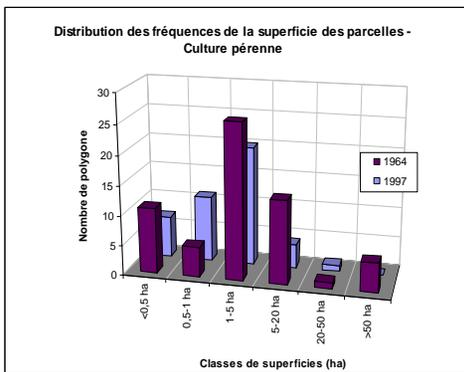


Figure 8. Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF des Îles-de-Contrecoeur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

### 3.2.3 Fonction de connectivité

Le niveau de connectivité des parcelles a changé légèrement entre 1964 et 1997 (figure 9). Pour les cultures pérennes, les friches et les marécages, la connectivité en 1997 est plus élevée qu'en 1964 pour les distances de dispersion supérieures à 200 m. Les forêts et les marais montrent des indices de connectivité similaires en 1964 qu'en 1997. Les marais submergés étaient plus connectés en 1964 pour les distances de dispersion supérieures à 500 m alors que ces parcelles étaient mieux connectées sous ce seuil de 500 m en 1997.

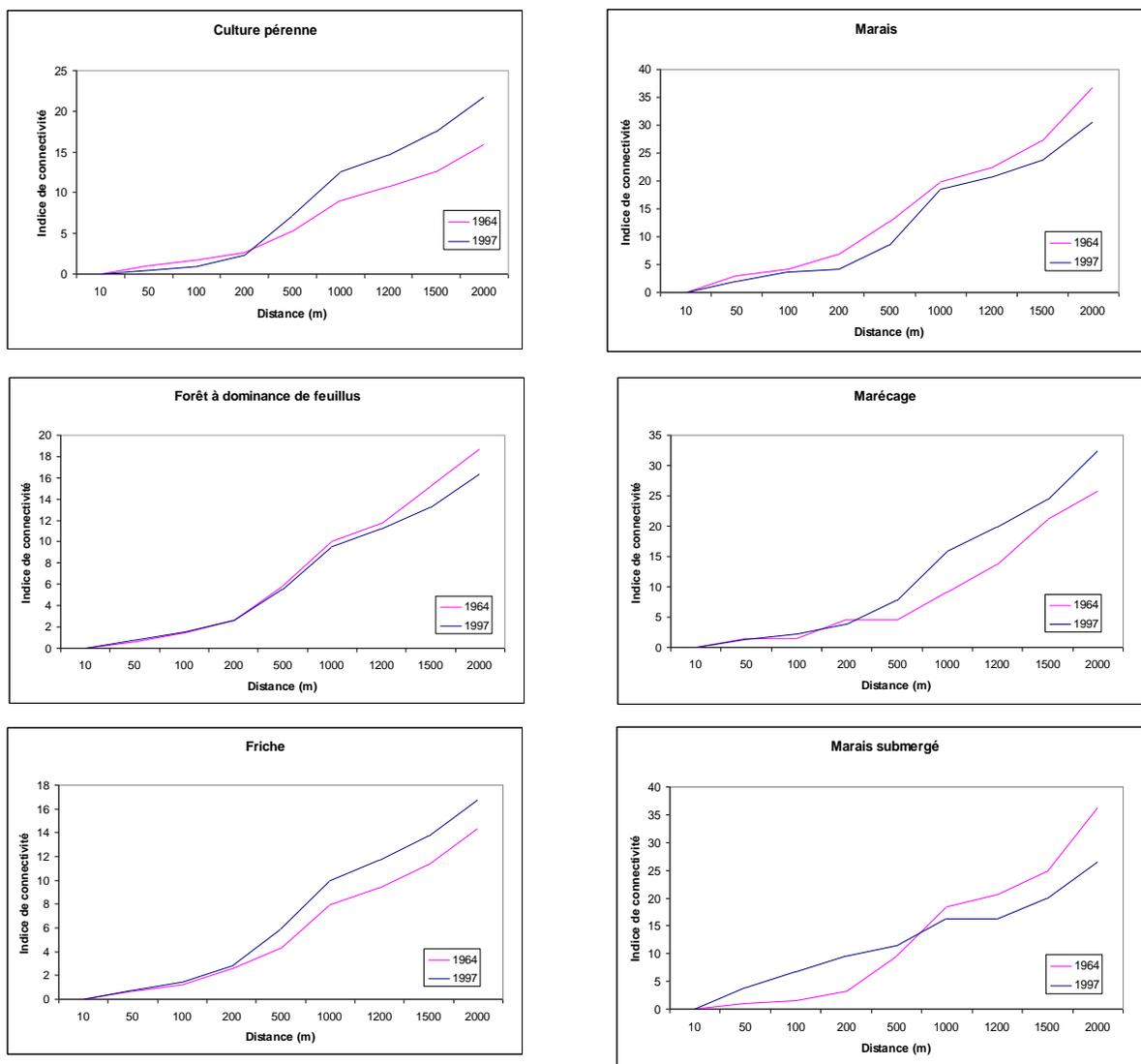


Figure 9. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

### 3.2.4 Éléments linéaires

En ce qui concerne la dynamique des éléments linéaires, on note une légère augmentation de l'importance relative des bandes riveraines herbacées et arborées en milieu anthropique entre 1964 à 1997 (tableau 18). Les bandes riveraines en milieu agricole montrent toutefois un patron inverse alors que les bandes arborées et arbustives sont disparues en 1997 et que les bandes herbacées ont diminué au cours de cette période. Les haies (arborées et arbustives) et les fossés de drainage ont par ailleurs connu une augmentation entre 1964 et 1997. En ce qui concerne les infrastructures de transport, elles ont légèrement augmenté. À noter cependant que seules les routes principales ont été numérisées, et que les routes dans les polygones anthropiques n'ont pas été considérées.

Tableau 18. Dynamique des éléments linéaires du paysage de la RNF des Îles-de-Contrecœur et la zone d'analyse (largeur variant entre 750 m et 1,5 km) entourant la RNF

Indices	1964		1997	
	RNF	Extérieur RNF	RNF	Extérieur RNF
<b>Bandes riveraines (% de la zone)</b>				
Zone Anthropique	Arborée	0,21		0,29
	Arbustive	0,01		0,01
	Herbacée	0,07		0,15
	Arborée + arbustive	0,22		0,30
Zone Agricole	Arborée	0,21		-
	Arbustive	0,02		-
	Herbacée	0,25		0,15
	Arborée + arbustive	0,23		-
<b>Haies (m/ha surface agricole)</b>				
	Arborée	11,05		26,01
	Arbustive	0,19		0,45
	Arborée + arbustive	11,24		26,46
<b>Fossé de drainage (m/ha surface terrestre)</b>		2,24		3,11
<b>Transport (m/ha surface terrestre)</b>				
	Route	9,82		13,62
	Voie ferrée	1,50		2,15
	Route + Voie ferrée	11,33		15,77

### 3.3 RNF des Îles-de-l'Estuaire

La RNF des Îles-de-l'Estuaire comprend plusieurs îles et archipels de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Les îles ou les parties d'îles incluses dans la RNF sont listées dans le tableau 19, ainsi que les superficies de celles-ci, pour une superficie totale de 332 ha. La figure 10 illustre la répartition des différentes îles sur le territoire, chacun des secteurs faisant l'objet d'une section différente ci-après.

Tableau 19. Superficies des îles incluses dans la RNF des Îles-de-l'Estuaire et de la zone tampon considérée pour l'analyse

Secteur	Superficie désignée RNF (ha)	Superficie de la zone tampon analysée à l'extérieur de la RNF excluant l'eau (ha)
îles de Kamouraska	40,4	144,7
île du Long Pèlerin	3,98	66,5
île aux Fraises	116,4	95,4
îles du Pot à l'Eau-de-Vie	11,5	187
île Blanche	148,3	43
île Bicquette	11,5	12,3
île aux Lièvres	-	914
<b>TOTAL</b>	<b>332,1</b>	<b>1462,9</b>

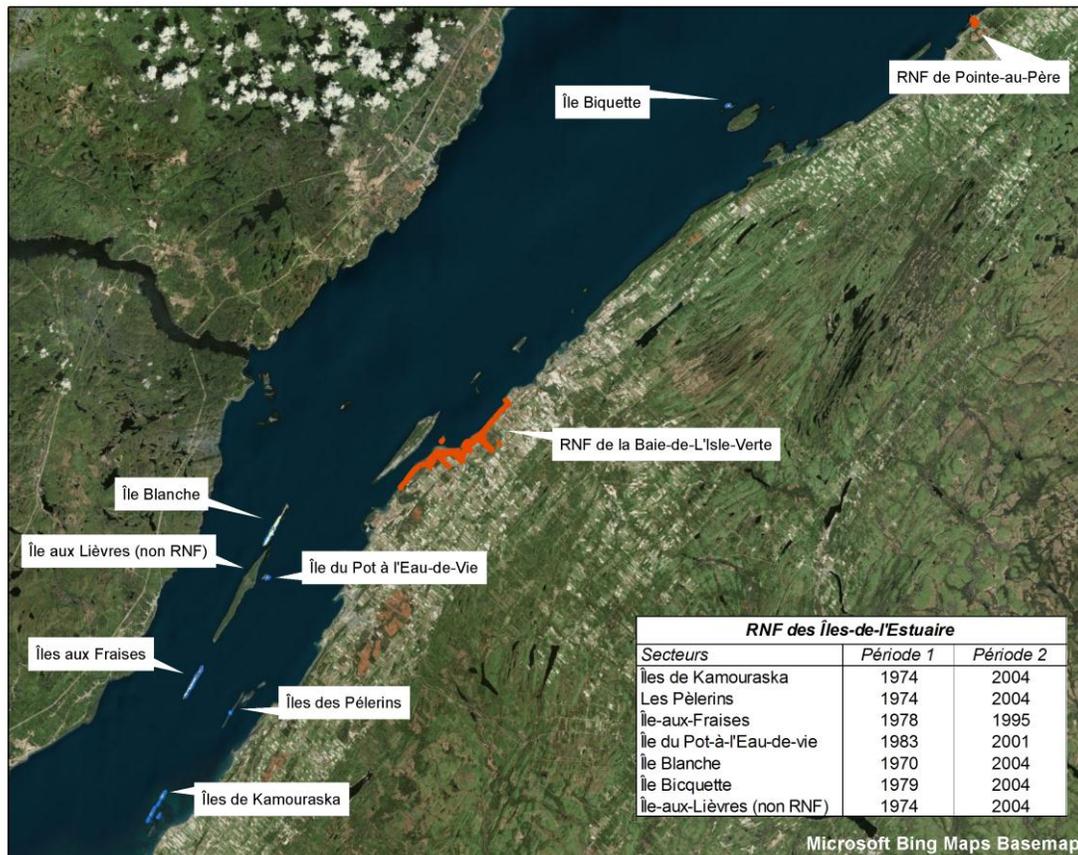


Figure 10. Les îles composant la RNF des Îles-de-l'Estuaire et années des photos analysées

Le cas de cette RNF est particulier au niveau de l'analyse des photographies aériennes car la couverture de celles-ci n'est pas uniforme sur le territoire. La disponibilité des photos étant très variable en fonction des secteurs, le pas temporel entre les deux séries de photos varie donc pour chacun. De plus, comme les RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecœur, la comparaison des séries temporelles doit être faite avec précaution car les niveaux d'eau étaient différents lors de la prise des photos. Le tableau 20 indique les différences entre les niveaux d'eau approximatifs entre la période 1 (autour de 1970-1980) et la période 2 (entre 2001 et 2004), ainsi que l'information sur l'acquisition des photos. Pour certains secteurs, l'heure de la prise des photos étant inconnue, il est ainsi impossible d'utiliser les données mesurées disponibles sur les tables de niveaux d'eau des stations de Pêches et Océans Canada pour considérer l'effet des marées. Ainsi, une estimation du niveau d'eau relatif a été faite en comparant visuellement les deux séries de photos. Dans la plupart des cas, les niveaux d'eau sont assez différents pour affecter l'interprétation. L'implication des différences de niveaux est discutée dans chacune des sections portant sur les secteurs de cette RNF.

Tableau 20. Information sur les photos, la marée et le niveau d'eau pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire, selon le secteur

Secteur	Date	Échelle	Émulsion	Marée	Niveau d'eau approximatif	Différence
Îles de Kamouraska	07-06-1974	1 :15 840	N&B	Basse	0,9 m*	Environ 40 cm
	26-06-2004	1 :15 000	IRC	Basse	1,3 m**	
Les Pèlerins	06-06-1974	1 :15 840	N&B	Basse	0,47 m*	Environ 1 m
	26-06-2004	1 :15 000	IRC	Basse	1,3 m**	
Îles du Pot à l'Eau-de-Vie	17-05-1983	1 :20 000	N&B	Basse	?	2001 plus élevé
	26-05-2001	1 :10 000	N&B	Montante	2m**	
Ile-aux-Fraises	25-08-1978	1 :40 000	N&B	Haute	?	1978 plus élevé
	1995	1 :10 000	Couleur	Basse	?	
Ile Blanche	29-05-1970	1 :40 000	N&B	Haute	?	1970 plus élevé
	26-05-2001	1 :10 000	N&B	Montante	2m**	
Ile Bicquette	07-06-1979	1 :40 000	N&B	Haute	?	Semble minimale
	26-06-2004	1 :15 000	IRC	Haute	3,4 m	
Ile aux Lièvres	06-06-1974	1 :15 840	N&B	Haute	4 m*	Environ 3 m
	26-06-2004	1 :15 000	IRC	Basse	1,3 m**	

\* Station de Rivière-du-Loup (3130)

\*\* Station de Rimouski (2985)

? L'heure de la prise de photo étant inconnue, le niveau d'eau ne peut être indiqué

### 3.3.1 Dynamique du paysage pour l'ensemble de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

L'évaluation du changement a été faite tout d'abord pour l'ensemble de la RNF des Îles-de-l'Estuaire, dont les résultats sont présentés dans le tableau 21. Les résultats sont ensuite présentés par secteur dans les sections 3.3.2 à 3.3.8. À noter que le secteur de l'île aux Lièvres a été analysé dans son ensemble (section 3.3.8), mais n'est pas comptabilisé dans la présente section car il ne fait pas partie de la RNF des Îles-de-l'Estuaire. Seules les portions de cette île incluses dans les zones tampons de 2 km autour des îles désignées RNF ont été considérées dans les résultats de cette section.

Pour l'ensemble de cette RNF, on note que les classes d'occupation du sol les plus importantes pour la période 1 (autour de 1970-1980) sont les marais, les milieux rocheux et l'eau libre (tableau 21). Pour la période 2 (entre 2001 et 2004), ce sont les milieux rocheux, les marais, le milieu forestier et la végétation basse. Les plus grands changements observés sont une perte globale de secteurs couverts en eau libre (près de 20%) et une couverture accrue des secteurs couverts en milieux rocheux (15%).

Pour la zone d'analyse située à l'extérieur des limites de la RNF, les classes occupant la plus grande superficie sur le territoire pour la période 1 sont la forêt, l'eau libre et l'eau peu profonde, ainsi que les milieux rocheux (tableau 21). Pour la période 2, ce sont la forêt, l'eau libre, les milieux rocheux et les marais. Les changements les plus importants ce sont produit pour la classe d'eau peu profonde dont la couverture a été réduite de 16%, alors que les secteurs couverts en eau libre et en marais ont augmenté de 8 à 9%.

Tableau 21. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire (ne comprend pas l'île aux Lièvres)

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	Période 1 (1970-1980)	Période 2 (2001-2004)	Changement	Période 1 (1970-1980)	Période 2 (2001-2004)	Changement
<b>Intérieur de la RNF</b>						
Anthropique	0,05	0,07	0,02	0,01	0,02	0,01
Eau	71,62	7,22	-64,39	21,53	2,17	-19,36
Eau peu profonde	11,75	17,95	6,21	3,53	5,40	1,87
Forestier	37,13	26,62	-10,51	11,16	8,00	-3,16
Arbres / arbustes	1,31	4,91	3,60	0,39	1,47	1,08
Rocheux	95,64	145,48	49,85	28,75	43,74	14,99
Marais	102,51	105,77	3,27	30,82	31,80	0,98
Végétation basse	12,66	24,62	11,96	3,81	7,40	3,59
<b>Extérieur de la RNF (ne comprend pas l'île aux Lièvres)</b>						
Anthropique	0,09	0,56	0,47	0,02	0,10	0,09
Eau	102,86	150,73	47,87	18,78	27,52	8,74
Eau peu profonde	102,08	13,09	-88,99	18,64	2,39	-16,25
Forestier	210,02	224,59	14,57	38,34	41,00	2,66
Arbres / arbustes	7,56	10,44	2,88	1,38	1,91	0,53
Rocheux	86,19	64,08	-22,11	15,73	11,70	-4,04
Marais	22,49	68,17	45,69	4,11	12,45	8,34
Végétation basse	16,49	16,11	-0,38	3,01	2,94	-0,07

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés indique que 65% du territoire désigné RNF a subi une modification durant la période 1970-2000 (tableau 22). Spécifiquement, 19% des secteurs couverts de marais à la période 1 étaient couverts de milieux rocheux à la période 2. Aussi, plusieurs secteurs couverts en eau libre à la période 1 étaient couverts de marais (10%), de milieux rocheux (7%) et d'eau peu profonde (4%) à la période 2. De plus, 9% des secteurs couverts en milieux rocheux étaient couverts de marais à la période 2. Il faut cependant interpréter ces résultats avec précaution car les niveaux d'eau sur les photos varient en fonction des secteurs et des dates d'acquisition des photos.

Tableau 22. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF des Îles-de-l'Estuaire pour tous les secteurs confondus. Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		Période 2 ('90-'00)									% chgmt
		Anthr.	Eau	Eau peu profonde	Forestier	Arbres/arbustes	Rocheux	Marais	Végétation basse	TOTAL	
Période 1 ('70-'80)	Anthropique	<b>0,01</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01
	Eau	0,00	<b>0,01</b>	3,88	0,02	0,00	7,19	10,42	0,01	21,53	21,52
	Eau peu prof.	0,00	0,16	<b>0,20</b>	0,00	0,00	0,84	2,33	0,00	3,53	3,33
	Forestier	0,00	0,03	0,01	<b>6,89</b>	0,38	1,03	0,00	2,82	11,16	4,27
	Arbres/arbustes	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,37</b>	0,00	0,00	0,03	0,39	0,03
	Rocheux	0,01	1,59	0,30	0,56	0,07	<b>15,11</b>	8,94	2,17	28,75	13,64
	Marais	0,00	0,38	0,99	0,00	0,00	19,32	<b>10,11</b>	0,01	30,82	20,70
	Végétation basse	0,01	0,00	0,01	0,53	0,66	0,26	0,00	<b>2,35</b>	3,81	1,46
	TOTAL	0,02	2,17	5,40	8,00	1,47	43,74	31,80	7,40	100	
	% changement	0,01	2,16	5,19	8,00	1,47	28,63	21,69	5,05		<b>64,95</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 23. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF des Îles-de-l'Estuaire pour tous les secteurs confondus (ne comprend pas l'île aux Lièvres). Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		Période 2 ('90-'00)									% chgmt
		Anthr.	Eau	Eau peu profonde	Forestier	Arbres/arbustes	Rocheux	Marais	Vég. basse	TOTAL	
Période 1 ('70-'80)	Anthropique	<b>0,01</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
	Eau	0,00	<b>1,34</b>	2,14	0,06	0,00	3,21	12,01	0,02	18,78	17,44
	Eau peu prof.	0,00	18,48	<b>0,06</b>	0,01	0,00	0,06	0,02	0,00	18,64	18,57
	Forestier	0,05	0,05	0,00	<b>34,65</b>	1,31	0,80	0,00	1,47	38,34	3,69
	Arbres/arbustes	0,00	0,03	0,00	1,04	<b>0,00</b>	0,09	0,00	0,22	1,38	1,38
	Rocheux	0,01	5,78	0,12	3,56	0,04	<b>5,37</b>	0,09	0,76	15,73	10,36
	Marais	0,00	1,79	0,07	0,07	0,00	1,87	<b>0,31</b>	0,01	4,11	3,80
	Végétation basse	0,03	0,04	0,00	1,62	0,56	0,30	0,00	<b>0,46</b>	3,01	2,55
	TOTAL	0,10	27,52	2,39	41,00	1,91	11,70	12,45	2,94	100	
	% changement	0,09	26,18	2,33	6,35	1,91	6,32	12,14	2,49		<b>57,80</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

En ce qui concerne la zone analysée hors RNF, c'est-à-dire 436 ha correspondant à 57% du territoire (essentiellement des milieux aquatiques au pourtour des îles et des milieux terrestres insulaires non inclus dans les limites des RNF), le tableau 23 indique un changement global de l'occupation du sol de 58%. Les principaux changements s'observent dans des secteurs autrefois couverts en eau peu profonde qui sont couverts d'eau libre (18%) à la période 2, des secteurs couverts en eau à la période 1 qui sont couverts de marais (12%) à la période 2, et plusieurs secteurs couverts de milieux rocheux à la période 1 qui sont couverts d'eau libre (6%) et de milieux forestiers (4%) à la période 2. Ici aussi, une bonne partie de ce changement est due aux différences des niveaux d'eau entre les périodes. Ces implications sont discutées plus en détails dans les sections suivantes.

En ce qui concerne les indices paysagers, ces derniers donnent de l'information sur les changements survenus dans la structure du paysage entre la période 1 et la période 2. Les indices présentés dans la section méthodologique ont été calculés pour chacun des secteurs de la RNF des Îles-de-l'Estuaire pour la zone d'analyse complète, soit la portion désignée RNF et la zone tampon, et non pas pour l'ensemble de la RNF (en combinant tous les secteurs). Cette section sera donc plutôt discutée dans les sections spécifiques aux différents secteurs de cette RNF.

Les histogrammes de distribution des fréquences de la superficie des parcelles ont été calculés pour l'ensemble de la RNF, et non pour chacun des secteurs, car ces derniers couvrent de petites superficies. La très grande majorité des parcelles d'habitat ont une petite superficie, soit moins de 0,5 ha (figure 11). Le nombre de parcelles dont la superficie est supérieure à 5 ha est très faible et ce, pour toutes les classes d'habitat, et le nombre de grandes parcelles (> 5 ha) est quasi inexistant sauf dans le cas de la classe d'eau libre.

