

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À

UNIVERSITE DU QUEBEC À TROIS-RIVIERES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR

PIERRE BLANCHETTE

ÉTUDE DE LA SÉLECTION DE L'HABITAT PRÉFÉRENTIEL
DU RAT MUSQUÉ (Ondatra zibethicus) DANS DES
ÉTANGS AMÉNAGÉS AU LAC SAINT-PIERRE, QUÉBEC

AOÛT 1985

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

RESUME

L'activité du rat musqué influence l'évolution des terres humides. De plus, cette espèce possède une grande importance économique et récréative. Bien que plusieurs aspects de l'écologie du rat musqué ait été étudiés, aucune recherche n'a encore intégré les divers paramètres abiotiques et biotiques dans l'étude de l'habitat de ce rongeur.

Notre projet d'étude se déroule dans 27 sites humides aménagés, situés sur la rive nord du lac Saint-Pierre, Québec. Il a