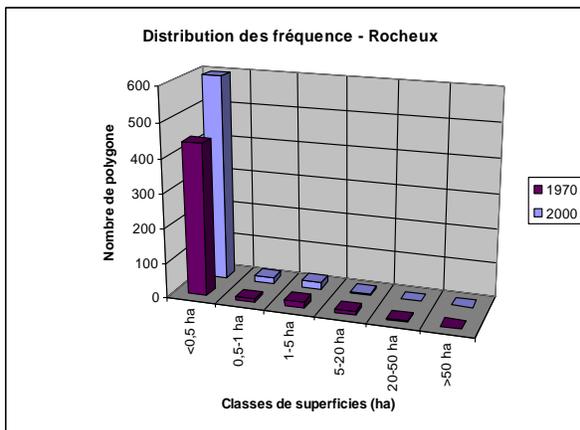
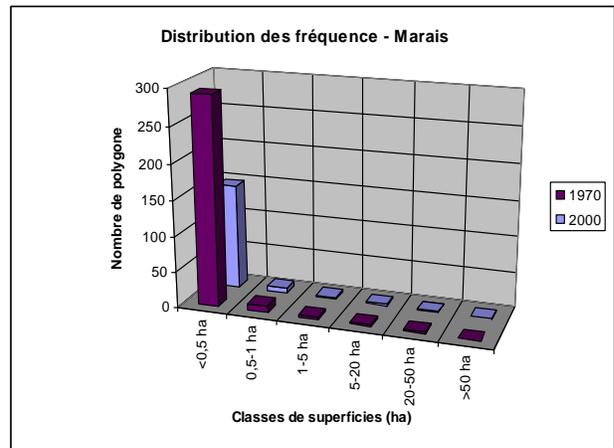
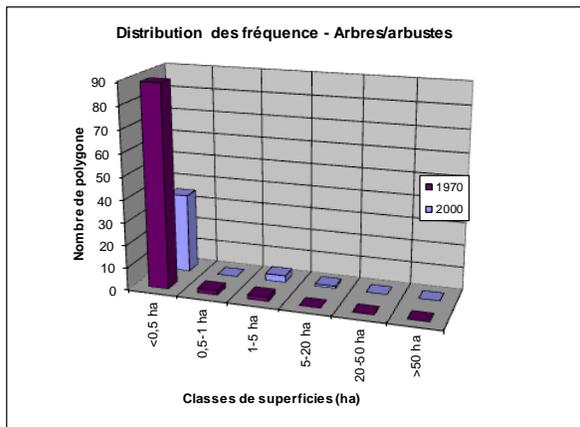
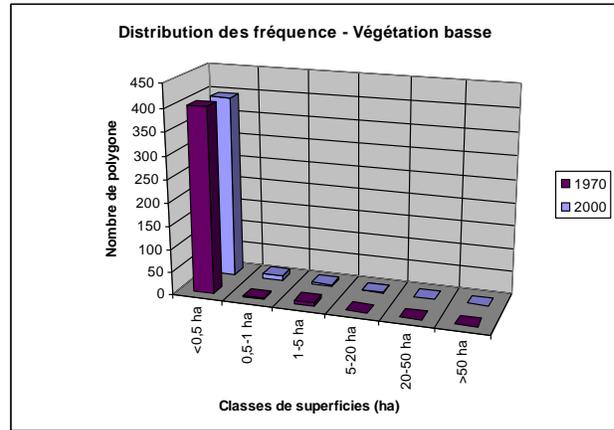
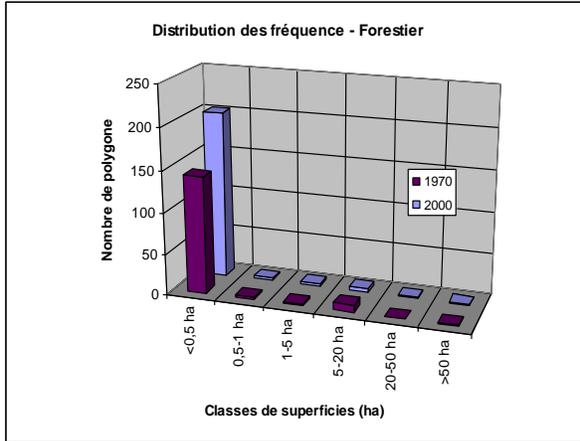


Figure 11. Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF des Îles-de-l'Estuaire, tous secteurs confondus (ne comprend pas l'île aux Lièvres)

### 3.3.2 Secteur des îles de Kamouraska

#### 3.3.2.1 *Dynamique du paysage et matrices de transition*

Le secteur des îles de Kamouraska comprend plusieurs îles qui font partie du territoire de la RNF des Îles-de-l'Estuaire. Les plus importantes en superficie sont La Grande île (18 ha) et l'île Brulée (14 ha). Les autres îles faisant partie de la RNF sont l'île de la Providence (4 ha), Les Rochers aussi appelé les Rochers de l'Ouest (2,8 ha) et trois îles sans nom pouvant parfois être nommées Les Rochers de l'Est (1,3 ha). La superficie totale désignée RNF dans le secteur des îles de Kamouraska est donc de 40,4 ha. La figure 12 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette portion de RNF et en périphérie alors que la figure 13 permet de localiser les changements observés entre 1974 et 2004. Les deux séries de photos ont été acquises à marée basse. Cependant pour l'année 2004, le niveau d'eau est d'environ 40 cm plus élevé (tableau 20), ce qui amène quelques changements sur le rivage des îles.

Le secteur des îles de Kamouraska est un milieu naturel très peu affecté par l'anthropisation. Comme on peut le voir dans le tableau 24, la portion terrestre du territoire à l'intérieur et à l'extérieur de la RNF est principalement forestière et rocheuse. Les éléments anthropiques observés consistent principalement en des bâtiments isolés sur quelques îles (de la Providence, aux Patins, aux Corneilles).

Pour les parties désignées RNF on note qu'en 1974 le territoire était dominé par la forêt (56%) et les milieux rocheux (40%), alors qu'en 2004, ces deux classes couvraient des superficies semblables (33% pour la forêt et 32% pour les milieux rocheux), auxquelles s'ajoute une forte couverture de la végétation basse (25%).

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés indique que 46% du territoire désigné RNF a subi une modification durant la période 1974-2004 (tableau 25). Spécifiquement, la forêt a perdu du terrain au profit de la végétation basse (18%) et des milieux rocheux (8%). Les marais et l'eau peu profonde qui étaient présents en bordure des îles en 1974 ne sont plus observés en 2004 en raison du niveau d'eau plus élevé à cette période. On note d'ailleurs que 8% des secteurs couverts de milieux rocheux en 1974 sont couverts d'eau libre en 2004.

Le territoire analysé en périphérie du territoire désigné comme RNF dans le secteur des îles de Kamouraska couvre 144,7 ha soit 68% de la zone d'analyse. Comme pour tous les secteurs, les portions d'eau libre où aucun changement n'a été noté n'ont pas été comptabilisées dans la superficie de la zone tampon analysée. En 1974, les milieux terrestres étaient dominés par les milieux rocheux (13%), la forêt (8%) et la végétation basse (1%) (tableau 24) alors que l'eau peu profonde couvrait 70% du territoire analysé. En 2004, les milieux forestier et rocheux comptent pour 8% et 3% respectivement, alors que l'eau libre domine le territoire avec 87%. On note d'ailleurs que plusieurs endroits en eau libre en 2004 étaient couverts d'eau peu profonde (70%) et de milieux rocheux (9%) en 1974 (tableau 26). Les marais présents en 1974 ne sont plus observés en 2004 (perte de 3%). Au total, c'est 86% du territoire des îles de Kamouraska situé hors de la RNF qui a subi des modifications de l'occupation du sol. Si on combine le territoire complet, c'est-à-dire l'intérieur et l'extérieur de la RNF, c'est 77% du territoire qui présente des changements entre 1974 et 2004. La différence de niveaux d'eau explique la plupart des changements observés entre les périodes.

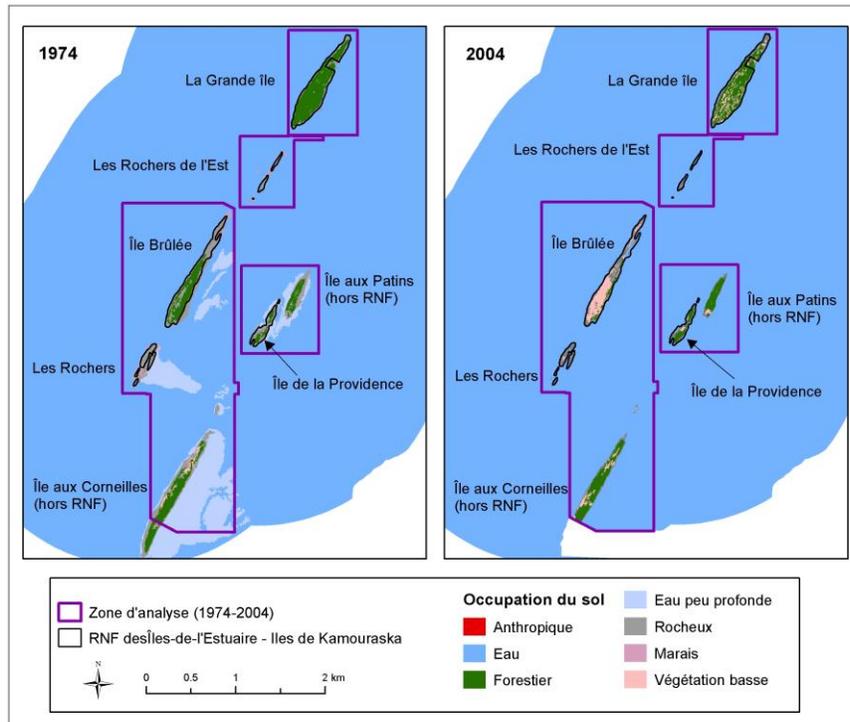


Figure 12. Occupation du sol en 1974 et 2004 du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

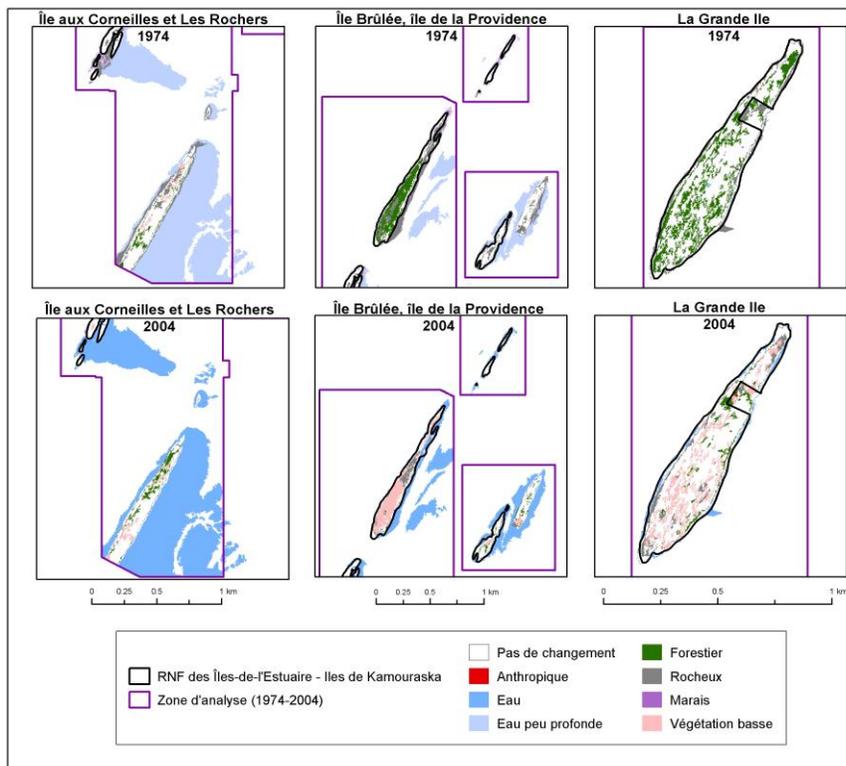


Figure 13. Changement survenu entre 1974 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Tableau 24. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur des îles de Kamouraska, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1974	2004	Changement	1974	2004	Changement
<b>Intérieur de la RNF (40 ha)</b>						
Anthropique	0,02	0,02	0,00	0,06	0,06	0,00
Eau	0,20	4,14	3,94	0,51	10,47	9,96
Forestier	22,30	13,06	-9,24	56,39	33,01	-23,38
Eau peu profonde	0,38	0,00	-0,38	0,97	0,00	-0,97
Rocheux	15,83	12,47	-3,36	40,02	31,53	-8,49
Marais	0,81	0,00	-0,81	2,05	0,00	-2,05
Végétation basse	0,00	9,86	9,86	0,00	24,93	24,93
<b>Extérieur de la RNF (145 ha)</b>						
Anthropique	0,02	0,07	0,05	0,02	0,05	0,03
Eau	7,36	125,75	118,40	5,08	86,87	81,78
Forestier	10,92	11,79	0,87	7,54	8,14	0,60
Eau peu profonde	101,21	0,00	-101,21	69,91	0,00	-69,91
Rocheux	18,89	4,59	-14,30	13,05	3,21	-9,84
Marais	4,84	0,00	-4,84	3,34	0,00	-3,34
Végétation basse	1,55	2,50	0,95	1,07	1,73	0,65

Tableau 25. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004						% chgmt
		Anthropique	Eau	Forestier	Rocheux	Végétation basse	TOTAL	
1974	Anthropique	<b>0,06</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
	Eau	0,00	<b>0,00</b>	0,06	0,40	0,06	0,51	0,51
	Forestier	0,00	0,06	<b>30,80</b>	7,61	17,93	56,39	25,60
	Eau peu profonde	0,00	0,74	0,00	0,23	0,00	0,97	0,97
	Rocheux	0,00	8,19	2,16	<b>22,78</b>	6,88	40,02	17,24
	Marais	0,00	1,48	0,00	0,51	0,06	2,05	2,05
	TOTAL	0,06	10,47	33,02	31,53	24,93	100,00	
	% changement	0,00	10,47	2,22	8,75	24,93		<b>46,36</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 26. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement entre les classes et le changement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004						% chgmt
		Anthropique	Eau	Forestier	Rocheux	Végétation basse	TOTAL	
1974	Anthropique	<b>0,02</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
	Eau	0,00	<b>5,04</b>	0,00	0,05	0,00	5,08	0,05
	Forestier	0,00	0,02	<b>6,55</b>	0,34	0,64	7,54	0,99
	Eau peu profonde	0,00	69,72	0,03	0,16	0,00	69,90	69,90
	Rocheux	0,01	8,90	0,98	<b>2,49</b>	0,67	13,05	10,56
	Marais	0,00	3,20	0,00	0,12	0,02	3,34	3,34
	Végétation basse	0,02	0,00	0,59	0,06	<b>0,40</b>	1,07	0,67
	TOTAL	0,04	86,87	8,15	3,21	1,73	0,04	
% changement		0,03	81,83	1,60	0,73	1,32	0,03	<b>85,51</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.3.2.2 Indices paysagers

Le tableau 27 présente les indices paysagers calculés pour le secteur des îles de Kamouraska, exposant une certaine information sur les changements survenus dans la structure du paysage entre 1974 et 2004. L'augmentation du nombre de parcelles combinée à l'augmentation de la densité de parcelles et des lisières et à la diminution de la superficie moyenne des classes de forêt et de végétation basse indique une fragmentation du paysage pour ces habitats. De plus, la forme des parcelles de forêt est moins compacte et régulière en 2004, alors que le changement est beaucoup plus faible pour la végétation basse. La densité des parcelles de végétation basse montre une forte hausse, affectant du coup la densité de lisières. Les milieux rocheux montrent une faible baisse de la superficie moyenne des parcelles mais le nombre de parcelles, la densité des parcelles et des lisières, ainsi que l'indice de forme sont demeurés relativement stables. Les marais et l'eau peu profonde n'étant notés que lors de la première période, il n'est pas possible d'évaluer l'évolution des indices pour ces classes d'habitat.

Tableau 27. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004
Anthropique	5	12	0,01	0,01	0,63	1,5	0,27	0,55	5000	6576,6	1,1	1,3
Eau	29	19	21,9	39,2	3,6	2,4	62,3	28,0	107,4	56,7	6,7	3,8
Eau peu prof.	51	0	1,7	-	6,4	-	55,1	-	522,4	-	5,0	-
Forestier	28	72	1,2	0,34	3,5	9,0	30,5	46,4	735,3	1521,3	4,5	9,1
Rocheux	88	86	0,39	0,21	11,0	10,8	67,9	55,1	1578,9	2462,2	7,7	7,7
Vég. basse	18	183	0,09	0,07	2,3	22,9	6,6	43,5	3379,2	2743,1	4,2	4,8
Marais	103	0	0,05	-	12,9	-	27,5	-	3919,7	-	4,4	-

### 3.3.2.3 Fonction de connectivité

Dans le secteur des îles de Kamouraska, la connectivité des forêts et des milieux rocheux est demeurée stable au cours des deux périodes (figure 14). Cependant, la connectivité des zones couvertes de végétation basse en 2004 est beaucoup inférieure à celle de 1974 à partir de la distance de dispersion de 50 m. Le faible nombre de parcelles de végétation basse en 1974 invite toutefois à la prudence lors de l'interprétation de ce graphique. L'évolution de la connectivité des marais ne peut être évaluée puisque aucun marais n'était présent en 2004.

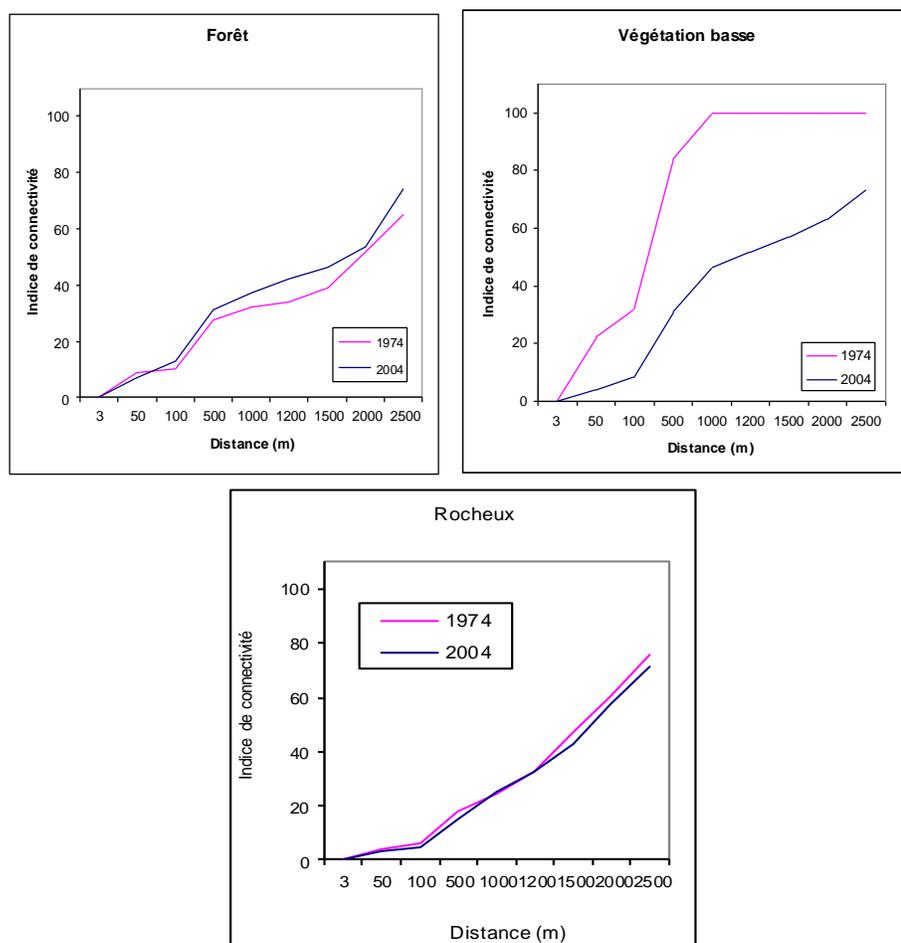


Figure 14. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur des îles de Kamouraska (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

### 3.3.3 Secteur des Pèlerins

#### 3.3.3.1 Dynamique du paysage et matrices de transition

L'archipel des Pèlerins comprend plusieurs îles, dont une partie désignée RNF est située sur le Long Pèlerin. La zone hors RNF analysée pour ce secteur couvre une partie du Long Pèlerin et presque la totalité du Petit Pèlerin (au sud). La figure 15 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette portion de RNF et en périphérie alors que la figure 16 permet de localiser les changements observés entre 1974 et 2004.

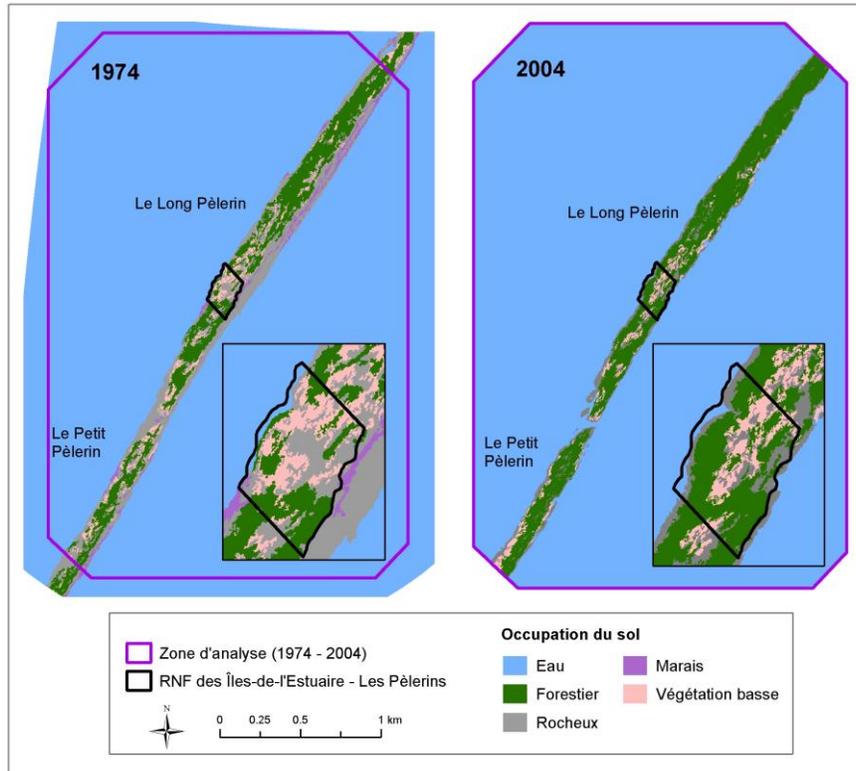


Figure 15. Occupation du sol en 1974 et 2004 du secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

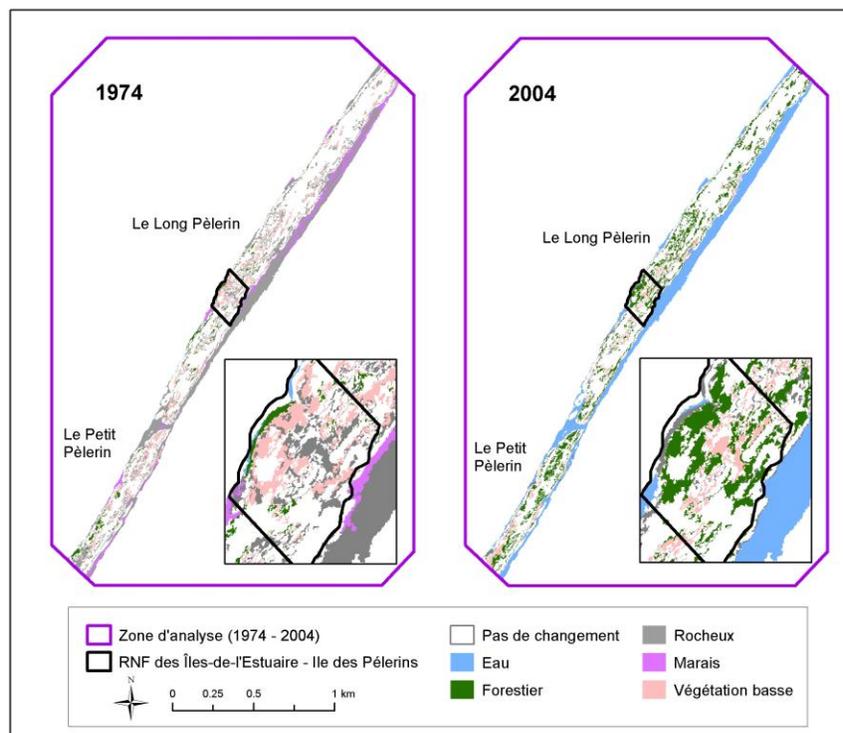


Figure 16. Changement survenu entre 1974 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Les deux séries de photos ont été acquises à marée basse, cependant le niveau d'eau est près de 1 m plus élevé pour l'année 2004 (tableau 20). Cela amène donc quelques changements sur la côte rocheuse de l'île qui n'auraient peut-être pas été présents si le niveau d'eau avait été plus bas en 2004.

La portion de la RNF située sur le Long Pèlerin est faible, soit 4 ha. Le tableau 28 indique les classes d'occupation du sol présentes sur le territoire intérieur et extérieur de la RNF. Pour la partie du territoire désignée RNF, le territoire était dominé en 1974 en parts pratiquement égales par la forêt (37%), les milieux rocheux (32%) et la végétation basse (30%), alors qu'en 2004, la dominance est surtout forestière (73%) avec une présence de milieux rocheux (17%).

Tableau 28. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur des Pèlerins, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1974	2004	Changement	1974	2004	Changement
<b>Intérieur de la RNF</b>						
<b>(4 ha)</b>						
Eau	0,05	0,09	0,05	1,26	2,26	1,00
Forestier	1,46	2,90	1,44	36,68	72,86	36,18
Rocheux	1,26	0,68	-0,59	31,66	16,96	-14,70
Marais	0,02	0,00	-0,02	0,57	0,00	-0,57
Végétation basse	1,19	0,32	-0,87	29,84	7,91	-21,93
<b>Extérieur de la RNF</b>						
<b>(66,5 ha)</b>						
Eau	0,14	16,00	15,86	0,21	24,43	24,22
Forestier	27,07	28,91	1,84	41,36	61,09	19,73
Rocheux	27,4525	4,14	-23,31	41,94	6,34	-35,60
Marais	4,165	0,00	-4,17	6,36	0,00	-6,36
Végétation basse	6,63	5,33	-1,30	10,13	8,15	-1,99

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés indique que près de 64% du territoire de la RNF a subi une modification durant la période 1974-2004 (tableau 29). Spécifiquement, la forêt a gagné du terrain au dépend des milieux rocheux (20%) et de la végétation basse (24%). Les marais en bordure de l'île qui étaient présents en 1974 ne sont pas observés en 2004 à cause du niveau d'eau plus élevé à cette période.

Le territoire analysé en périphérie du territoire désigné comme RNF sur Les Pèlerins couvre 66,5 ha soit 94% de la zone d'analyse. En 1974, les milieux terrestres étaient dominés par les milieux rocheux (42%), la forêt (41%) et la végétation basse (10%) (tableau 28). La couverture des milieux forestiers et de l'eau s'est accrue de 20% et 24% respectivement entre 1974 et 2004, alors que la couverture des milieux rocheux et des marais a diminué de 36% et de 6%, respectivement. Le gain des forêts s'est fait principalement au détriment des milieux rocheux (20%) et de la végétation basse (7%) (tableau 30). L'augmentation de la couverture en eau libre s'observe dans des secteurs couverts en milieux rocheux (18%) et en marais (6%) en 1974. Au total, c'est 63% du territoire situé hors de la RNF qui a subi des modifications de l'occupation du sol. Si on combine le territoire complet, c'est-à-dire à

l'intérieur et à l'extérieur de la RNF, c'est 63% du territoire qui présente des changements entre 1974 et 2004.

Tableau 29. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur du Long Pèlerin (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004					
		Eau	Forestier	Rocheux	Végétation basse	TOTAL	% chgmt
1974	Eau	<b>0,00</b>	1,26	0,00	0,00	1,26	1,26
	Forestier	0,00	<b>27,64</b>	2,26	6,78	36,68	9,05
	Rocheux	1,70	20,35	<b>8,48</b>	1,13	31,66	23,18
	Marais	0,57	0,00	0,00	0,00	0,57	0,57
	Végétation basse	0,00	23,62	6,22	<b>0,00</b>	29,84	29,84
	TOTAL	2,26	72,86	16,96	7,91	100	
	% changement	2,26	45,23	8,48	7,91		<b>63,88</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 30. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur du Long Pèlerin (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004					
		Eau	Forestier	Rocheux	Végétation basse	TOTAL	% chgmt
1974	Eau	<b>0,00</b>	0,21	0,00	0,00	0,21	0,21
	Forestier	0,03	<b>33,35</b>	1,20	6,77	41,36	8,01
	Rocheux	18,21	19,80	<b>3,21</b>	0,72	41,94	38,73
	Marais	5,84	0,52	0,00	0,00	6,36	6,36
	Végétation basse	0,34	7,21	1,92	<b>0,65</b>	10,13	9,49
	TOTAL	24,43	61,09	6,34	8,15	100	
	% changement	24,43	27,74	3,13	7,49		<b>62,79</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.3.3.2 Indices paysagers

Les indices calculés pour la période de 1974 et 2004 dans le secteur des Pèlerins sont présentés au tableau 31. Les classes d'eau, de forêt et de milieux rocheux montrent une augmentation du nombre de parcelles, alors que c'est l'inverse pour les classes de végétation basse et de marais. Pour la classe forestière et les milieux rocheux, on note aussi une augmentation de la densité de parcelles, et une diminution de la superficie moyenne des parcelles et de la densité des lisières suggérant une fragmentation accrue de ces classes d'habitat. Les parcelles de milieux rocheux sont aussi plus compactes en 2004 qu'en 1974.

La classe de végétation basse montre une diminution très importante du nombre et de la densité des parcelles, de même que de la densité des lisières, alors que la superficie

moyenne montre une légère augmentation en 2004. On note aussi une légère augmentation de l'indice de forme indiquant des parcelles de formes plus irrégulières en 2004.

Tableau 31. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004
Eau	2	8	334,6	85,6	0,27	1,08	15,1	17,8	32,9	35,1	1,5	2,3
Forestier	48	61	0,60	0,59	6,5	8,3	53,3	49,3	1372,2	1021,5	9,7	11
Rocheux	195	247	0,15	0,05	26,4	33,4	89,0	60,3	2266,1	3582,2	16,8	5,8
Vég. basse	315	105	0,02	0,05 2	42,6	14,2	49,5	31,4	4992,0	4301,6	3,5	5,8
Marais	76	0	0,05	-	10,3	-	21,8	-	3960,2	-	4,4	-

### 3.3.3.3 Fonction de connectivité

Dans le secteur des Pèlerins, la connectivité est demeurée assez stable au cours des deux périodes pour toutes les classes d'habitats (figure 17). L'évolution de la connectivité pour la classe de marais ne peut être évaluée puisque cette dernière n'est présente que pour la période 1974.

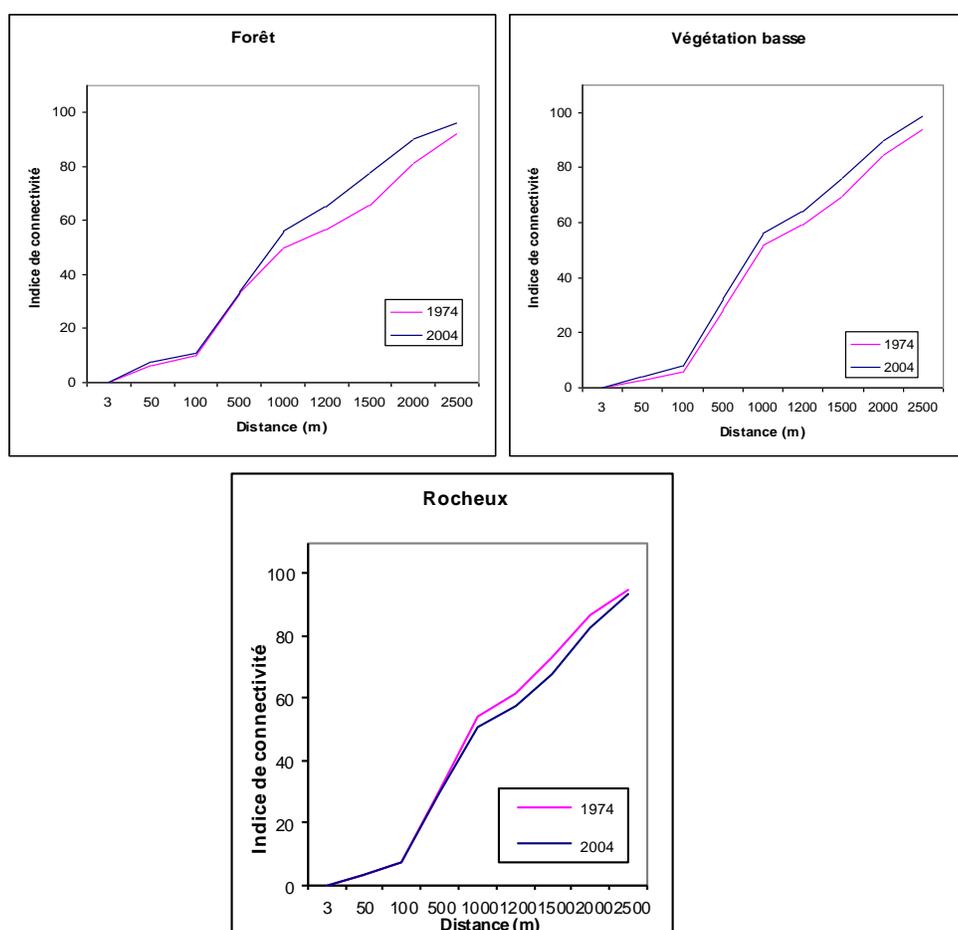


Figure 17. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur des Pèlerins (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

### 3.3.4 Secteur de l'île aux Fraises

#### 3.3.4.1 *Dynamique du paysage et matrices de transition*

Le secteur de l'île aux Fraises est constitué de l'île aux Fraises, du récif de l'île aux Fraises, du bouton du récif de l'île aux Fraises et de la batture de l'île au Fraises, couvrant au total 116 ha. Ce sont des îles passablement dénudées dont la végétation occupe seulement les points les plus élevés, le reste consiste en des battures. La disponibilité des données dans ce secteur étant très limitée, nous avons utilisé deux séries de photos à échelle et émulsion différentes (tableau 20). Puisque les îles sont situées dans le fleuve, il importe de connaître les niveaux d'eau lors de la prise des photos aériennes pour comparer les séries temporelles. Cependant, l'heure de la prise des photos étant inconnue pour les deux séries, il est impossible de déterminer avec précision la différence entre le niveau d'eau de 1978 et celui de 1995. Toutefois, la comparaison entre les deux séries de photos nous indique que le niveau de 1978 est sensiblement plus élevé que celui de 1995. La figure 18 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette portion de RNF et en périphérie alors que la figure 19 permet de localiser les changements observés entre 1978 et 1995.

Le tableau 32 présente les classes d'occupation du sol observées sur le territoire intérieur et extérieur de la RNF. Pour la partie du territoire désignée RNF, la couverture était dominée en 1978 par les marais (48%), les milieux rocheux (26%) et l'eau libre (20%), alors qu'en 1995, les milieux rocheux dominaient largement couvrant 87% du territoire.

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés indique que 71% du secteur de l'île aux Fraises désigné RNF a subi une modification durant la période 1978-1995 (tableau 33). En particulier, 47% des secteurs couverts de marais et 17% des secteurs en eau libre en 1978 étaient couverts de milieux rocheux en 1995. La classe d'eau peu profonde présente en 1995 n'est pas observée en 1978 à cause de la différence des niveaux d'eau. Du côté des classes terrestres, on note une augmentation de la superficie occupée par les arbres et arbustes qui passe de 1,3 ha en 1978 à 2,5 ha en 1995, en raison entre autre de la régénération de secteurs autrefois couverts de végétation basse.

Le territoire analysé en périphérie du territoire désigné comme RNF dans le secteur de l'île aux Fraises couvre 95 ha, soit 45% de la zone analysée. En 1978, ce secteur était dominé par l'eau libre (89%) et les marais (11%), alors qu'en 1995 la dominance est en marais (65%) et en milieux rocheux (23%) tel qu'indiqué dans le tableau 32. Les marais, les milieux rocheux et l'eau peu profonde montrent un gain de 55%, 23% et 12% respectivement entre 1978 et 1995, alors que l'eau libre a subi une perte de 89%. Tous les secteurs couverts en eau libre en 1978 étaient couverts de marais (65%), de milieux rocheux (13%) et d'eau peu profonde (12%) en 1995 (tableau 34). On note ainsi qu'au total, c'est 99% du territoire situé hors de la RNF dans le secteur des îles aux Fraises qui a subi des modifications de l'occupation du sol. Si on combine le territoire complet, c'est-à-dire à l'intérieur et à l'extérieur de la RNF, c'est 84% du territoire qui présente des changements entre 1978 et 1995.

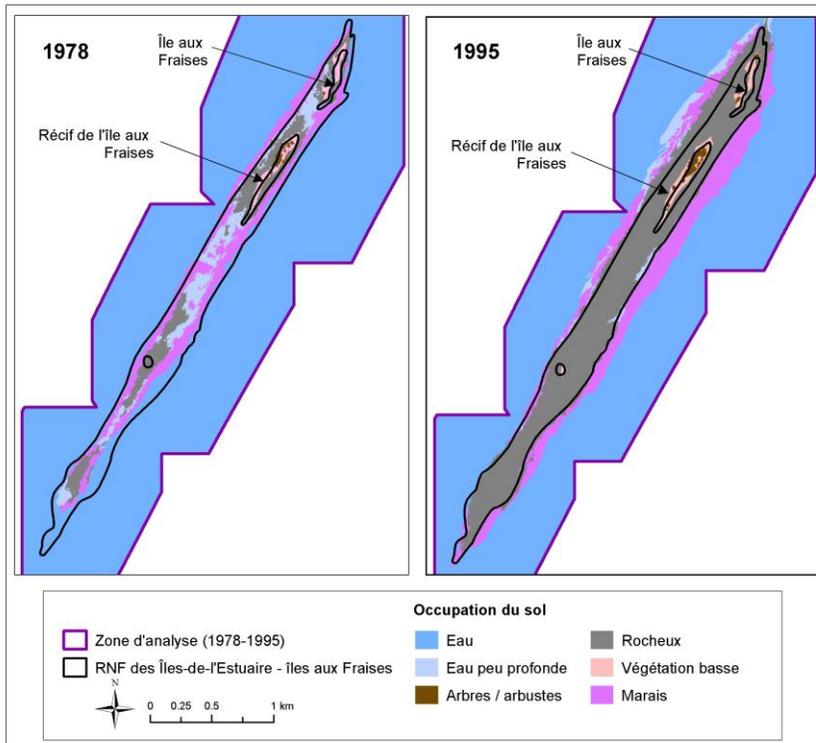


Figure 18. Occupation du sol en 1978 et 1995 du secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

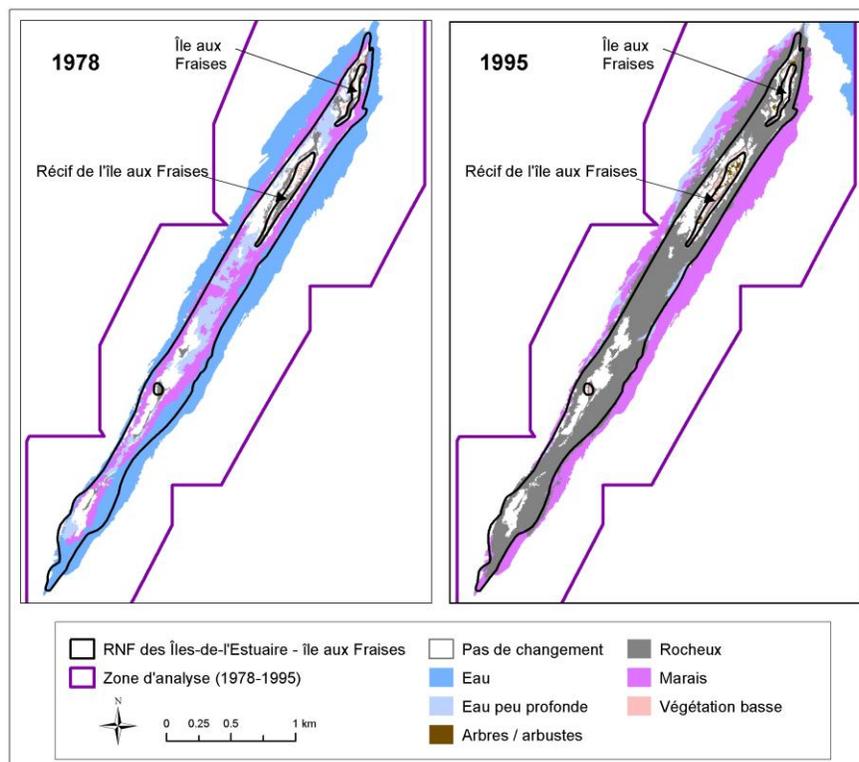


Figure 19. Changement survenu entre 1978 et 1995 dans l'occupation du sol du secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Tableau 32. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île aux Fraises, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1978	1995	Changement	1978	1995	Changement
<b>Intérieur de la RNF (116 ha)</b>						
Arbres/arbustes	1,31	2,52	1,22	1,11	2,15	1,04
Eau	23,64	1,08	-22,56	20,15	0,92	-19,23
Eau peu profonde	0,00	1,37	1,37	0,00	1,17	1,17
Rocheux	30,92	102,21	71,29	26,35	87,12	60,77
Marais	56,23	3,98	-52,25	47,92	3,39	-44,53
Végétation basse	5,24	6,17	0,93	4,47	5,25	0,78
<b>Extérieur de la RNF (95 ha)</b>						
Eau	85,03	0,00	-85,03	89,15	0,00	-89,15
Eau peu profonde	0,00	11,21	11,21	0,00	11,75	11,75
Marais	10,13	62,26	52,13	10,62	65,27	54,65
Rocheux	0,23	21,94	21,71	0,24	22,99	22,75

Tableau 33. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur de l'île de aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1995							% chgmt
		Arbres/arbustes	Eau	Eau peu profonde	Rocheux	Marais	Végétation basse	TOTAL	
1978	Arbres/arbustes	<b>1,04</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	1,11	0,08
	Eau	0,00	<b>0,00</b>	0,69	16,93	2,53	0,00	20,15	20,15
	Rocheux	0,13	0,90	0,00	<b>23,41</b>	0,00	1,90	26,35	2,94
	Marais	0,00	0,02	0,48	46,54	<b>0,86</b>	0,02	47,92	47,06
	Végétation basse	0,98	0,00	0,00	0,23	0,00	<b>3,26</b>	4,47	1,21
	TOTAL	2,15	0,92	1,17	87,12	3,39	5,25	100	
	% changement	1,11	0,92	1,17	63,70	2,53	1,99		<b>71,43</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 34. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur de l'île de aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1995				% chgmt
		Eau peu profonde	Rocheux	Marais	TOTAL	
1978	Eau	11,53	12,75	64,86	89,14	89,14
	Rocheux	0,00	<b>0,24</b>	0,00	0,24	0,00
	Marais	0,21	10,01	<b>0,40</b>	10,62	10,22
	TOTAL	11,75	22,99	65,26	100	
	% changement	11,75	22,76	64,86		<b>99,37</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.3.4.2 Indices paysagers

Les indices paysagers calculés pour le secteur de l'île aux Fraises sont présentés au tableau 35. Pour la classe de végétation basse, on note une augmentation du nombre de parcelles combinée à une augmentation de la densité de parcelles et des lisières et une diminution de la superficie moyenne, indiquant une fragmentation du paysage pour cet habitat. La classe d'arbres et arbustes montre une légère augmentation du nombre de parcelles, de la superficie moyenne, de la densité de parcelles et de lisières. Pour les milieux rocheux, le nombre de parcelles est assez stable, cependant on note une bonne augmentation de la superficie moyenne. En ce qui concerne les marais, le nombre de parcelles a diminué un peu, tout en montrant une augmentation de la superficie moyenne et de la densité des lisières. Pour l'ensemble des classes, la forme des parcelles n'a pas subi de changements majeurs d'une période à l'autre.

Tableau 35. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1978	1995	1978	1995	1978	199	1978	1995	1978	1995	1978	1995
						5						
Eau	18	4	31,3	113,7	2,7	0,60	27,7	29,3	62,4	79,6	3,7	4,2
Eau peu prof.	70	42	0,30	0,30	10,5	6,30	49,4	30,5	1545,2	1606,1	7,6	4,7
Arbres / arbustes	8	11	0,15	0,22	1,20	1,7	4,0	5,3	2304,3	1459,8	3,2	3,2
Rocheux	29	30	1,05	4,14	4,4	4,5	41,4	49,3	906,9	264,7	6,3	7,2
Vég. basse	6	12	0,86	0,51	0,90	1,8	10,3	12,4	1328,5	1351,8	5,5	4,1
Marais	48	41	0,95	1,62	7,2	6,1	66,4	71,5	969,0	717,0	7,9	7,7

### 3.3.4.3 Fonction de connectivité

Les marais du secteur de l'île aux Fraises semblent moins bien connectés en 1995 qu'en 1978 (figure 20). Bien que les parcelles couvertes d'arbres et arbustes, de végétation basse et de milieux rocheux semblent mieux connectées en 1978 qu'en 1995, le faible nombre de parcelles de ces classes d'habitat invite toutefois à la prudence lors de l'interprétation des graphiques.

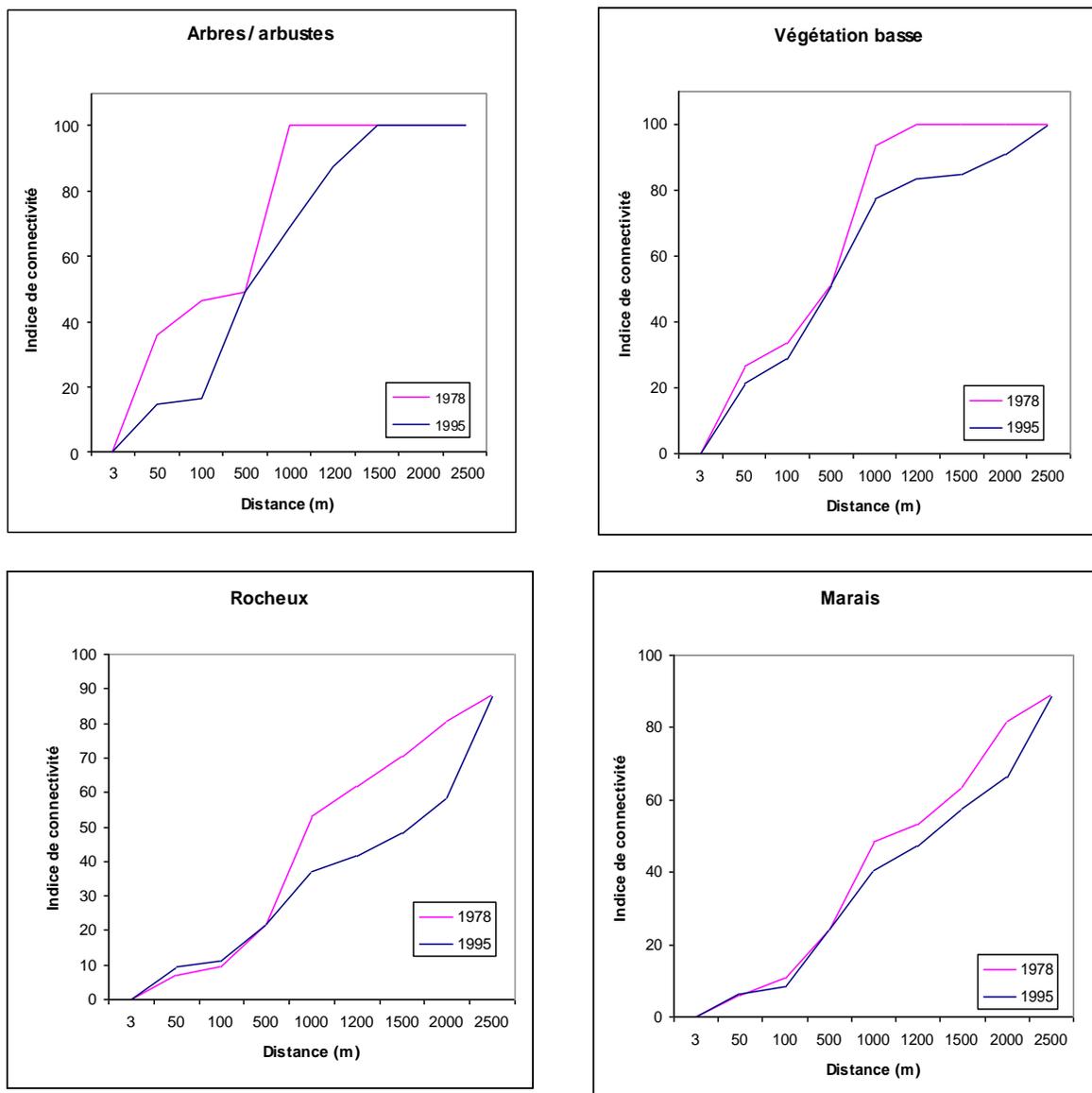


Figure 20. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île aux Fraises (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

### 3.3.5 Secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie

#### 3.3.5.1 *Dynamique du paysage et matrices de transition*

Le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie comprend trois îles, soit Le Pot du Phare, Le Gros Pot et le Petit Pot. C'est près de la totalité du Pot du Phare qui est désignée RNF, les deux autres îles ainsi qu'une partie de l'île aux Lièvres font partie de la zone d'analyse. La superficie du territoire désigné RNF est de 11,5 ha et ne comprend pas les aménagements de la société Duvetnor (phare, auberge, quai de débarquement). La figure 21 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette portion de RNF et en périphérie alors que la figure 22 permet de localiser les changements observés entre 1983 et 2001.

Les photos utilisées pour faire l'interprétation de l'occupation du sol ont été acquises pour les deux séries pendant le mois de mai. L'heure de prise de la photo de 1983 n'étant pas connue, nous ne pouvons qu'estimer visuellement le niveau d'eau par rapport à la photo de 2001. En 1983, la marée semble basse alors qu'en 2001 la marée est montante (environ 2 m).

Le tableau 36 présente les classes d'occupation du sol observées sur le territoire intérieur et extérieur de la RNF. Pour la partie du territoire désignée RNF, la couverture était dominée en 1983 par les milieux rocheux (40%), le milieu forestier (33%) et la végétation basse (19%), alors qu'en 2001, la dominance est partagée entre les milieux rocheux (30%), le milieu forestier (29%) et les arbres et arbustes (18%).

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés (tableau 37) indique que 47% du territoire des îles du Pot à l'Eau-de-Vie désigné RNF a subi une modification durant la période 1983-2001. En particulier, la végétation basse a perdu du terrain au profit des arbres et arbustes (8%) et de la forêt (7%). Certains (7%) secteurs couverts de milieux rocheux en 1983 étaient couverts d'eau libre en 1983 en raison de la différence des niveaux d'eau. Aussi, on observe une conversion de plusieurs milieux forestiers (9%) et de végétation basse (8%) en arbres et arbustes au cours de la période. Les marais et l'eau peu profonde sont quant à eux restés relativement stable d'une période à l'autre.

Le territoire analysé en périphérie de celui désigné comme RNF dans le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie couvre 187 ha, soit 94% de la zone analysée. En 1983 et 2001, ce secteur était dominé par le milieu forestier (plus ou moins 80% dans les deux cas) et les milieux rocheux (10% en 1983 et 8% en 2001) (tableau 36). Le changement n'est que de 19% pour la zone à l'extérieur de la RNF (tableau 38), montrant des pertes ou des gains de l'ordre de 3% et moins pour les classes les plus touchées. Le gain pour la classe des arbres et arbustes s'est fait au dépend du milieu forestier (3,8%, voir tableau 36).

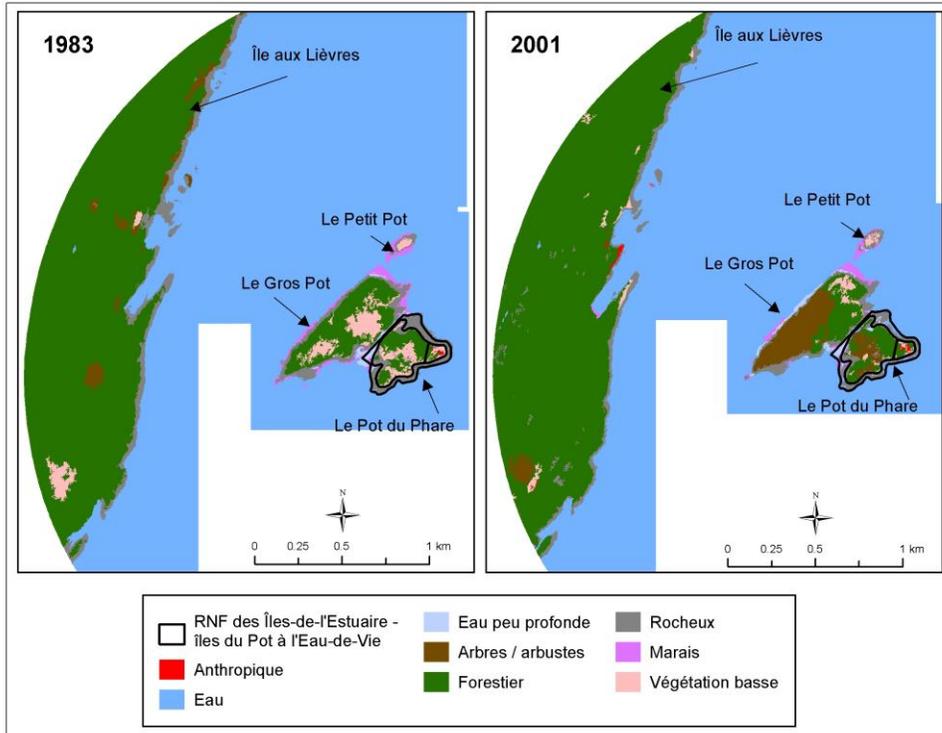


Figure 21. Occupation du sol en 1983 et 2001 du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

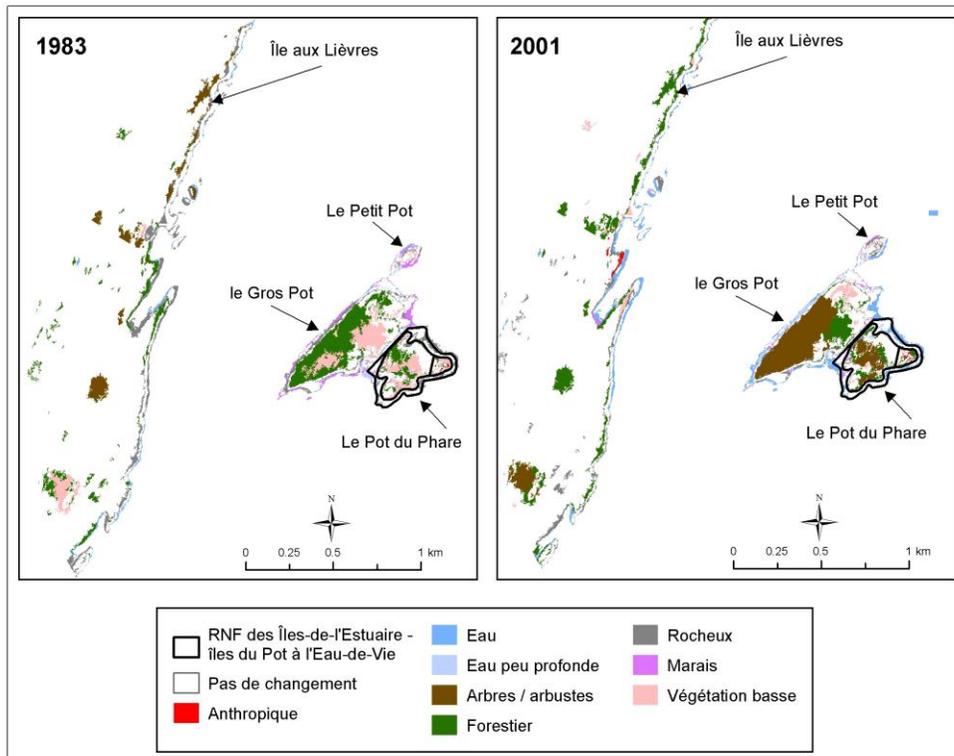


Figure 22. Changement survenus entre 1983 et 2001 dans l'occupation du sol du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Tableau 36. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1983	2001	Changement	1983	2001	Changement
<b>Intérieur de la RNF (11,5 ha)</b>						
Eau	0,02	1,04	1,01	0,19	8,95	8,75
Eau peu profonde	0,72	1,01	0,29	6,23	8,75	2,53
Forestier	3,83	3,35	-0,47	33,07	28,99	-4,09
Arbres / arbustes	0,00	2,05	2,05	0,00	17,70	17,70
Rocheux	4,61	3,44	-1,17	39,88	29,77	-10,12
Marais	0,20	0,32	0,11	1,75	2,72	0,97
Végétation basse	2,18	0,36	-1,82	18,87	3,11	-15,76
<b>Extérieur de la RNF (187 ha)</b>						
Anthropique	0,0675	0,45	0,38	0,04	0,24	0,20
Eau	1,8675	5,69	3,83	1,00	3,04	2,04
Eau peu profonde	0,7875	1,19	0,41	0,42	0,64	0,22
Forestier	151,8075	149,63	-2,18	81,11	79,95	-1,17
Arbres / arbustes	4,1625	10,44	6,28	2,22	5,58	3,35
Rocheux	17,8875	14,58	-3,31	9,56	7,79	-1,77
Marais	3,195	1,89	-1,31	1,71	1,01	-0,70
Végétation basse	7,38	3,29	-4,10	3,94	1,76	-2,19

Tableau 37. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2001							TOTAL	% chgmt
		Eau	Eau peu profonde	Forestier	Arbres/arbustes	Rocheux	Marais	Végétation basse		
1983	Eau	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,19	0,19
	Eau peu profonde	0,58	<b>4,86</b>	0,00	0,00	0,19	0,58	0,00	6,23	1,36
	Forestier	0,58	0,39	<b>20,62</b>	9,14	1,36	0,00	0,97	33,07	12,45
	Rocheux	7,39	2,92	1,75	0,39	<b>25,29</b>	1,36	0,78	39,88	14,59
	Marais	0,39	0,19	0,00	0,00	0,39	<b>0,78</b>	0,00	1,75	0,97
	Végétation basse	0,00	0,39	6,61	8,17	2,33	0,00	<b>1,36</b>	18,87	17,51
	TOTAL	8,95	8,75	28,99	17,70	29,77	2,72	3,11	100	
	% changement	8,95	3,89	8,37	17,70	4,47	1,95	1,75		<b>47,08</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 38. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2001									
		Anthr.	Eau	Eau peu profonde	Forestier	Arbres/arbustes	Rocheux	Marais	Vég. basse	TOTAL	% chgmt
1983	Anthropique	<b>0,02</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,01
	Eau	0,00	<b>0,01</b>	0,04	0,07	0,00	0,82	0,05	0,01	1,00	0,99
	Eau peu prof.	0,00	0,17	<b>0,18</b>	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,42	0,24
	Forestier	0,14	0,13	0,00	<b>74,53</b>	3,82	1,60	0,01	0,88	81,11	6,59
	Arbres/arbustes	0,00	0,02	0,00	2,02	<b>0,00</b>	0,13	0,00	0,05	2,22	2,22
	Rocheux	0,01	2,03	0,32	1,70	0,12	<b>4,81</b>	0,25	0,31	9,56	4,75
	Marais	0,00	0,67	0,10	0,01	0,00	0,24	<b>0,01</b>	0,67	1,71	1,03
	Vég. basse	0,06	0,00	0,00	1,62	1,64	0,14	0,48	<b>0,00</b>	3,94	3,46
	TOTAL	0,24	3,04	0,64	79,95	5,58	7,79	1,01	1,76	100	
	% chgmt	0,22	3,03	0,46	5,42	5,58	2,98	0,34	1,27		<b>19,30</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.3.5.2 Indices paysagers

Le tableau 39 présente les changements survenus dans la structure du paysage entre 1983 et 2001 dans le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie. On note une augmentation du nombre de parcelles combinée à une augmentation de la densité de parcelles et des lisières et une diminution de la superficie moyenne pour les milieux rocheux, indiquant que ces milieux sont plus nombreux en 2001 mais que chaque parcelle couvre généralement une plus petite surface.

La classe forestière n'indique pas de grands changements, les indices étant relativement stables d'une période à l'autre. Pour la classe des arbres et arbustes, on note une faible diminution du nombre de parcelles combinée à une légère augmentation de la superficie moyenne alors qu'on observe l'inverse pour la classe de végétation basse. Pour la classe de marais, on note une diminution de la densité des lisières.

Tableau 39. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1983	2001	1983	2001	1983	2001	1983	2001	1983	2001	1983	2001
Anthropique	7	19	0,02	0,02	1,2	3,1	0,8	2,6	4352,6	3970,4	1,7	2,5
Eau	16	29	25,8	14,4	2,6	4,8	29,7	29,4	67,2	66,0	3,3	3,2
Eau peu prof.	9	17	0,18	0,13	1,5	2,8	4,9	8,6	1911,8	2450,2	4,4	3,7
Forestier	56	52	2,8	2,9	9,2	8,5	57,8	53,9	255,1	244,6	4,7	5,0
Arbres/arbustes	37	25	0,12	0,50	6,1	4,1	14,8	18,6	2131,1	901,0	3,2	4,2
Rocheux	78	158	0,29	0,12	12,8	25,9	58,0	64,4	1592,3	2174,0	5,5	5,4
Vég. basse	51	63	0,18	0,05	8,4	10,3	30,5	17,9	1982,0	3232,3	5,1	3,3
Marais	29	39	0,11	0,06	4,8	6,4	14,9	10,1	2796,0	2806,2	3,7	3,0

### 3.3.5.3 Fonction de connectivité

Dans le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie, l'indice de connectivité entre les parcelles d'habitat a été calculé pour les classes de forêt, d'arbres et arbustes, les milieux rocheux, la végétation basse et les marais (figure 23). La connectivité des arbres/arbustes, de la végétation basse et des marais est plus élevée en 1983 qu'en 2001 pour les distances de dispersion supérieures à 100 m ou 500 m. La connectivité des milieux forestiers et rocheux est demeurée relativement stable entre les deux périodes.

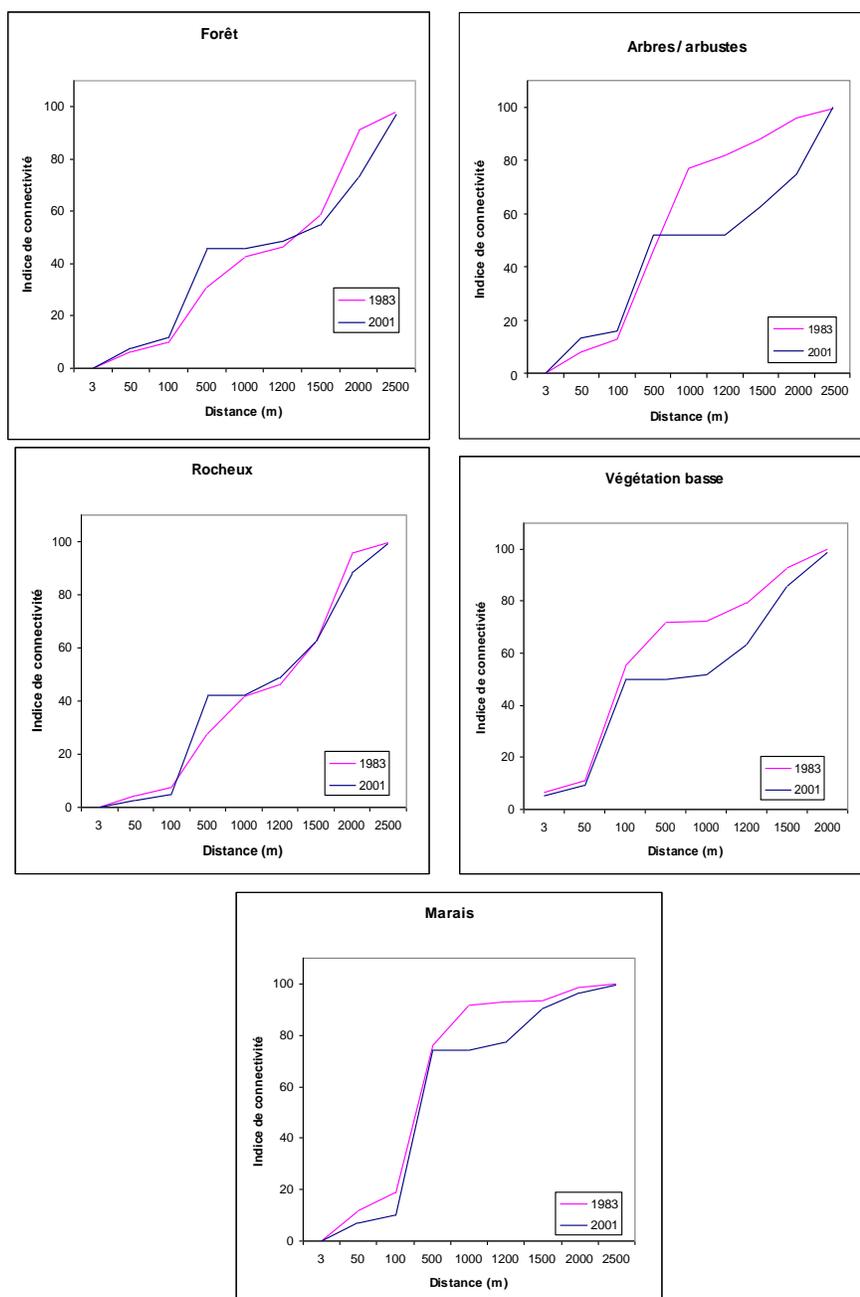


Figure 23. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

### 3.3.6 Secteur de l'île Blanche

#### 3.3.6.1 *Dynamique du paysage et matrices de transition*

Le secteur de l'île Blanche est localisé tout juste à l'est de la pointe de l'île aux Lièvres et consiste principalement en une grande batture. On y retrouve l'île Blanche et le récif de la Passe, plus petits en superficie que la batture de l'île Blanche. La partie désignée RNF a une superficie totale de 207 ha. Cependant, la couverture de photographies aériennes dans le secteur étant assez limitée, ce n'est pas toute la RNF dans ce secteur qui a pu être analysée. La portion couverte par les photos de 1970 et 2001 couvre 148 ha, soit 72% du territoire RNF du secteur de l'île Blanche. La zone tampon autour de l'île Blanche inclut la pointe de l'île aux Lièvres. La figure 24 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette portion de RNF et en périphérie alors que la figure 25 permet de localiser les changements observés entre 1970 et 2001.

Les photos utilisées pour faire l'interprétation de l'occupation du sol ont été acquises pour les deux séries pendant le mois de mai (tableau 20). Des échelles différentes ont été utilisées pour les photos de 1970 et 2001. À noter que l'échelle de 1/40 000 disponible pour l'année 1970 limite un peu l'interprétation des photos. De plus, l'heure de prise de cette photo n'étant pas connue, nous ne pouvons qu'estimer visuellement le niveau d'eau par rapport à la photo de 2001. En 1970, la marée semble haute alors qu'en 2001 la marée est montante (environ 2 m). Le niveau relatif de l'eau est donc plus élevé en 1970 qu'en 2001, ce qui affecte l'occupation du sol.

Le tableau 40 présente les classes d'occupation du sol observées sur le territoire intérieur et extérieur de la RNF. Pour la partie du territoire désignée RNF, la couverture était dominée en 1970 par l'eau libre (32%), les marais (30%) et les milieux rocheux (28%), alors qu'en 2001, les marais dominent (68%) suivis des milieux rocheux (17%) et de l'eau peu profonde (11%). À noter que le milieu terrestre de l'île Blanche est demeuré couvert de végétation basse durant les deux périodes (figure 23).

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés (tableau 41) indique que 69% du territoire de l'île Blanche désigné RNF a subi une modification durant la période 1970-2001. En particulier, plusieurs secteurs couverts en eau en 1970 étaient couverts en marais (21%) et en eau peu profonde (8%) en 2001, tandis que 20% des secteurs couverts de milieux rocheux en 1970 étaient couverts de marais en 2001. Quelques zones (6%) couvertes de marais de 1970 étaient couvertes de milieux rocheux en 2001. La classe des arbres et arbustes observée en 2001 n'était pas présente en 1970 et se trouve dans des secteurs autrefois couverts de végétation basse.

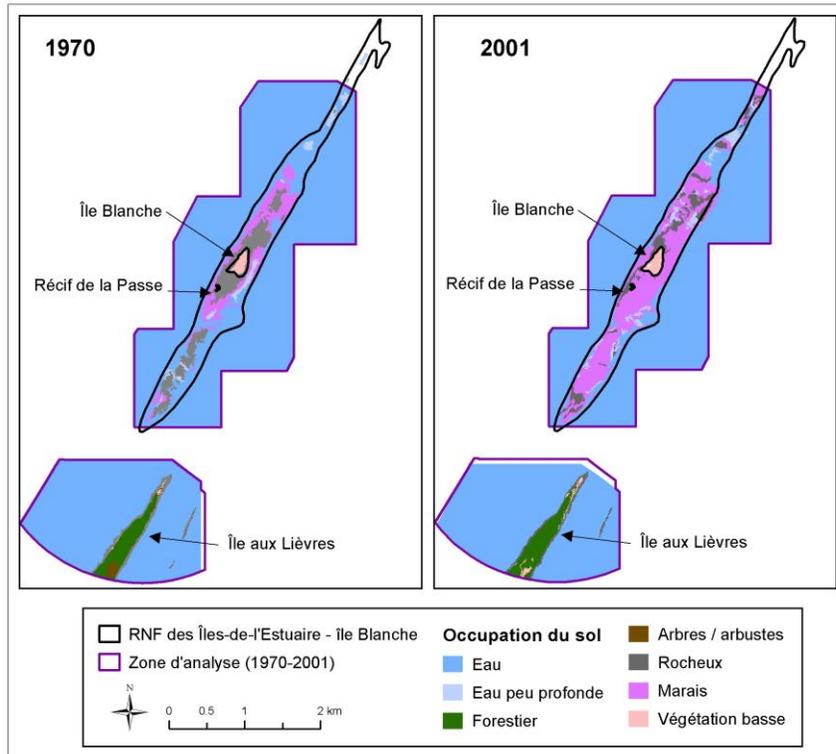


Figure 24. Occupation du sol en 1970 et 2001 du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

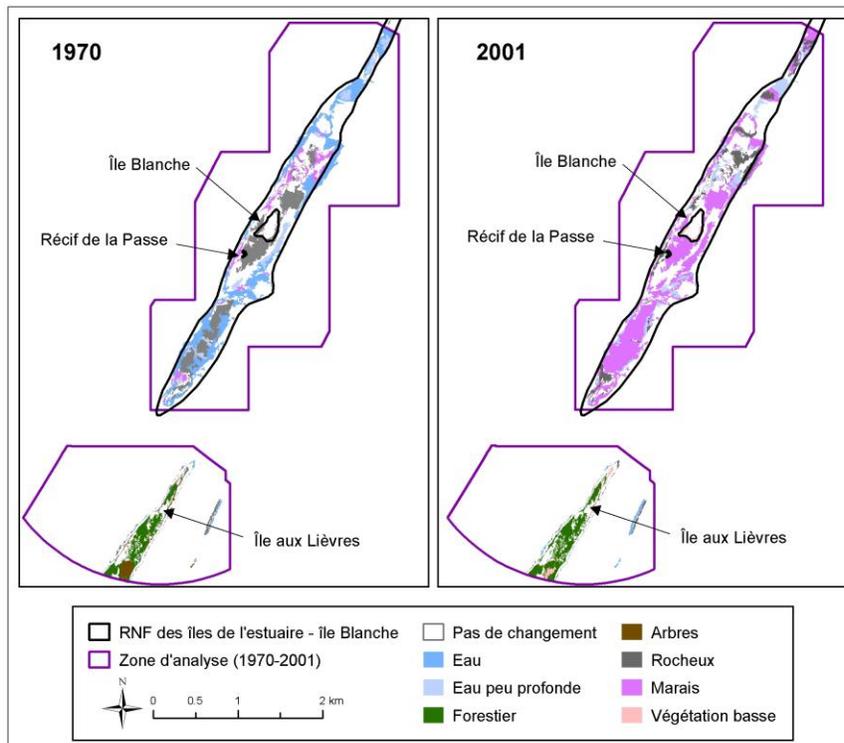


Figure 25. Changement survenus entre 1970 et 2001 dans l'occupation du sol du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Tableau 40. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île Blanche, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1970	2001	Changement	1970	2001	Changement
<b>Intérieur de la RNF (148 ha)</b>						
Eau	47,68	0,86	-46,82	32,05	0,57	-31,47
Eau peu profonde	10,64	15,57	4,93	7,15	10,47	3,31
Arbres/arbustes	0	0,14	0,14	0	0,09	0,09
Rocheux	41,69	25,85	-15,84	28,02	17,38	-10,65
Marais	45,25	101,48	56,23	30,41	68,21	37,79
Végétation basse	3,51	4,88	1,37	2,36	3,28	0,92
<b>Extérieur de la RNF (43 ha)</b>						
Eau	6,93	2,52	-4,41	16,11	5,86	-10,25
Eau peu profonde	0,16	0,41	0,25	0,37	0,94	0,58
Forestier	19,76	22,86	3,11	45,92	53,14	7,22
Arbres/arbustes	3,40	0,00	-3,40	7,90	0,00	-7,90
Rocheux	11,93	10,31	-1,62	27,72	23,95	-3,77
Marais	0,16	3,89	3,74	0,37	9,05	8,68
Végétation basse	0,70	3,04	2,34	1,62	7,06	5,44

Tableau 41. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2001							% chgmt
		Eau	Eau peu profonde	Arbres/arbustes	Rocheux	Marais	Végétation basse	TOTAL	
1970	Eau	<b>0,03</b>	8,12	0,00	2,60	21,29	0,00	32,05	32,02
	Eau peu profonde	0,12	<b>0,08</b>	0,00	1,80	5,16	0,00	7,15	7,08
	Rocheux	0,03	0,44	0,03	<b>6,64</b>	19,89	1,00	28,02	21,39
	Marais	0,39	1,83	0,00	6,32	<b>21,87</b>	0,00	30,41	8,55
	Végétation basse	0,00	0,00	0,06	0,02	0,00	<b>2,28</b>	2,36	0,08
	TOTAL	0,57	10,47	0,09	17,38	68,21	3,28	100	
% changement		0,54	10,39	0,09	10,74	46,34	1,00		<b>69,10</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Le territoire analysé en périphérie du territoire désigné comme RNF dans le secteur de l'île Blanche couvre 43 ha, soit 23% de la zone analysée. Cela correspond principalement à la pointe de l'île aux Lièvres. En 1970, le milieu forestier occupe 46% du territoire, suivi par les milieux rocheux (28%) et les zones en eau libre (16%) (tableau 40). En 2001, le milieu forestier domine toujours le territoire avec 53% de couverture, suivent ensuite les milieux rocheux (24%) et les marais (9%). Les plus grands changements s'observent dans des secteurs autrefois couverts en eau libre qui sont couverts de marais (9%) et de milieux

rocheux (6%) en 2001 (tableau 42), alors que les arbres et arbustes ont été convertis en milieu forestier (4%) et en végétation basse (3%). Au total, c'est 38% du territoire situé hors de la RNF qui a subi des modifications de l'occupation du sol (tableau 40). Si on combine le territoire complet, c'est-à-dire à l'intérieur et à l'extérieur de la RNF, c'est 60% du territoire qui présente des changements entre 1970 et 2001. La transformation d'une bonne superficie d'eau libre en milieux rocheux et en marais s'explique en grande partie par la différence des niveaux d'eau entre 1970 et 2001.

Tableau 42. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2001							
		Eau	Eau peu profonde	Forestier	Rocheux	Marais	Vég. basse	TOTAL	% chgmt
1970	Eau	<b>0,00</b>	0,94	0,00	6,43	8,73	0,00	16,11	16,11
	Eau peu prof.	0,16	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,21	0,00	0,37	0,37
	Forestier	0,00	0,00	<b>43,99</b>	0,10	0,00	1,83	45,92	1,94
	Arbres/arbustes	0,31	0,00	4,39	0,58	0,00	2,62	7,90	7,90
	Rocheux	5,23	0,00	4,13	<b>16,68</b>	0,00	1,67	27,72	11,04
	Marais	0,16	0,00	0,00	0,10	<b>0,10</b>	0,00	0,37	0,26
	Végétation basse	0,00	0,00	0,63	0,05	0,00	<b>0,94</b>	1,62	0,68
	TOTAL	5,86	0,94	53,14	23,95	9,05	7,06	100	
% changement		5,86	0,94	9,15	7,27	8,94	6,12		<b>38,28</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.3.6.2 Indices paysagers

Les changements survenus dans la structure du paysage entre 1970 et 2001 dans le secteur de l'île Blanche sont présentés au tableau 43. On note une augmentation du nombre de parcelles combinée à une augmentation de la densité de parcelles et des lisières et une diminution de la superficie moyenne pour le milieu rocheux, indiquant que ces milieux sont plus nombreux en 2001 mais que chaque parcelle couvre généralement une plus petite surface.

Les milieux forestiers ne montrent pas de grands changements, les indices étant relativement stables d'une période à l'autre. On note par contre une importante diminution du nombre de parcelles couvertes d'arbres et arbustes passant de 48 parcelles en 1970 à une seule parcelle en 2001. La végétation basse et les marais montrent une augmentation du nombre de parcelles et une augmentation de la densité de lisières. Les parcelles de marais sont aussi moins compactes en 2001 qu'en 1970, c'est la seule classe dont la forme des parcelles semble avoir été modifiée.

Tableau 43. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1970	2001	1970	2001	1970	2001	1970	2001	1970	2001	1970	2001
Eau	37	26	25,3	34,1	3,4	2,4	38,4	33,4	68,2	65,9	3,9	3,7
Eau peu prof.	25	61	0,43	0,26	2,3	5,7	12,7	23,1	1261,0	1572,4	3,7	3,3
Forestier	12	13	1,6	1,8	1,1	1,2	6,9	8,4	394,2	409,3	3,7	4,3
Arbres / arbustes	48	1	0,07	0,12	4,5	0,09	5,4	0,31	1737,5	2676,4	2,6	2,3
Rocheux	59	94	0,91	0,38	5,5	8,8	37,9	41,4	758,4	1248,1	5,8	5,8
Vég. basse	13	29	0,32	0,27	1,2	2,7	3,9	8,4	1012,6	1178,9	2,7	2,9
Marais	53	60	0,86	1,76	4,9	5,6	34,4	60,8	812,1	618,8	9,5	12,9

### 3.3.6.3 Fonction de connectivité

Pour le secteur de l'île Blanche, on remarque que la connectivité des forêts est demeurée similaire pour les deux périodes alors que la connectivité des milieux rocheux est supérieure en 2001 qu'en 1970 (figure 26). À l'opposé, la connectivité de la végétation basse et des marais est plus élevée en 1970 qu'en 2001.

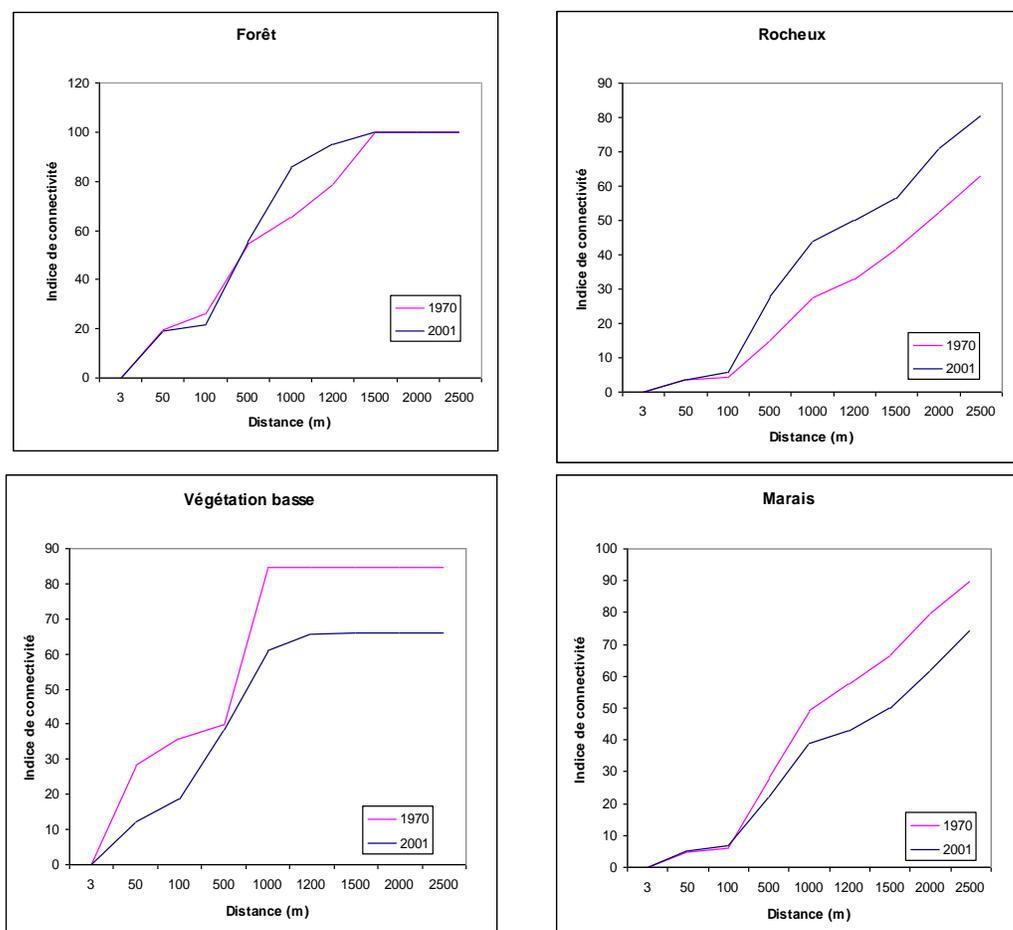


Figure 26. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île Blanche (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

### 3.3.7 Secteur de l'île Bicquette

#### 3.3.7.1 *Dynamique du paysage et matrices de transition*

Le secteur de l'île Bicquette comprend l'île et quelques récifs l'entourant. Ce secteur est quelque peu éloigné des autres îles composant la RNF des Îles-de-l'Estuaire, étant situé à la hauteur de Rimouski, alors que les autres îles sont situées plus à l'ouest près de Kamouraska et de Rivière-du-Loup. La superficie désignée RNF dans le secteur de l'île Bicquette est localisée sur l'île même et occupe une superficie de 11,5 ha (figure 20). La RNF ne comprend pas le secteur appartenant à Pêches et Océans Canada comportant des bâtiments abandonnés. La figure 27 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans cette portion de RNF et en périphérie alors que la figure 28 permet de localiser les changements observés entre 1979 et 2004.

Encore une fois ici la disponibilité des photos étant limitée, nous avons travaillé avec des échelles et des émulsions différentes sur les deux séries de photos (tableau 20), qui ont été acquises dans les deux cas au mois de juin. De plus, la qualité de la photo numérisée de 1979 n'était pas très bonne rendant alors l'interprétation des classes de l'occupation du sol plus difficile à réaliser. En ce qui concerne les niveaux d'eau, l'heure d'acquisition de la photo de 1979 étant inconnue, nous n'avons pu qu'estimer visuellement le niveau d'eau par rapport à la photo de 2004. Le niveau d'eau semble assez similaire d'une date à l'autre, bien que la résolution de 1 :40 000 pour la photo de 1979 rende les contours eau/terre un peu flous.

Le tableau 44 présente les classes d'occupation du sol observées sur le territoire intérieur et extérieur de la RNF pour le secteur de l'île Bicquette. Pour la partie du territoire désignée RNF, la couverture était largement dominée en 1979 par le milieu forestier (83%) suivi des milieux rocheux (12%). Le milieu forestier dominait toujours en 2004 mais la couverture a été réduite à 64% alors que la couverture de la végétation basse est passée de 5% à 27%.

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés (tableau 45) indique que 27% du territoire de l'île Bicquette désigné RNF a subi une modification durant la période 1979-2004. Les classes qui présentent les plus grands changements sont le milieu forestier et les milieux rocheux qui ont subi des pertes de 17% et de 6% respectivement en faveur de la végétation basse (tableau 43). La classe des arbres et arbustes observée en 2004 n'était pas présente en 1979 indiquant une conversion d'une partie du milieu forestier en milieux arbustifs (2%).

Le territoire analysé en périphérie du territoire désigné comme RNF dans le secteur de l'île Bicquette occupe 12,3 ha, soit 52% de la zone analysée. Cela consiste en la partie de l'île n'étant pas désignée RNF et de quelques récifs. En 1979, les milieux rocheux dominaient le paysage avec 82% de couverture avec une présence d'eau libre (13%) (tableau 44). En 2004, c'est toujours les milieux rocheux qui dominent le territoire avec 71%, suit ensuite la végétation basse (16%). Les plus grands changements se présentent en effet dans ces deux dernières classes (tableau 46). Des secteurs (8%) couverts en eau en 1979 sont couverts de milieux rocheux en 2004, alors qu'une partie des secteurs couverts en milieux rocheux en 1979 sont couverts d'eau (6%) et de végétation basse (12%) en 2004. Les marais non présents en 1979 occupent une petite partie du territoire en 2004, soit 1%, principalement dû à la différence de niveaux d'eau entre les deux périodes. Au total, c'est 38% du territoire situé hors de la RNF qui a subi des modifications de l'occupation du sol. Si on combine le territoire complet, c'est-à-dire à l'intérieur et à l'extérieur de la RNF, c'est alors 32% du territoire qui présente des changements entre 1979 et 2004.

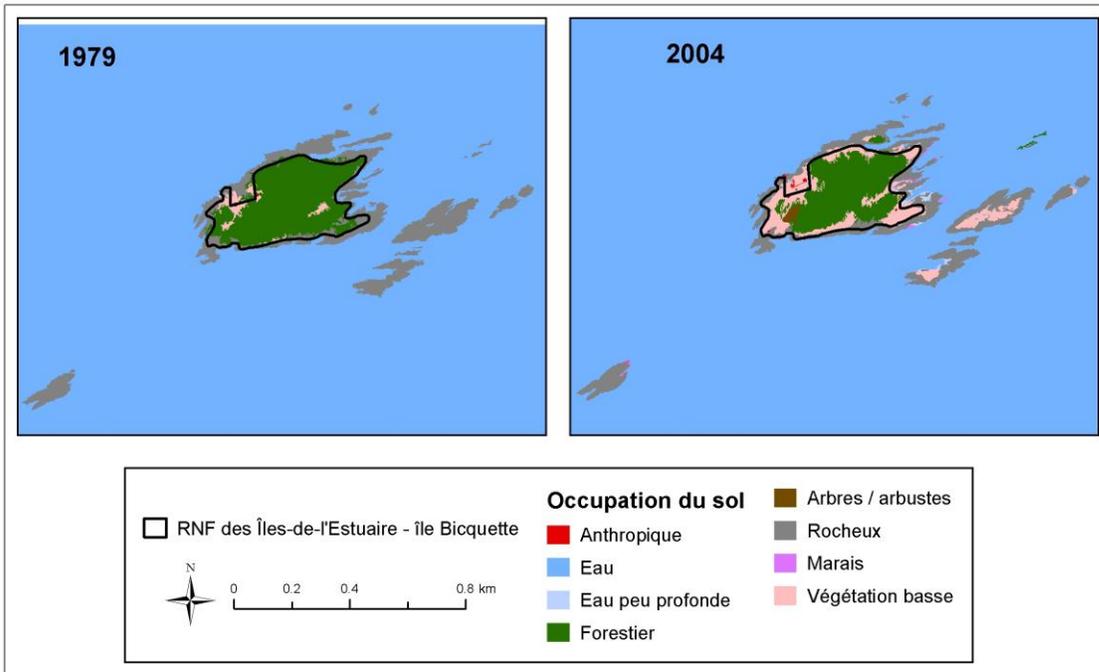


Figure 27. Occupation du sol en 1979 et 2004 du secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

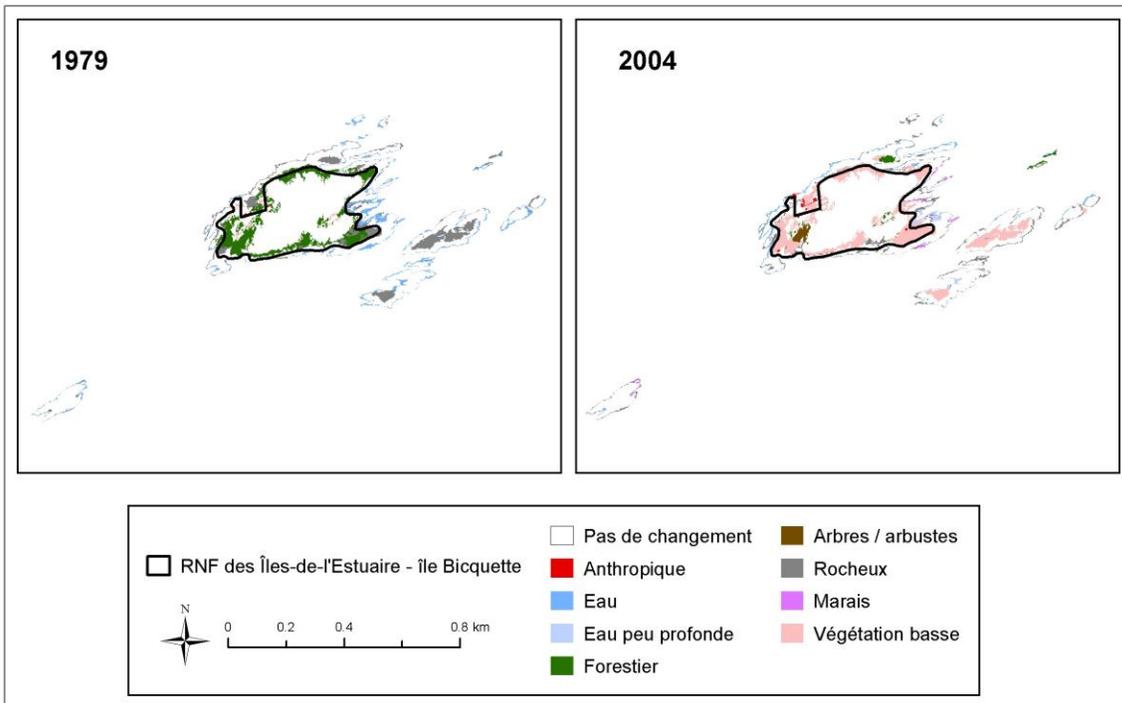


Figure 28. Changement survenus entre 1979 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Tableau 44. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île Bicquette, à l'intérieur et à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1979	2004	Changement	1979	2004	Changement
<b>Intérieur de la RNF (11,5 ha)</b>						
Anthropique	0,02	0,05	0,02	0,20	0,39	0,20
Eau	0,02	0,02	0,00	0,20	0,20	0,00
Forestier	9,54	7,31	-2,23	83,30	63,85	-19,45
Arbres/arbustes	0,00	0,20	0,20	0,00	1,77	1,77
Rocheux	1,33	0,83	-0,50	11,59	7,27	-4,32
Végétation basse	0,54	3,04	2,50	4,72	26,52	21,80
<b>Extérieur de la RNF (12,3 ha)</b>						
Anthropique	0	0,05	0,05	0,00	0,37	0,37
Eau	1,53	0,83	-0,70	12,48	6,79	-5,69
Eau peu profonde	0,00	0,29	0,29	0,00	2,39	2,39
Forestier	0,47	0,32	-0,16	3,85	2,57	-1,28
Rocheux	10,04	8,69	-1,35	81,83	70,83	-11,01
Marais	0,00	0,14	0,14	0,00	1,10	1,10
Végétation basse	0,23	1,96	1,73	1,83	15,96	14,13

Tableau 45. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004						TOTAL	% chgmt
		Anthropique	Eau	Forestier	Arbres/ arbustes	Rocheux	Végétation basse		
1979	Anthropique	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
	Eau	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,20
	Forestier	0,00	0,00	<b>63,46</b>	1,77	1,38	16,70	83,30	19,84
	Rocheux	0,20	0,20	0,00	0,00	<b>5,50</b>	5,70	11,59	6,09
	Végétation basse	0,20	0,00	0,39	0,00	0,39	<b>3,73</b>	4,72	0,98
	TOTAL	0,39	0,20	63,85	1,77	7,27	26,52	100	
	% changement	0,39	0,20	0,39	1,77	1,77	22,79		<b>27,31</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 46. Matrice de transition pour les habitats situés à l'extérieur des limites de la RNF du secteur de l'île Biquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004								% chgmt
		Anthropique	Eau	Eau peu profonde	Forestier	Rocheux	Marais	Vég. basse	TOTAL	
1979	Eau	0,00	<b>0,18</b>	2,02	0,37	8,44	0,73	0,73	12,48	12,29
	Forestier	0,00	0,00	0,00	<b>0,92</b>	0,73	0,00	2,20	3,85	2,94
	Rocheux	0,00	6,61	0,37	1,28	<b>61,65</b>	0,37	11,56	81,83	20,18
	Végétation basse	0,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>1,47</b>	1,83	0,37
	TOTAL	0,37	6,79	2,39	2,57	70,83	1,10	15,96	100	
% changement		0,37	6,61	2,39	1,65	9,17	1,10	14,50		<b>37,78</b>

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

### 3.3.7.2 Indices paysagers

Les changements survenus dans la structure du paysage entre 1979 et 2004 dans le secteur de l'île Biquette sont présentés au tableau 47. La classe forestière montre une légère augmentation du nombre et de la densité des parcelles, alors que la superficie moyenne diminue légèrement suggérant un milieu forestier plus fragmenté en 2004. Dans le cas de la végétation basse, il y a une augmentation du nombre de parcelles, de la superficie moyenne et des densités de parcelles et de lisières. La forme des parcelles pour toutes les classes est demeurée assez stable d'une période à l'autre. Les changements des classes d'arbres / arbustes et de marais ne peuvent être évalués entre les deux périodes car ces classes ne sont pas présentes en 1979.

Tableau 47. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île Biquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1979	2004	1979	2004	1979	2004	1979	2004	1979	2004	1979	2004
Anthropique	2	13	0,01	0,01	0,78	5,05	0,49	2,03	4666,7	5918,4	1,3	1,6
Eau	8	11	29,4	21,3	3,11	4,3	44,3	42,4	76,5	74,7	2,8	2,8
Eau peu prof.	3	11	0,001	0,02	1,2	4,3	0,16	4,80	11666,7	4852,8	1,0	2,2
Forestier	13	18	0,77	0,41	5,05	7,0	22,6	21,9	579,5	766,7	4,4	3,8
Arbres / arbustes	0	2	-	0,11	-	0,78	-	1,70	-	2070,1	-	2,2
Rocheux	33	27	0,34	0,37	12,8	10,5	60,5	62,3	1367,8	1588,7	4,3	4,3
Vég. basse	9	21	0,09	0,25	3,5	8,2	9,9	37,4	3148,1	1857,8	3,9	4,2
Marais	0	22	-	0,01	-	8,5	-	4,3	-	6813,2	-	1,7

### 3.3.7.3 Fonction de connectivité

Trois classes ont été évaluées en fonction de l'indice de connectivité pour le secteur de l'île Bicquette, soit la forêt, les milieux rocheux et la végétation basse (figure 29). Dans le cas des milieux rocheux, la connectivité est très semblable pour les deux périodes alors que la connectivité des forêts et de la végétation basse est légèrement supérieure en 1979. Le faible nombre de parcelles de ces deux dernières classes d'habitat invite toutefois à la prudence lors de l'interprétation de ces graphiques.

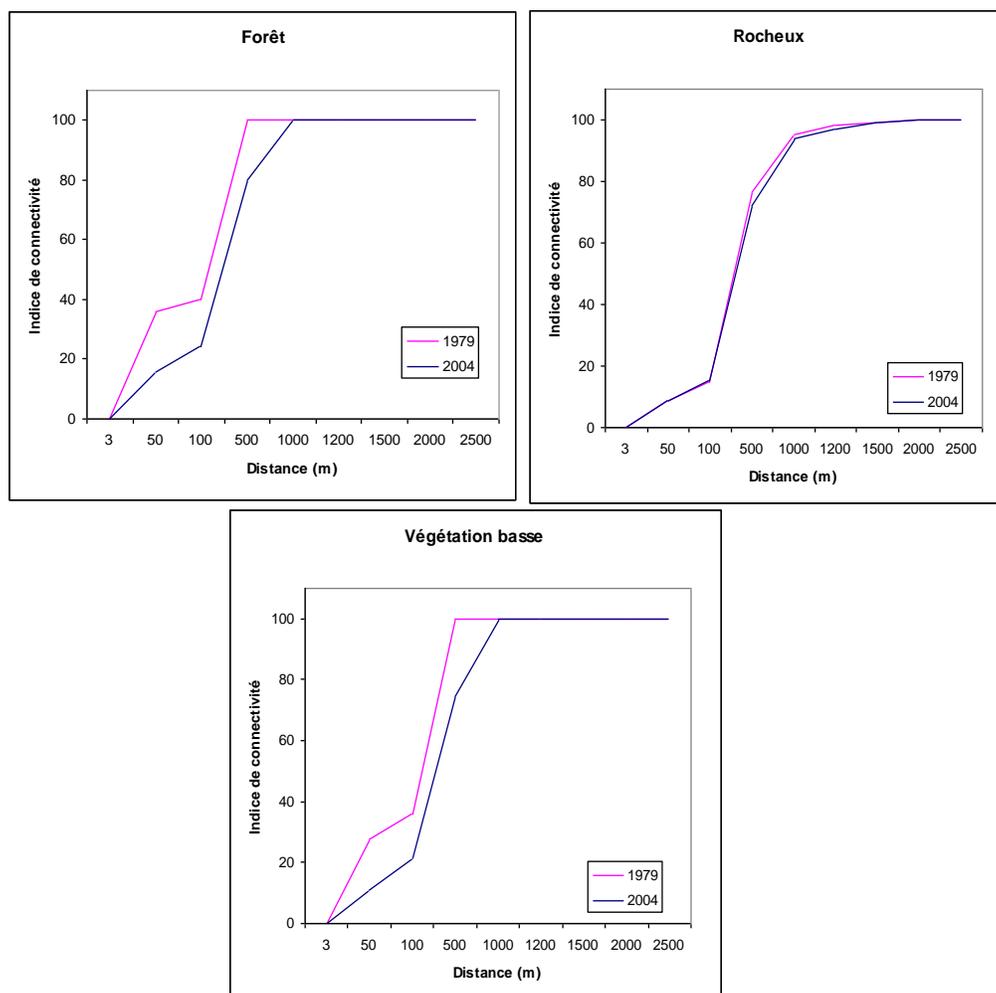


Figure 29. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île Bicquette (RNF des Îles-de-l'Estuaire)

### 3.3.8 Secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF)

#### 3.3.8.1 *Dynamique du paysage et matrices de transition*

Le secteur de l'île aux Lièvres, occupant 914 ha, ne fait pas partie de la RNF des Îles-de-l'Estuaire. Nous avons toutefois analysé la dynamique des habitats de ce territoire puisqu'il constitue un élément important du paysage de l'estuaire du fleuve et que l'île aux Lièvres est située à proximité de plusieurs secteurs de la RNF des Îles-de-l'Estuaire (île Blanche, îles du Pot à l'Eau-de-Vie, île aux Fraises) (figure 10). La figure 30 illustre la répartition des classes d'occupation du sol dans ce secteur et en périphérie alors que la figure 31 permet de localiser les changements observés entre 1974 et 2004.

Les deux séries de photos ont été acquises pendant le mois de juin (tableau 20). Puisque l'heure d'acquisition était connue dans les deux séries, la hauteur de la marée et des niveaux d'eau ont pu être vérifiés. Les photos de 1974 ayant été acquises à marée haute et celles de 2004 à marée basse, la différence de niveau d'eau est estimée à environ 3 m (tableau 20).

Le tableau 48 présente les classes d'occupation du sol observées sur le territoire pour le secteur de l'île aux Lièvres. Le territoire est nettement dominé par le milieu forestier à la fois en 1974 (81%) et en 2004 (88%), avec une couverture des milieux rocheux de 10% en 1974 et 8% en 2004.

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés (tableau 49) indique que 16% du territoire de l'île aux Lièvres a subi une modification durant la période 1974-2004. La classe qui présente le plus grand changement est le milieu forestier qui a gagné du terrain au dépend des classes de végétation basse (6%) et des milieux rocheux (2%). Des secteurs (3%) couverts de milieux rocheux en 1974 étaient recouverts d'eau libre en 2004. La faible augmentation de la couverture des milieux anthropiques s'explique par la construction des installations de la société Duvetnor sur cette île (auberge, quai de débarquement, etc). Somme toute, les habitats retrouvés à l'île aux Lièvres ont subi peu de changement entre 1974 et 2004. Une distinction plus précise des classes forestières (résineux, feuillus, mixte) aurait peut-être permis d'observer une évolution de l'écosystème forestier qui n'apparaît pas lorsque ces classes sont combinées.

#### 3.3.8.2 *Indices paysagers*

Les changements survenus dans la structure du paysage entre 1974 et 2004 à l'île aux Lièvres sont présentés au tableau 50. On note une diminution notable du nombre et de la densité de parcelles combinée à une augmentation de la superficie moyenne pour les milieux arbustifs et forestiers suggérant que ces habitats sont moins fragmentés en 2004 qu'en 1974. À l'opposé, on note une tendance inverse pour les milieux rocheux et les marais qui seraient donc plus fragmentés en 2004. La végétation basse quant à elle montre une diminution importante du nombre de parcelles, une diminution de la superficie moyenne, de la densité de parcelles et de la densité de lisières. De plus, la forme des parcelles est plus compacte en 2004.

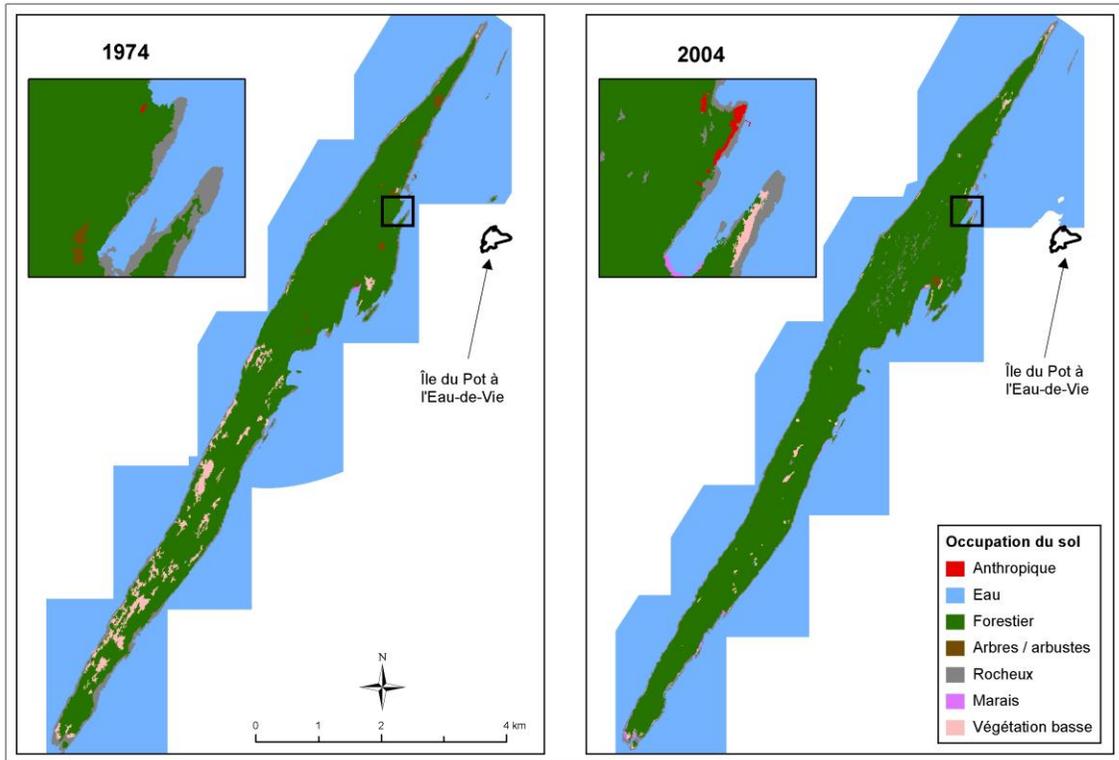


Figure 30. Occupation du sol en 1974 et 2004 du secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF)

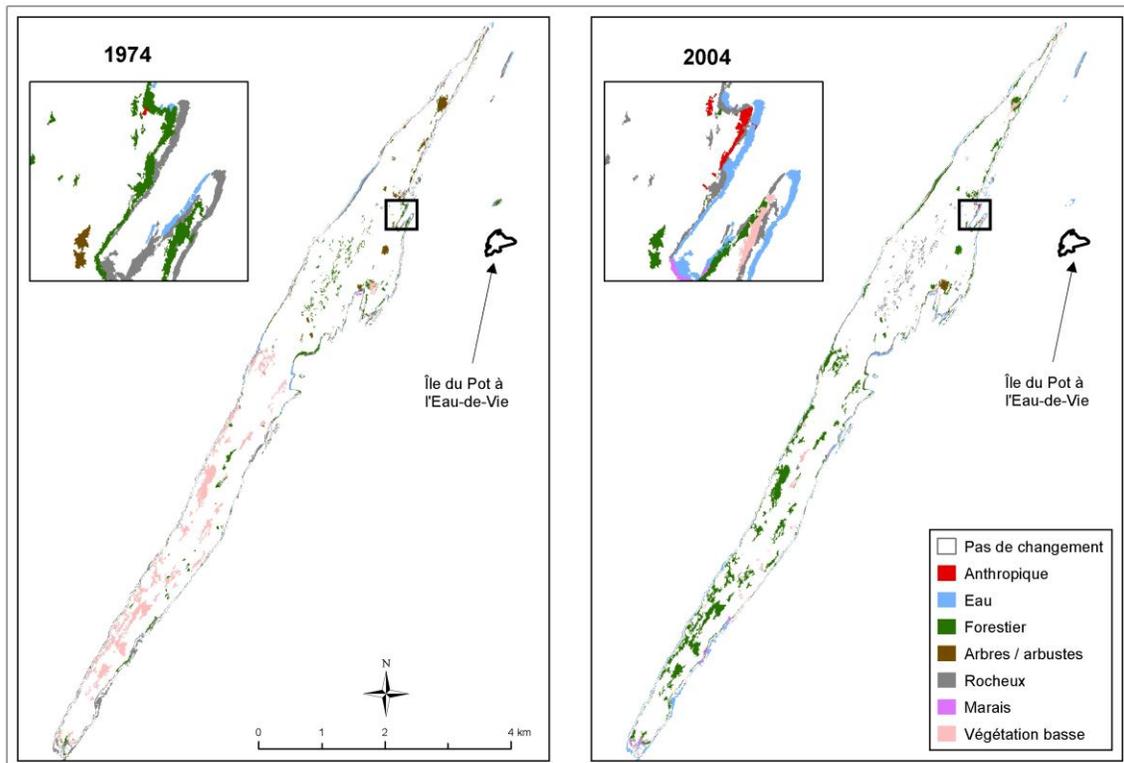


Figure 31. Changement survenu entre 1974 et 2004 dans l'occupation du sol du secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF)

Tableau 48. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour le secteur de l'île aux Lièvres, situé à l'extérieur de la limite de la RNF des Îles-de-l'Estuaire

<i>Extérieur de la RNF</i> <i>(914 ha)</i>	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1974	2004	Changement	1974	2004	Changement
Anthropique	0,02	0,23	0,21	0,00	0,03	0,03
Eau	9,16	25,36	16,20	1,01	2,80	1,79
Forestier	736,54	801,55	65,01	81,2	88,39	7,19
Arbres/Arbustes	9,48	1,69	-7,79	1,04	0,19	-0,86
Rocheux	89,00	68,48	-20,52	9,81	7,55	-2,26
Marais	0,64	2,48	1,84	0,07	0,27	0,20
Végétation basse	62,26	7,31	-54,95	6,87	0,81	-6,06

Tableau 49. Matrice de transition pour les habitats situés dans le secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF des Îles-de-l'Estuaire). Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		2004							TOTAL	% chgmt
		Anthr.	Eau	Forestier	Arbres/ arbustes	Rocheux	Marais	Vég. basse		
1974	Anthropique	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Eau	0,00	<b>0,01</b>	0,13	0,00	0,86	0,01	0,01	1,01	1,00
	Forestier	0,03	0,07	<b>79,24</b>	0,09	1,57	0,02	0,19	81,20	1,98
	Arbres/arbustes	0,00	0,01	0,85	<b>0,00</b>	0,07	0,00	0,12	1,04	1,04
	Rocheux	0,00	2,64	1,79	0,00	<b>4,93</b>	0,22	0,23	9,81	4,88
	Marais	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	<b>0,02</b>	0,01	0,07	0,05
	Végétation basse	0,00	0,03	6,37	0,09	0,12	0,01	<b>0,25</b>	6,87	6,62
	TOTAL	0,03	2,80	88,39	0,19	7,55	0,27	0,81	100	
% changement		0,03	2,79	9,14	0,19	2,62	0,25	0,56		<b>15,57</b>

Tableau 50. Indices paysagers calculés pour l'ensemble de la zone d'analyse du secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF des Îles-de-l'Estuaire)

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004	1974	2004
Anthropique	2	12	0,01	0,02	0,06	0,38	0,03	0,32	5333,3	3596,2	1,3	2,6
Eau	62	27	27,5	63,8	1,9	0,84	32,9	31,2	61,9	58,0	6,3	5,9
Forestier	157	92	4,7	8,7	4,9	2,9	52,6	36,7	226,5	146,7	14,1	9,8
Arbres/arbustes	115	7	0,08	0,25	3,6	0,22	6,2	0,90	2099,6	1627,0	2,9	4,4
Rocheux	185	383	0,48	0,18	5,8	12,0	39,2	46,1	1412,4	2157,5	9,3	7,7
Vég. basse	279	116	0,22	0,11	8,7	3,6	34,8	9,9	1781,6	2564,3	6,5	3,2
Marais	2	36	0,33	0,08	0,06	1,1	0,29	2,4	1409,2	2602,5	2,7	2,7

### 3.3.8.3 Fonction de connectivité

À l'île aux Lièvres, la connectivité des parcelles de forêts, de milieux rocheux et des arbres/arbustes est plus élevée en 2004 qu'en 1974 alors que la végétation basse et les marais montrent une connectivité plus élevée en 1974 qu'en 2004 (figure 32). Le faible nombre de parcelles d'arbres et arbustes en 2004 et de marais en 1974 invite toutefois à la prudence lors de l'interprétation de ces graphiques.

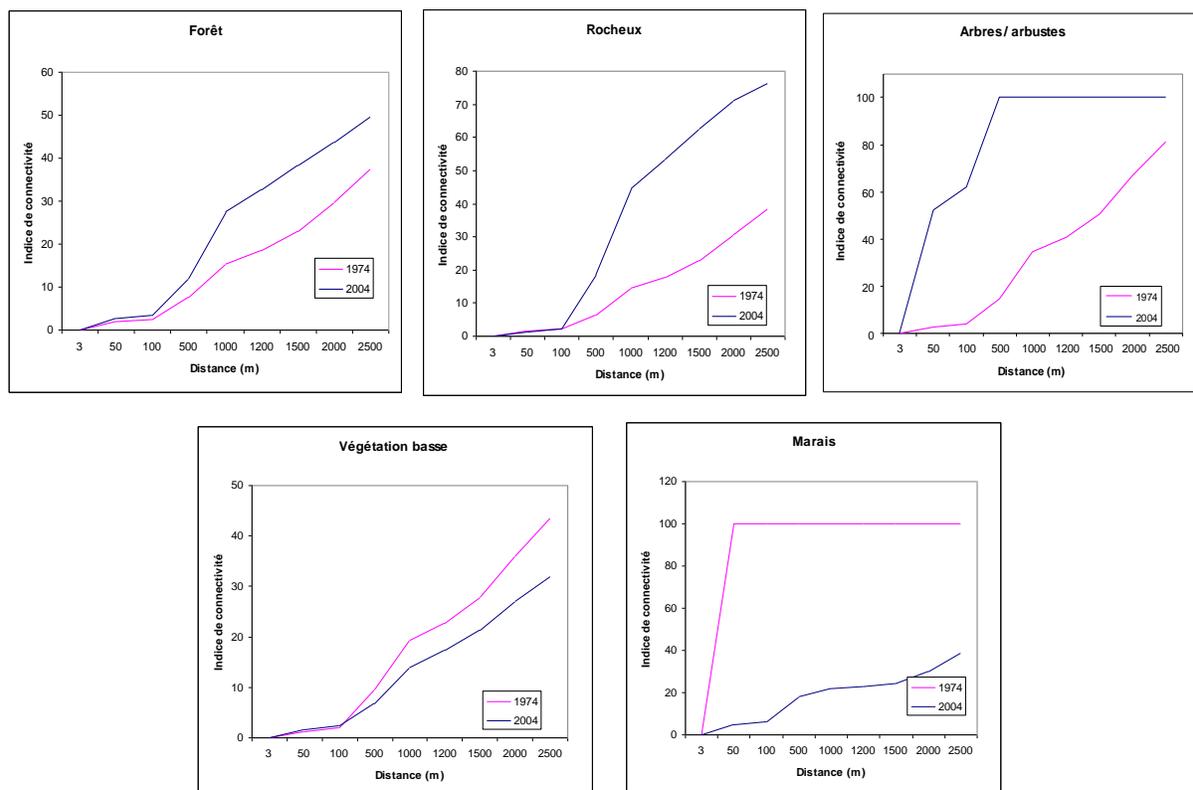


Figure 32. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour le secteur de l'île aux Lièvres (hors RNF)

### 3.3.9 Éléments linéaires

Les éléments linéaires sont pratiquement inexistant dans la RNF des Îles-de-l'Estuaire et n'ont donc pas d'effet sur la structure et la fragmentation du paysage. Il est connu que quelques sentiers sont présents sur certaines îles mais la résolution spatiale des photographies aériennes ne permet pas de les distinguer. Hormis quelques sentiers pour les véhicules tout-terrains (VTT) sur l'île aux Lièvres, il n'existe aucune route dans les territoires analysés.

### 3.4 RNF de la Pointe-de-l'Est

#### 3.4.1 Dynamique du paysage et matrices de transition

La superficie totale de la RNF de la Pointe-de-l'Est est de 1018 ha. La figure 33 illustre la répartition des classes d'occupation du sol sur le territoire de la RNF de la Pointe-de-l'Est et en périphérie alors que la figure 34 permet de localiser visuellement de quelle façon les changements se sont répartis sur le territoire.

Plusieurs classes d'habitats très distincts couvrent le territoire de la RNF de la Pointe-de-l'Est. Les marais couvrent près du tiers de la RNF, les forêts résineuses en couvrent près du quart, alors que les milieux ouverts dominés par la végétation basse et les milieux sableux et dunaires couvrent chacun près de 20% de la RNF (tableau 51). À noter également que les milieux anthropiques ne couvrent que 3 ha du territoire (0,3%). En général, peu de changements sont survenus dans l'occupation du sol de la RNF entre les années 1976 et 1999 (tableau 51). La couverture de la végétation basse s'est accrue de 4% au cours de la période alors que les forêts résineuses et les milieux sableux ont régressé chacun de près de 2%. Toutes les classes sont présentes dans les deux périodes, mais les marécages perdent du terrain (c.-à-d. passe de 14 ha en 1976 à 3 ha en 1999). La couverture des autres classes d'habitat est demeurée assez stable entre les deux périodes.

La matrice de transition calculée pour identifier la direction des changements observés indique toutefois que 30% du territoire désigné RNF a subi un changement dans l'occupation du sol (tableau 52). Plus spécifiquement, on note que près de 4% des secteurs couverts de sable en 1976 sont devenus couverts de végétation basse en 1999, alors que des changements inverses sont observés pour près de 3% du territoire. Il en va de même pour les secteurs couverts de forêts résineuses et de marais qui ont été transformés de façon réciproque durant cette période pour environ 3% du territoire. Près de 4% des marais ont été transformés en végétation basse. De plus, 2,2% de la forêt résineuse a été convertie en végétation basse. Le milieu anthropique presque absent du territoire de la RNF est demeuré assez stable.

La zone tampon située en périphérie de la RNF de la Pointe-de-l'Est couvre 1485 ha soit 60% de tout le territoire à l'étude. Ce sont les milieux sableux qui dominent la zone tampon avec une couverture de près de 30% du territoire pour les deux périodes, suivi de l'eau libre (22%), des marais (19 à 22%), des forêts résineuses (15%) et des milieux ouverts couverts de végétation basse (10%) (tableau 51). Les habitats ont été peu modifiés durant la période 1976-1997 à l'extérieur de la RNF avec un changement global de moins de 25%, et des valeurs inférieures à 3% pour chacune des classes d'habitat.

La matrice de transition indique que quelques secteurs ont subi des modifications un peu plus importantes que d'autres durant cette période (tableau 53) : la classe cultures pérennes/friche a disparu du territoire entre 1976 et 1999 et a été transformée en végétation basse. Aussi, une carrière a ralenti ses activités entre 1976 et 1999 dans le secteur du Cap Nord-Est (East Cape). La zone anthropique de cet établissement a été assignée à la classe de végétation basse en 1999, mais l'exploitation ayant migré le long de la falaise rocheuse, une zone de milieu sableux a été convertie en milieu anthropique. De plus, on note un développement de résidences isolées dans la partie sud du territoire dans des secteurs auparavant couverts de végétation basse alors que le couvert forestier de l'île aux Loups Marins située à l'ouest de la RNF (Havre de Grande Entrée) a été entièrement perturbé (figure 34).

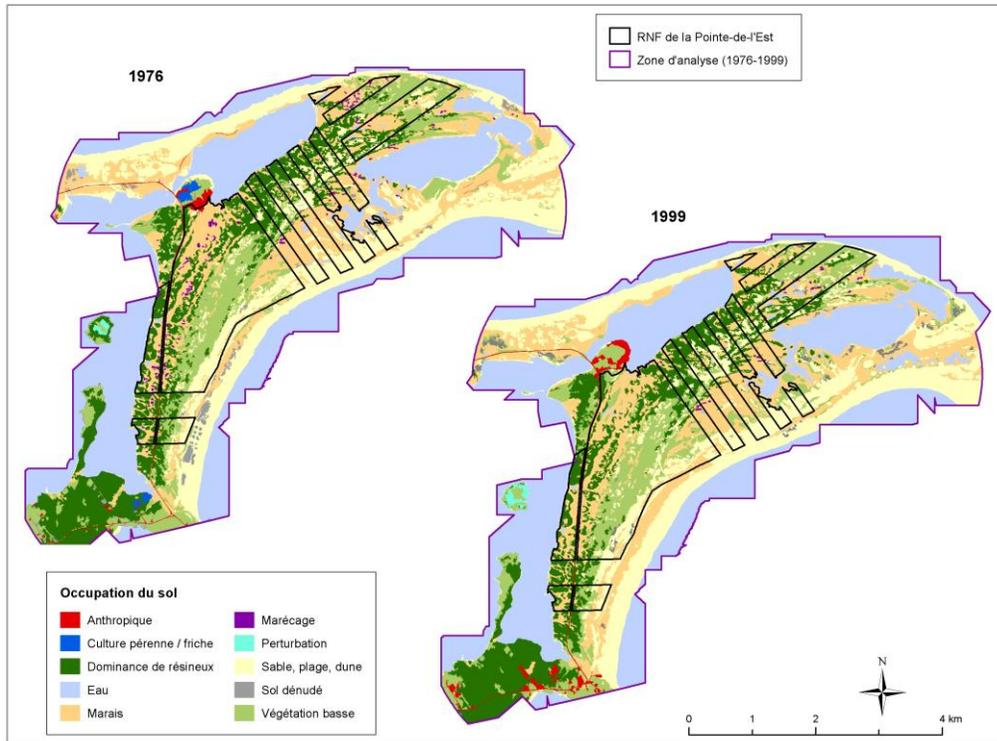


Figure 33. Occupation du sol en 1976 et 1999 pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF

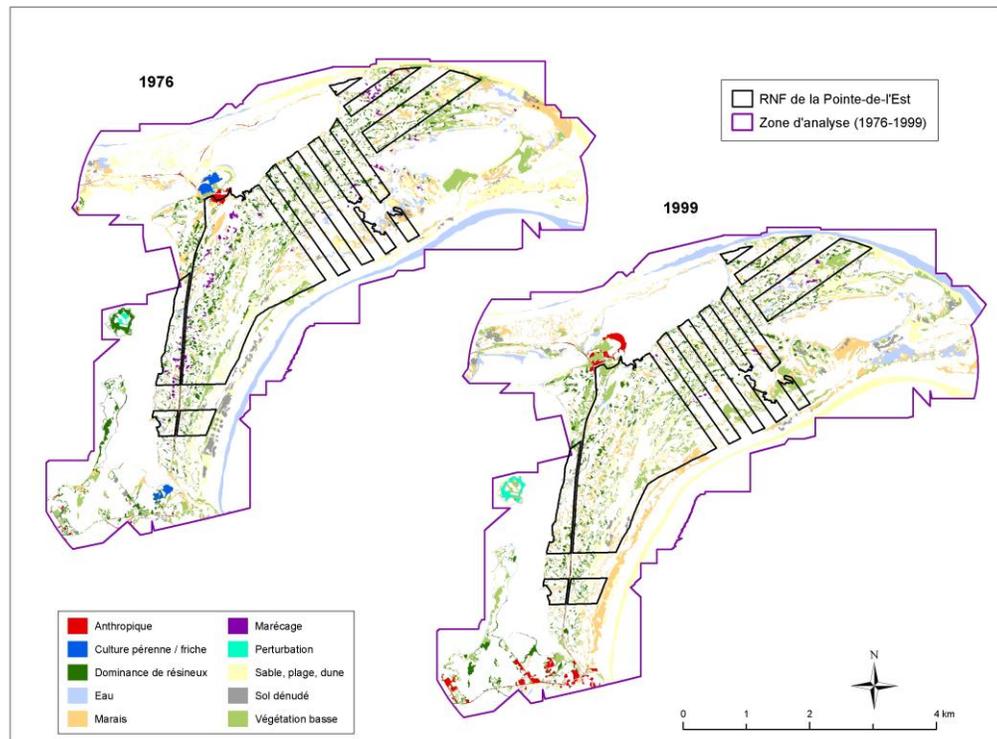


Figure 34. Changements survenus entre 1976 et 1999 dans l'occupation du sol de la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF

Tableau 51. Couverture (en ha et %) des classes de l'occupation du sol et changements observés pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF

	Superficie (ha)			Proportion (%)		
	1976	1999	Changement	1976	1999	Changement
<b>Intérieur de la RNF (1002 ha)</b>						
Anthropique	3,32	3,3	-0,02	0,33	0,33	0,00
Dominance résineux	244,07	231,34	-12,73	24,36	23,09	-1,27
Eau	18,97	18,91	-0,06	1,89	1,89	-0,01
Marais	326,4	325,19	-1,21	32,58	32,46	-0,12
Marécage	13,47	3,14	-10,33	1,34	0,31	-1,03
Sable, plage, dune	198,04	182,48	-15,56	19,77	18,21	-1,55
Végétation basse	191,38	231,38	40	19,10	23,09	3,99
Sol dénudé	6,2	6,11	-0,09	0,62	0,61	-0,01
<b>Extérieur de la RNF (1485 ha)</b>						
Anthropique	16,11	30,87	14,76	0,53	2,08	1,55
Culture pérenne / friche	9,10	0	-9,10	0,61	0	-0,61
Dominance résineux	224,17	215,20	-8,97	15,10	14,49	-0,61
Eau	324,51	328,78	4,27	21,86	22,14	0,31
Marais	287,65	327,45	39,8	19,37	22,05	2,68
Marécage	2,01	0,66	-1,35	0,14	0,04	-0,10
Sable, plage, dune	441,59	399,32	-42,27	29,74	26,89	-2,85
Végétation basse	150,13	158,09	7,96	10,11	10,65	0,54
Sol dénudé	26,46	17,96	-8,5	1,66	1,21	-0,45
Perturbation	3,04	6,44	3,4	0,20	0,43	0,23

Tableau 52. Matrice de transition pour les habitats situés à l'intérieur des limites de la RNF de la Pointe-de-l'Est. Les chiffres sont des % et indiquent le recouplement dans les classes et le changement relatif de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

	1999									% chgmtn	
	Anthr.	Dom. Résineux	Eau	Marais	Marécage	Sable, plage, dune	Végétation basse	Sol dénudé	TOTAL		
1976	Anthropique	<b>0,21</b>	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02	0,05	0,00	0,33	0,12
	Dom. Résineux	0,06	<b>17,53</b>	0,03	3,61	0,10	0,82	2,21	0,00	24,36	6,83
	Eau	0,00	0,01	<b>1,01</b>	0,79	0,00	0,02	0,05	0,00	1,89	0,88
	Marais	0,04	2,55	0,72	<b>24,58</b>	0,12	0,81	3,56	0,20	32,58	8,00
	Marécage	0,00	0,53	0,00	0,71	<b>0,05</b>	0,01	0,03	0,00	1,34	1,29
	Sable, plage, dune	0,00	1,27	0,11	1,40	0,01	<b>13,15</b>	3,56	0,27	19,77	6,62
	Végétation basse	0,01	1,15	0,01	1,25	0,02	3,28	<b>13,27</b>	0,11	19,10	5,83
	Sol dénudé	0,01	0,02	0,00	0,09	0,00	0,11	0,36	<b>0,02</b>	0,62	0,59
	TOTAL	0,33	23,09	1,89	32,46	0,31	18,21	23,09	0,61	100,00	
% changement	0,27	5,56	0,87	7,88	0,26	5,07	9,82	0,58		<b>30,3</b>	

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

Tableau 53. Matrice de transition pour les habitats situés en périphérie de la RNF de la Pointe-de-l'Est. Les chiffres sont des % et indiquent le changement relatif du recouvrement de chaque classe d'occupation du sol vers une autre entre les deux périodes.

		1999										% chgmt
		Anthr.	Dom. Résineux	Eau	Marais	Marécage	Sable, plage, dune	Végétation basse	Sol dénudé	Perturb.	TOTAL	
1976	Anthropique	<b>0,55</b>	0,05	0,01	0,08	0,00	0,07	0,33	0,00	0,00	1,09	0,53
	Cult. pérenne / friche	0,12	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,61	0,61
	Dom. Résineux	0,23	<b>12,57</b>	0,00	0,41	0,01	0,20	1,37	0,00	0,30	15,10	2,53
	Eau	0,05	0,01	<b>20,37</b>	1,02	0,00	0,26	0,08	0,06	0,00	21,86	1,49
	Marais	0,06	0,60	0,38	<b>14,88</b>	0,01	0,97	1,90	0,58	0,00	19,37	4,50
	Marécage	0,00	0,04	0,00	0,07	<b>0,02</b>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,14	0,12
	Sable, plage, dune	0,21	0,22	1,32	3,52	0,00	<b>23,32</b>	0,97	0,16	0,00	29,74	6,43
	Végétation basse	0,72	0,93	0,04	1,25	0,00	1,68	<b>5,22</b>	0,24	0,03	10,11	4,89
	Sol dénudé	0,14	0,05	0,03	0,83	0,00	0,41	0,20	<b>0,13</b>	0,00	1,78	1,66
	Perturbation	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	<b>0,10</b>	0,20	0,10
	TOTAL	2,08	14,49	22,14	22,05	0,04	26,89	10,65	1,21	0,43	100,00	
% changement	1,52	1,95	1,78	7,18	0,03	3,58	5,42	1,08	0,33		<b>22,9</b>	

Note : Les chiffres en caractère gras réfèrent aux secteurs qui n'ont pas été modifiés.

On note aussi que les marécages sont disparus de la zone tampon en 1999, ce qui donne une très faible perte de 0,1% du territoire. Toutefois, l'examen des fichiers vectoriels indique que cette classe est toujours présente en 1999 mais l'utilisation de pixels de 10 m a masqué ces petites zones de marécage dans le paysage environnant. Aussi, il est possible qu'une sous-estimation des marécages se soit produite au profit de la classe de dominance de résineux lors de la classification des photos. Toutefois, ces erreurs sont négligeables compte tenu que cette classe d'habitat est pratiquement absente du territoire étudié. Enfin, un autre changement important observé est la migration de la ligne de côte bien visible sur les figures 33 et 34. Dans la partie nord-est du territoire étudié soit à l'est de l'étang de l'Est, on note un déplacement de la plage du nord vers le sud sur une distance d'environ 50 m alors que ces milieux sableux sont remplacés par des zones en eau libre en 1999. À l'opposé, on observe un gain de plage dans la région sud-est de l'aire d'étude (plage de la Grande Échouerie) alors que la ligne de côte est déplacée d'environ 75 m vers le sud-est au cours de la même période.

### 3.4.2 Indices paysagers

Les indices paysagers nous informent sur les changements survenus dans la structure du paysage entre 1976 et 1999 (tableau 54). Pour la majorité des classes d'habitat, on note une diminution du nombre de parcelles et de la densité de lisières, une superficie moyenne des parcelles plus élevée, et des parcelles plus compactes ou sans changement notable au niveau de la forme. Ceci est particulièrement notable pour les marais, les marécages, les milieux sableux et les sols dénudés. Ceci indique donc une diminution importante de la fragmentation du paysage pour l'ensemble du territoire entre 1976 et 1999. La végétation basse montre une augmentation du nombre de parcelles et une baisse de la superficie moyenne suggérant une fragmentation accrue pour cette classe d'habitat en 1999. La classe forestière dominée par les résineux a été peu modifiée au cours de la période d'analyse.

Tableau 54. Indices paysagers calculés pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF

Classes	Nombre parcelle		Superficie moyenne (ha)		Densité de parcelles		Densité de lisières		Ratio Périm/Sup		Indice de forme	
	1976	1999	1976	1999	1976	1999	1976	1999	1976	1999	1976	1999
Anthropique	22	6	0,88	4,6	0,18	0,11	12,1	13,1	2070,4	1559,9	15,2	14,9
Culture pérenne/friche	4	0	2,3	-	0,12	-	1,8	-	676,3	-	3,1	-
Domin. résineux	205	217	2,3	2,1	6,22	6,6	118,9	106,7	839,8	792,0	12,1	11,9
Eau	69	45	15,8	24,2	2,1	1,4	37,1	35,9	141,1	138,2	3,8	3,6
Marais	294	213	2,1	3,1	8,9	6,5	156,6	145,3	833,5	735,3	10,8	14,5
Marécage	92	18	0,17	0,21	2,8	0,55	10,4	2,4	2228,3	2130,0	2,6	2,7
Sable, plage, dune	333	282	2,1	2,2	10,1	8,6	129,0	114,5	622,8	580,8	11,9	11,2
Végétation basse	203	321	1,7	1,2	6,2	9,7	94,8	118,2	913,9	1003,5	11,7	8,2
Sol dénudé	121	69	0,30	0,35	3,7	2,1	20,6	12,4	1906,3	1694,9	3,6	3,5
Perturbation	1	2	3,0	3,2	0,03	0,06	0,65	1,3	701,6	986,5	3,1	5,5

Les histogrammes de distribution des fréquences de la superficie des parcelles indiquent que la majorité de celles-ci ont une très petite superficie, soit moins de 0,5 ha (figure 35). Le nombre de parcelles dont la superficie est supérieure à 5 ha est très faible et ce, pour toutes les classes d'habitat, et le nombre de grandes parcelles (> 5 ha) a très peu varié entre 1976 et 1999.

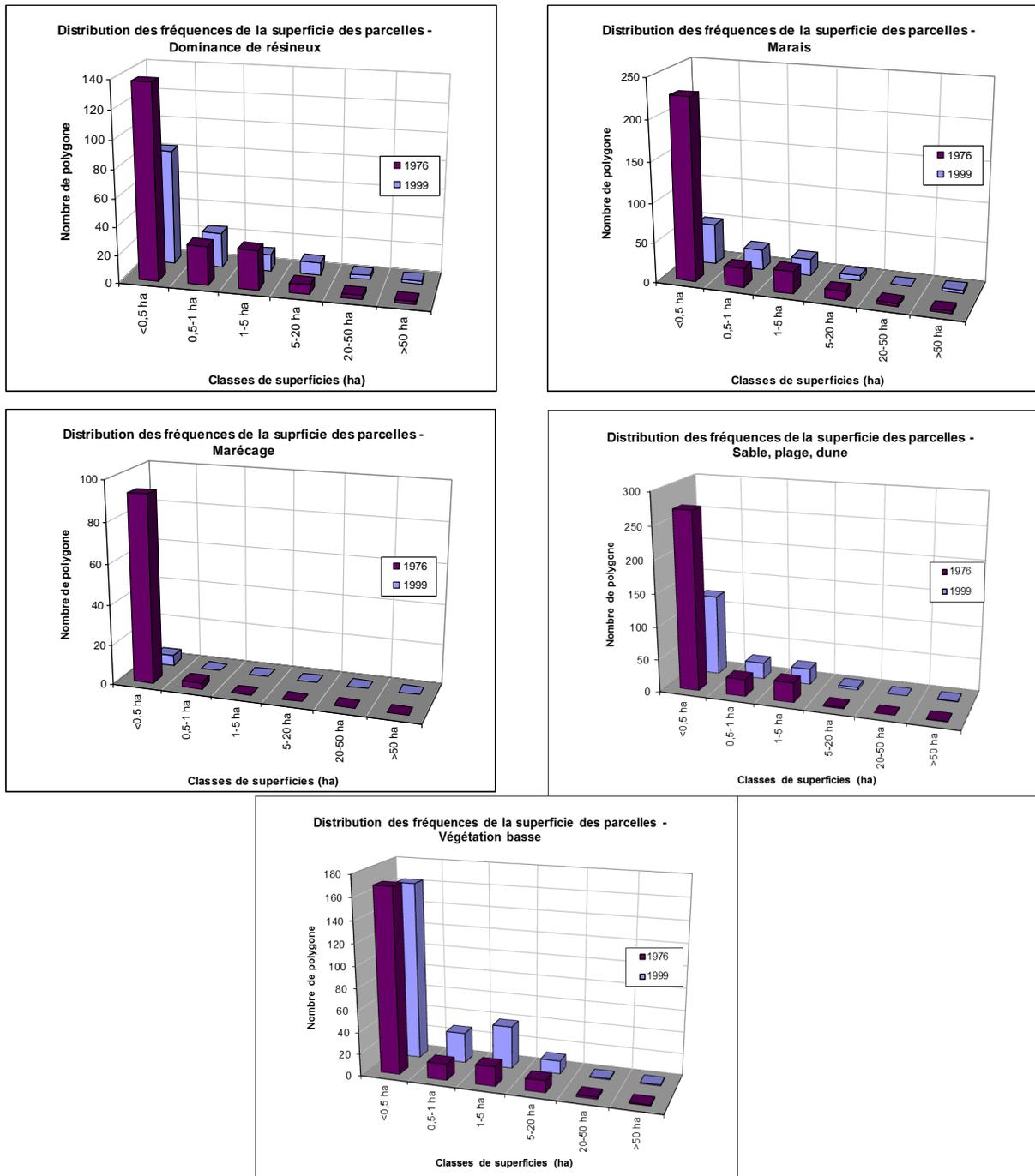


Figure 35. Distribution des fréquences de la superficie des classes d'habitats pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse ( $\approx 2$  km) entourant la RNF

### 3.4.3 Fonction de connectivité

La connectivité des parcelles n'a pas beaucoup changée entre 1976 et 1999 (figure 36), sauf pour les marécages où la connectivité a augmenté passablement pour les distances de dispersion supérieures à 50 m. Ceci est probablement dû à la disparition de presque toutes les parcelles de marécage en 1997 ce qui fait que les parcelles restantes sont maintenant plus rapprochées les unes des autres.

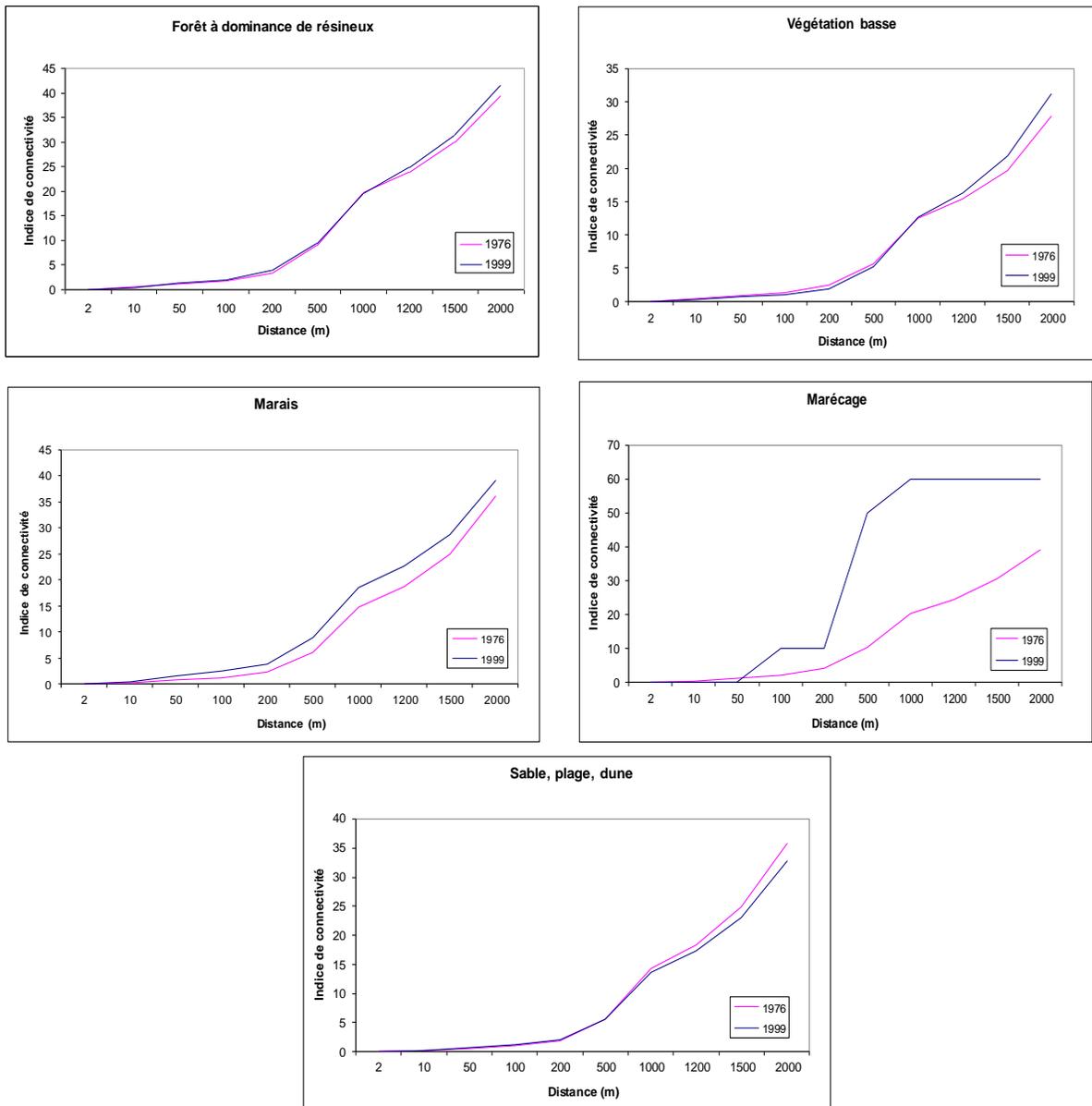


Figure 36. Indice de connectivité en fonction d'un seuil de distance pour la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF

### 3.4.4 Éléments linéaires

Les éléments linéaires sont très peu présents à la RNF de la Pointe-de-l'Est et sont représentés par les infrastructures de transport (route secondaires et principales) et les sentiers de VTT (tableau 55). La longueur des routes principales et secondaires est demeurée semblable dans la RNF et à l'extérieur de la RNF. La longueur des sentiers de VTT a par ailleurs plus que doublé dans la RNF durant cette période passant de 20 m/ha de surface terrestre à près de 45 m/ha. La longueur des sentiers de VTT a également augmenté à l'extérieur de la RNF mais dans une moindre mesure.

Tableau 55. Dynamique des éléments linéaires du paysage de la RNF de la Pointe-de-l'Est et la zone d'analyse entourant la RNF

Classe	Indice (m/ha surface terrestre)					
	RNF		Extérieur RNF		Total	
	1976	1999	1976	1999	1976	1999
Route principale	3,33	3,37	4,82	4,78	4,11	4,12
Route secondaire	-	-	3,51	3,04	1,84	1,42
Sentier VTT	20,38	44,55	37,63	46,13	29,44	45,39
<i>Total</i>	<i>23,71</i>	<i>47,92</i>	<i>45,95</i>	<i>53,6</i>	<i>35,4</i>	<i>50,93</i>

## 4. DISCUSSION

L'élément principal qui doit être pris en compte lors de l'analyse des résultats est que ces quatre RNF sont situées en milieu insulaire. Particulièrement pour les RNF des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecoeur et des Îles-de-l'Estuaire qui sont composées en grande majorité d'îles à faible relief, donc très sensibles aux variations des niveaux d'eau. Les changements identifiés dans les secteurs côtiers sont très dépendants de ces fluctuations et doivent donc être interprétés en conséquence. Les changements observés dans les zones périphériques des RNF sont d'ailleurs relativement mineurs puisque la majorité des zones d'analyses couvre des milieux aquatiques. Hormis quelques secteurs situés en milieu terrestre au large des RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur, les habitats retrouvés dans ces RNF ne sont pas sujets aux pressions anthropiques telles que le développement urbain et l'agriculture intensive ayant cours autour des RNF qui sont localisées en milieu terrestre (Maheu-Giroux et coll. 2006). Les sections qui suivent font état des principales observations relevées lors de l'analyse du changement et de la structure du paysage pour chaque RNF, ainsi que des enjeux liés à la méthodologie.

### 4.1 Constats sur le changement dans les RNF

Une comparaison du changement total de l'occupation du sol pour les quatre RNF est présentée au tableau 56. On y remarque que la superficie des RNF est très variable, mais que le changement total est similaire pour trois des RNF (entre 60 et 70%) alors que celui de la RNF de la Pointe-de-l'Est est beaucoup plus faible (< 30%). Cette RNF étant située dans le golfe du Saint-Laurent et ne couvrant qu'une faible partie de l'archipel des îles-de-la-Madeleine, elle est donc moins sujette aux variations du niveau d'eau que les autres RNF

situées sur des petites îles dans le système fluvial. Les facteurs expliquant les niveaux d'eau variables entre les périodes d'analyses à chaque RNF sont discutés dans les sections qui suivent.

Tableau 56. Changement total dans les RNF étudiées

RNF	Superficie (ha)	% changement (total)
Îles de la Paix	183	65,2
Îles de Contrecoeur	329	70,95
Îles de l'estuaire*	332	60,5
Pointe de l'est	1018	26,45

\*sans l'île aux Lièvres

#### 4.1.1 RNF des Îles-de-la-Paix

Pour la RNF des Îles-de-la-Paix, l'étude de la zone analysée montre que les changements majeurs observés à l'intérieur de la réserve sont la perte de marécages et de marais au profit des marais submergés et de l'eau libre. Plusieurs parcelles de marécages ont été transformées en marais dans le secteur de l'île aux Plaines et de l'île à Thomas. De plus, certaines îles ont même pratiquement disparu sur les photos de 1997, dont l'île Plate et l'île à Napoléon. Il est évident que la différence notable de niveau d'eau entre les deux périodes étudiées a eu un effet important sur le changement qui s'est produit dans le paysage. Dans le cas des Îles-de-la-Paix, cette différence de niveaux d'eau est une combinaison du très bas niveau mesuré en 1964 (1 m sous la moyenne de la période) et du niveau très élevé en 1997 (70 cm au-dessus de la moyenne de la période). De très bas niveaux d'eau ont d'ailleurs été enregistrés pendant plusieurs années consécutives au début des années 60 (Morin et Bouchard 2000) et résulteraient d'une très faible hydraulicité causée par des régimes de précipitations largement inférieurs aux moyennes annuelles. Les hauts niveaux d'eau enregistrés dans les années 90 auraient provoqué la disparition de milieux boisés en causant la mort de nombreux arbres qui sont demeurés ennoyés sur de longues périodes.

D'autre part, de par sa situation dans le lac Saint-Louis, la RNF des Îles-de-la-Paix est sujette à l'érosion par les vagues lors de périodes de grands vents et cette forte érosion des berges a aussi contribué à la disparition de plusieurs secteurs autrefois en milieux terrestres (Service canadien de la faune 2003a). De fait, selon Dauphin et Lehoux (2004), cinq secteurs situés sur trois îles (La Grande Île, l'île Ronde, île aux Plaines) de cette RNF ont été identifiés comme segments prioritaires pour l'application de mesures de protection contre l'érosion. Ces cinq segments ont montré une érosion de l'ordre de 3 m/an pendant la période 1964-1983 et l'érosion s'est poursuivie dans les années suivantes mais dans une moindre mesure. On estime toutefois le recul des berges à plusieurs dizaines de mètres durant la période d'étude. Lehoux et Grenier (1995) notaient d'ailleurs qu'entre 1964 et 1993, la superficie des boisés sains (incluant les arbustales) est passée de 78 ha à 20 ha, soit une perte de 75 %. Ils notaient également que 30 ha de marais émergents avaient aussi été perdus et que la superficie des îles est passée de 106,2 ha à 51,5 ha, soit une perte de 50 %. Même si de nos jours l'érosion a diminué de beaucoup en intensité, certains segments insulaires continuent d'être érodés, notamment sur la Grande île, l'île Ronde et l'île aux Plaines (Dauphin et Lehoux 2004). Tout porte à croire que la destruction des marécages pourrait avoir entraîné une baisse des effectifs de Canard noir (*Anas rubripes*) et de Canard colvert (*Anas platyrhynchos*) puisque la majorité des nids de ces espèces étaient situés dans la forêt inondée dont

plusieurs directement dans les arbres lors d'inventaires effectués à la fin des années 60 et au début des années 70 (Service canadien de la faune 2003a). Un inventaire printanier de la sauvagine nicheuse couvrant l'ensemble de cette RNF permettrait d'obtenir un portrait actualisé de la densité de canards nicheurs puisque les derniers inventaires de nids ont été faits il y a plus de 20 ans.

Dans la portion hors RNF analysée qui est située plus en milieu terrestre, l'effet de la différence de niveaux d'eau est un peu atténué. À cet endroit, on note plutôt une augmentation du milieu anthropique au dépend des friches, des cultures pérennes et milieu forestier. On note aussi que le secteur de la pointe de Maple Grove qui était en marécage en 1964 a été converti en milieux anthropiques et forestiers. Le secteur forestier de Woodlands près de Châteauguay a aussi été converti en milieux anthropique et humide (marécage et marais). Les principales pressions subies par ce territoire semblent donc être liées à l'étalement urbain. Une conversion des cultures pérennes en cultures annuelles est aussi observée dans ce secteur. Le milieu anthropique ayant pris de l'expansion au dépend des milieux forestiers et des marécages, ces habitats naturels présentent donc une fragmentation accrue (augmentation du nombre de parcelles, diminution de la superficie moyenne des parcelles) et une plus faible connectivité en 1997.

#### 4.1.2 RNF des Îles-de-Contrecoeur

Dans la RNF des Îles-de-Contrecoeur, les changements sont surtout notés en bordure des îles, là où les différences de niveau d'eau sont manifestes. Il y a eu une perte de marais au profit des marais submergés et de l'eau libre, et une perte de marécage au profit des marais. Comme pour la RNF des Îles-de-la-Paix, les niveaux d'eau extrêmement bas enregistrés en 1964 (sous le seuil minimum, donc extrêmement bas) combinés aux hauts niveaux d'eau en 1997 (90 cm au-dessus de la moyenne de la période) ont entraîné des modifications aux habitats aquatiques et terrestres de la RNF des Îles-de-Contrecoeur. De plus, les photos de 1964 ont été acquises en août lorsque le niveau d'eau est généralement bas alors que celles de 1997 l'ont été au début juin à une période où le niveau d'eau est généralement élevé et bien avant que la végétation aquatique ne soit développée, accentuant d'autant les différences temporelles dans la couverture de plusieurs classes d'habitats.

Ces hauts niveaux d'eau auraient aussi contribué à accentuer l'érosion des berges de plusieurs îles de la RNF. Dauphin et Lehoux (2004) confirme que l'archipel de Contrecoeur a subi de fortes érosions des berges entre 1964 et 1997 principalement sur les rives des îles exposées à la voie maritime où le batillage causé par le passage répété des navires commerciaux et des bateaux de plaisance cause de profonds dommages aux habitats riverains. Selon ce rapport, cinq secteurs de cette RNF ont été identifiés comme segments prioritaires pour l'application de mesures de protection contre l'érosion (îlets à Lacroix, îlet à Lefebvre, île Duval, deux secteurs à l'île Saint-Ours). Ces cinq secteurs ont montré une érosion moyenne de l'ordre de 2,5 m/an pendant la période 1964-1983 et l'érosion s'est poursuivie dans les années suivantes; pour un recul total des berges de plusieurs dizaines de mètres entre 1964 et 1997. À noter que l'érosion des berges des secteurs de l'îlet à Lefebvre, de l'île Duval, et d'un secteur de l'île Saint-Ours fut aussi très forte (>2 m/an) durant les années 1999-2002. Près de la moitié des 29,7 km de rives des Îles-de-Contrecoeur subissent de l'érosion dont 1 km de façon sévère (Dauphin 2000).

Plusieurs espèces de canards barboteurs, principalement le Canard colvert, le Canard chipeau (*Anas strepera*) et le Canard pilet (*Anas acuta*), nichent en abondance dans les

prairies humides dominées par le *Phalaris arundinacea* dans la RNF des Îles-de-Contrecoeur (Cantin et Ringuet 1976; Service canadien de la faune 2003b). Les changements survenus à ce type d'habitat ne peuvent toutefois être quantifiés puisqu'il a été combiné à la classe « marais ». Tout comme à la RNF des Îles-de-la-Paix, un inventaire complet de la sauvagine nicheuse dans la RNF permettrait d'obtenir un portrait actualisé de la densité de canards nicheurs puisque les derniers inventaires de nids ont été faits il y a près de 20 ans (Service canadien de la faune 2003b).

À l'extérieur des limites de la RNF, des changements similaires sont notés alors que plusieurs marais ont été convertis en marais submergés ou en eau libre. Au niveau des classes terrestres, on observe que le milieu anthropique a gagné beaucoup de terrain sur les milieux cultivés et les friches. On note aussi une transformation des cultures pérennes vers les cultures annuelles et les friches. Presque toutes les cultures pérennes sont disparues du territoire passant d'une couverture de 20% du territoire en 1964 à seulement 3% en 1997. De fait, les milieux anthropiques et les cultures annuelles sont moins fragmentés qu'auparavant alors que les cultures pérennes sont sujettes à une fragmentation accrue. Les principales pressions sont clairement le développement urbain et industriel (secteur des aciéries au sud de la ville de Contrecoeur). Bien que la couverture spatiale du territoire analysé soit très faible, ces changements de l'occupation du sol sont le reflet des changements globaux observés dans les Basses-terres du Saint-Laurent caractérisés par une forte dominance des cultures annuelles dans le paysage agricole du sud du Québec et une expansion accrue du territoire urbain dans la région métropolitaine de Montréal (Jobin et coll. 2007; Latendresse et coll. 2008). À noter toutefois une légère augmentation du milieu forestier (~50 ha), surtout dans le secteur de Saint-Laurent-du-Fleuve (extrémité nord de la rive sud de la zone analysée).

#### 4.1.3 RNF des Îles-de-l'Estuaire

Les changements survenus aux classes d'habitats aquatiques s'expliquent essentiellement par les niveaux d'eau différents lors de la prise des photos à chaque période, tant pour les secteurs situés dans les RNF et à l'extérieur des RNF. De fait, l'occupation du sol de plusieurs îles ou portions d'îles est passée de secteurs couverts en eau libre ou en eau peu profonde vers des milieux rocheux ou des marais, ou vice versa, selon le secteur à l'étude. Ceci reflète essentiellement l'action des marées puisque, sauf de rares exceptions, toutes les photos ont été prises en mai ou juin éliminant l'effet potentiel des fluctuations saisonnières des niveaux d'eau. L'impact des marées sur les habitats terrestres de la RNF seraient par ailleurs mineur. On observe par contre des changements importants à certains habitats terrestres causés par d'autres facteurs. Plusieurs secteurs autrefois couverts en forêts sont maintenant couverts de végétation basse ou d'arbres et arbustes. Ceci est particulièrement observable sur les îles de Kamouraska (île Brulée, Grande Île), sur le Pot du Phare (île du Pot à l'Eau-de-Vie) et sur l'île Bicquette. La fragmentation forestière s'est d'ailleurs accrue au cours de la période d'étude dans la plupart de ces secteurs. La présence du Cormoran à aigrettes (*Phalacrocorax auritus*) sur les îles Brulée, Grande île et le Pot du Phare explique ces modifications de l'habitat puisque les fientes de ces oiseaux contribuent à dégrader le couvert forestier (Service canadien de la faune 2003c). Un contrôle de ces oiseaux nicheurs a d'ailleurs été en vigueur pendant quelques années afin de réduire l'impact de ces colonies sur la végétation des îles (Bédard et coll. 1995). Toutefois, ce changement de l'habitat aurait peu d'impact sur les oiseaux coloniaux nicheurs comme le Petit pingouin (*Alca torda*) et la Mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*) qui nichent dans les milieux rocheux et les falaises ainsi que sur l'Eider à duvet (*Somateria mollissima*) qui niche dans divers types de couverts de végétation (forêt, arbustes, milieux herbacés) (Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet 2004).

Les fluctuations de populations d'Eider à duvet observées sur quelques îles de l'estuaire seraient d'ailleurs probablement causées par des facteurs externes aux sites de nidification (Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet 2004). La mortalité complète de la végétation et la mise à nue subséquente de milieux rocheux pourrait par ailleurs être profitable à certaines espèces coloniales comme le Guillemot marmette (*Uria aalge*) qui niche maintenant en abondance dans les secteurs dénudés des îles du Pot à l'Eau-de-Vie (Petit Pot) (J.-F. Rail; SCF; comm. pers.).

La transformation de la forêt en végétation basse à l'île Bicquette et les facteurs qui contribuent à l'absence de régénération des sapinières sur cette île sont inconnus mais le remplacement à long terme de la forêt par des landes herbacées sur l'île Bicquette pourrait entraîner une baisse de la qualité de l'habitat de l'Eider à duvet (Bélanger et Bédard 1997; Service canadien de la faune 2003c; Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet 2004). Par ailleurs, la plus grande couverture des arbres et arbustes sur l'île aux Fraises avait été notée par le passé (Service canadien de la faune 2003c) et serait vraisemblablement causée par une succession naturelle de la végétation basse. Enfin, le maintien de la végétation basse du milieu terrestre de l'île Blanche a contribué à maintenir un habitat de nidification de qualité pour l'Eider à duvet.

#### 4.1.4 RNF de la Pointe-de-l'Est

Peu de changements sont survenus dans l'occupation du sol de la RNF de la Pointe-de-l'Est durant la période 1976-1999, hormis une augmentation de la couverture de la classe de végétation basse au dépend de la forêt résineuse et des milieux sableux. Ceci suggère donc que les habitats fauniques de cette RNF sont demeurés inchangés durant cette période entraînant ainsi peu d'impacts sur les populations d'oiseaux nicheurs. Les changements les plus notables sont toutefois localisés à l'extérieur des limites de la RNF. Par exemple, le déplacement de la zone active de la carrière située près de la falaise du Cap Nord-Est (East Cape) couplé à l'abandon des cultures pérennes ont contribué à l'expansion des zones couvertes de végétation basse. Le milieu anthropique a pris un peu d'expansion par la construction de plusieurs résidences isolées sur l'île de la Grande Entrée, mais ceci aurait peu d'effets sur les habitats de la RNF. On note également que les habitats forestiers ont été fortement perturbés sur l'île aux Loups Marins en raison de la présence des Cormorans à aigrettes dont les fientes détruisent le couvert forestier. De fait, la colonie de cormorans était déjà bien installée sur cette île en 1976 alors que près de 600 couples y nichaient (Fradette 1992), la végétation était alors déjà passablement perturbée tel que noté sur les photos de 1976. La dégradation du couvert forestier s'est poursuivie au cours des années suivantes alors que plus de 3000 couples de cormorans ont été dénombrés sur cette île en 1988 (Fradette 1992). La colonie a ensuite disparu (aucun nid en 2002; source BIOMQ; J.-F. Rail, SCF, comm. pers.) probablement dû à la disparition du couvert forestier et/ou à la présence du renard roux.

Le changement principal qui pourrait modifier l'intégrité de la RNF est le déplacement de la ligne de côte qui sépare l'étang de l'Est du golfe du Saint-Laurent. Cette mince bande de terre a été réduite de plusieurs dizaines de mètres entre 1976 et 1999, ce qui ne laisse qu'un mince cordon (environ 50 m) qui protège ce milieu d'eau douce qu'est l'étang de l'Est. Jolicoeur (2003) a d'ailleurs bien documenté le déplacement de la ligne de côte de ce secteur au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. Ce changement est la cause directe de la dynamique des dunes primaires qui sont modelées par les vents, les vagues, les courants marins et les tempêtes. Une carte actualisée devrait idéalement être produite pour évaluer la situation présente (Service

canadien de la faune 2005). Advenant une brèche majeure dans ce cordon, le niveau d'eau de l'étang de l'Est pourrait être grandement perturbé et l'intrusion de l'eau salée contribuerait à modifier ce fragile écosystème où nichent de nombreuses espèces d'oiseaux dont le Grèbe esclavon (*Podiceps auritus*), une espèce en voie de disparition au Canada.

Enfin, l'augmentation de la longueur des sentiers de VTT dans la RNF contribue à modifier les systèmes dunaires et à déranger la faune qui y habite (Service canadien de la faune 2005). Une vigilance accrue serait requise pour réduire les impacts de l'utilisation des VTT dans la réserve.

## 4.2 Considérations méthodologiques

Comme indiqué dans la section méthodologique (section 2), deux approches différentes ont été utilisées pour réaliser les cartographies d'occupation du sol. La cartographie des secteurs des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur a été produite à l'aide d'une approche traditionnelle par photo-interprétation sur acétate, alors que les secteurs des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est ont été réalisés à l'aide de segmentation et de classification d'image numérique. Le traitement des données de base et les résultats obtenus peuvent donc varier selon l'approche utilisée. De fait, les parcelles d'habitat tracées avec l'approche traditionnelle par photo-interprétation sont beaucoup plus grossières et leurs superficies moyenne et minimale sont près de 10 fois supérieures à la taille des parcelles produites par l'approche basée sur la segmentation et de classification d'image numérique (tableau 57). Le nombre de parcelles est d'ailleurs beaucoup plus faible avec l'approche traditionnelle et n'est pas dépendant de la superficie totale analysée car des secteurs ayant une plus grande superficie (Îles-de-la-Paix, Îles-de-Contrecoeur) montrent des plus faibles nombres de parcelles.

Tableau 57. Superficie totale analysée (RNF et hors RNF, incluant l'eau libre) et aux paramètres descriptifs (nombre, superficie moyenne et minimale) des parcelles d'habitat pour chacune des RNF et pour les deux périodes (P1, P2)

Secteur	Méthode d'analyse	Superficie totale (ha)	N. de parcelles		Sup. moy. (ha)		Sup. min. (ha)	
			P1	P2	P1	P2	P1	P2
Îles-de-la-Paix	Photo-interprétation	4733	263	197	17,9	23,9	0,01	0,01
Îles-de-Contrecoeur	Photo-interprétation	6086	482	387	12,6	15,7	0,01	0,01
Îles-de-l'Estuaire*	Segmentation d'image	4145	1735	1744	2,4	2,3	0,0009	0,0009
Pointe de l'Est	Segmentation d'image	3646	1366	743	1,6	2,7	0,0004	0,0004

\*sans l'île aux Lièvres

L'approche basée sur la segmentation d'image numérique permet d'identifier des parcelles de très petite superficie et ceci avait aussi été noté lors de la détermination de la taille optimale du pixel pour le calcul des indices paysagers (section 2.4). Bien que les quatre RNF soient situées dans des contextes paysagers très différents, les résultats produits par les deux approches se reflètent aussi dans les indices paysagers calculés puisque les superficies moyennes sont généralement beaucoup plus élevées et les densités de parcelles sont généralement plus faibles pour les secteurs des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur que pour ceux des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est. Une segmentation moins fine des

images couvrant les secteurs des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est aurait possiblement résulté en des parcelles d'habitat plus grandes et plus homogènes. La comparaison du paysage des RNF et des territoires adjacents entre les deux périodes est toutefois valable puisque les données ont été analysées en utilisant une même approche d'analyse. Il faut toutefois éviter de comparer les résultats des analyses entre les RNF puisque les résultats sont biaisés par l'approche d'analyse utilisée.

Enfin, une partie des changements observés peut être due à des erreurs de positionnement et d'interprétation des classes d'habitat. La géoréférence des photos a été faite à l'aide des cartes topographiques à l'échelle du 1 : 50 000 et d'images satellites de moyenne (Landsat, SPOT) et haute résolution (IKONOS). La différence temporelle et d'échelle entre la donnée de référence et les photos à géoréférencer ainsi que le faible nombre de points de contrôle a augmenté l'erreur de positionnement (souvent plus de 1 pixel et parfois plus de 5 pixels). L'erreur de positionnement a toutefois été diminuée en ajustant la taille du pixel pour le calcul des matrices de transition (voir section 2.4, tableau 5), mais une certaine incertitude peut demeurer. Enfin, il est évident que certaines erreurs dans l'interprétation des classes d'habitats et la classification des images peuvent subsister et affecter l'analyse du changement de l'occupation du sol des territoires analysés.

## **5. CONCLUSION**

Comparativement aux parcs nationaux du Canada, les Réserves nationales de faune protègent de petits territoires qui offrent des habitats naturels à la faune, particulièrement aux oiseaux migrateurs. De par leur nature, ces aires protégées forment de petits îlots de milieux naturels entourés d'habitats qui sont souvent largement modifiés par l'activité humaine (Seiferling et coll. 2011). Ces activités qui agissent en périphérie des RNF exercent donc des pressions qui peuvent affecter les communautés fauniques et floristiques retrouvées dans ces aires protégées. La préservation d'habitats de qualité à l'intérieur des RNF nécessite donc une connaissance fine du paysage régional afin de pouvoir considérer les habitats et les pressions anthropiques environnantes dans la gestion et la planification des activités de conservation des RNF.

L'analyse du paysage régional permet d'identifier les habitats naturels qui peuvent servir de réservoirs de biodiversité ou de corridors de déplacement aux espèces sauvages qui fréquentent les aires protégées, ainsi que de localiser spatialement les pressions anthropiques (Shafer 1999). Cette nouvelle connaissance peut ensuite être utilisée pour déterminer les secteurs les plus propices pour augmenter la superficie de l'aire protégée ou pour mettre en place des actions de conservation qui peuvent réduire ces pressions anthropiques (Woodroffe et Ginsberg 1998; Rivard et coll. 2000; Wiersma et coll. 2004; Young et coll. 2006). Mas (2005) et Willis et coll. (2012) présentent d'ailleurs des outils novateurs d'analyse et de gestion pour déterminer les habitats adjacents aux aires protégées qui seraient les plus adéquats pour assurer le maintien de l'intégrité des habitats dans les aires protégées.

La présente étude a mis en lumière les transformations survenues aux paysages et aux habitats des RNF des Îles-de-la-Paix, des Îles-de-Contrecoeur, des Îles-de-l'Estuaire et de la Pointe-de-l'Est sur une période d'environ 20-30 ans. On y note que les changements observés sont essentiellement causés par les différences de niveau d'eau entre les périodes d'analyse, l'érosion des berges et par des facteurs naturels comme la présence des Cormorans à aigrettes. De concert avec le travail de Maheu-Giroux et coll. (2006), la présente

étude complète ainsi un premier portrait visant à quantifier la dynamique des habitats de toutes les RNF situées au Québec. Ces informations forment donc l'assise sur laquelle un suivi régulier des habitats situés dans les RNF et dans les zones périphériques peut être bâti au moyen d'une analyse de l'occupation du sol à intervalle régulier (10-15 ans). Une connaissance continue de la dynamique des habitats dans ces aires protégées et dans les territoires adjacents, couplée à des suivis réguliers des communautés fauniques, particulièrement la sauvagine nicheuse, permettra d'être à l'affût des changements qui s'y opèrent et de réagir en conséquence afin de maintenir des habitats de qualité et des populations d'oiseaux nicheurs en santé dans les RNF.

## 6. RÉFÉRENCES

- Bédard, J., A. Nadeau et M. Lepage. 1995. Double-crested cormorant culling in the St. Lawrence River estuary. *Colonial Waterbirds* 18 (Special Publication 1): 78-85.
- Bélanger, L. et J. Bédard. 1997. L'habitat de l'Eider à duvet sur l'île Bicquette : évaluation du milieu forestier et prescriptions sylvicoles. Préparé par la Société Duvetnor Ltée pour le Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec. 32 p.
- Bernier, A. et P. Graillon. 2009. Sélection d'indices pour le suivi d'indicateurs sur l'organisation spatiale des parcs nationaux du Québec. Société des établissements de plein air du Québec (SÉPAQ). Rapport interne. 21 p.
- Cantin, M. et I. Ringuet. 1976. Les oiseaux des Îles-de-Contrecoeur. Environnement Canada, Service canadien de la faune. 47 p.
- Congalton, R.G. et K. Green. 2008. Assessing the accuracy of remotely sensed data - Principles and practices, Second edition. CRC Press, New York. 183 p.
- Dauphin, D. 2000. Influence de la navigation commerciale et de la navigation de plaisance sur l'érosion des rives du Saint-Laurent dans le tronçon Cornwall - Montmagny. SLV2000. Ministère des Transports du Québec. Rapport final. 103 p. + cartes + annexes.
- Dauphin, D. et D. Lehoux. 2004. Bilan de la sévérité de l'érosion dans le Saint-Laurent dulcicole (Montréal – archipel de Berthier-Sorel, incluant les Îles-de-la-Paix) et stratégies de protection recommandées pour les rives à plus grande valeur biologique. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 231 p. + annexes.
- Esbah, H., B. Deniz, B. Kara et B. Kesgin. 2010. Analyzing landscape changes in the Bafa Lake Nature Park of Turkey using remote sensing and landscape structure metrics. *Environmental Monitoring and Assessment* 165: 617-632.
- Fradette, P. 1992. Les oiseaux des Îles-de-la-Madeleine: populations et sites d'observation. Attention Frag'Îles, Mouvement pour la valorisation du patrimoine naturel des Îles. Étang-du-Nord, Québec. 292 p.
- Grenier, M., A.-M. Demers, S. Labrecque, M. Benoit, R.A. Fournier et B. Drolet. 2007. An object-based method to map wetland using RADARSAT-1 and Landsat ETM images : test case on two sites in Québec, Canada. *Canadian Journal of Remote Sensing* 33, suppl.1: S28-S45.

- Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet. 2004. Plan québécois de gestion de l'Eider à duvet *Somateria mollissima dresseri*. Publication spéciale du Groupe conjoint de travail sur la gestion de l'Eider à duvet, Québec. 44 p.
- Jobin, B., C. Latendresse, C. Maisonneuve, A. Sebbane et M. Grenier. 2007. Changements de l'occupation du sol dans le sud du Québec pour la période 1993-2001. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy, Québec. 112 p. + annexes.
- Jobin, B., S. Labrecque, M. Grenier, et G. Falardeau. 2008. Object-based classification as an alternative to the traditional pixel-based classification to identify potential habitat of the Grasshopper Sparrow. *Environmental Management* 41: 20-31.
- Jolicoeur, S. 2003. Notice explicative des trois premières feuilles de la carte écodynamique de la Pointe de l'Est (Îles-de-la-Madeleine, Québec). Moncton, Nouveau-Brunswick. Rapport non publié. 79 p.
- Kintz, D.B., K.R. Young et K.A. Crews-Meyer. 2006. Implications of land use/land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. *Environmental Management* 38: 238-252.
- Latendresse, C., B. Jobin, A. Baril, C. Maisonneuve, C. Boutin et D. Côté. 2008. Dynamique spatio-temporelle des habitats fauniques dans l'écorégion des Basses terres du fleuve Saint-Laurent, 1950-1997. Série de rapports techniques n° 494, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Québec, 83 p. + annexes.
- Lehoux, D. et C. Grenier. 1995. Sommaire des informations concernant les îles de juridiction fédérale et propositions d'aménagement (tronçon Montréal-Sorel). Environnement Canada, Service canadien de la faune, vi +82 p.
- Maheu-Giroux, M., S. de Blois et B. Jobin. 2006. Dynamique des paysages de quatre Réserves nationales de faune du Québec: Suivi des habitats et des pressions périphériques. Université McGill, Département de sciences végétales et Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 67 p. + annexes.
- Mas, J.-F. 2005. Assessing protected area effectiveness using surrounding (buffer) areas environmentally similar to the target area. *Environmental Monitoring and Assessment* 105: 69-80.
- McGarigal, K., S.A. Cushman, M.C. Neel et E. Ene. 2002. FRAGSTATS v3: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- Morin, J. et A. Bouchard. 2000. Les bases de la modélisation du tronçon Montréal / Trois-Rivières. Rapport scientifique SMC-Hydrométrie RS-100. Environnement Canada, Sainte-Foy, 56 p.

- Réseau Parcs Québec – Sépaq. 2011. Programme de suivi de l'intégrité écologique PSIE. Parcs Québec et Société des établissements de plein air du Québec. Québec, Québec. 118 p.
- Rivard, D.H., J. Poitevin, D. Plasse, M. Carleton et D.J. Currie. 2000. Changing species richness and composition in Canadian national parks. *Conservation Biology* 14: 1099-1109.
- Seiferling, I.S., R. Proulx, P.R. Peres-Neto, L. Fahrig et C. Messier. 2011. Measuring protected-area isolation and correlations of isolation with land-use intensity and protection status. *Conservation Biology* 26: 610-618.
- Service canadien de la faune. 2003a. Plan de conservation de la Réserve nationale de faune des Îles-de-la-Paix. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 41 p. et annexes.
- Service canadien de la faune. 2003b. Plan de conservation de la Réserve nationale de faune des Îles-de-Contrecoeur. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 34 p. et 2 annexes.
- Service canadien de la faune. 2003c. Plan de conservation de la Réserve nationale de faune des Îles-de-l'Estuaire. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 76 p. et annexes.
- Service canadien de la faune. 2005. Plan de conservation de la Réserve nationale de faune de la Pointe de l'Est. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Région du Québec. 59 p. + annexe.
- Shafer C.L. 1999. National park and reserve planning to protect biological diversity: some basic elements. *Landscape and Urban Planning* 44: 123-153.
- Wiersma Y.F., T.D. Nudds et D.H. Rivard. 2004. Models to distinguish effects of landscape patterns and human population pressures associated with species loss in Canadian national parks. *Landscape Ecology* 19: 773-786.
- Willis, K.J., E.S. Jeffers, C. Tovar, P.R. Long, N. Caithness, M.G.D. Smit, R. Hagemann, C. Collin-Hansen et J. Weissenberger. 2012. Determining the ecological value of landscapes beyond protected areas. *Biological Conservation* 147: 3-12.
- Woodroffe R. et J.R. Ginsberg. 1998. Edge effects and the extinction of populations inside protected areas. *Science* 280: 2126-2128.
- Young, J.E., G.A. Sánchez-Azofeifa, S.J. Hannon et R. Chapman. 2006. Trends in land cover change and isolation of protected areas at the interface of the southern boreal mixedwood and aspen parkland in Alberta, Canada. *Forest Ecology and Management* 230: 151-161.

Annexe 1 : Cartes détaillées des RNF des Îles-de-la-Paix et des Îles-de-Contrecoeur

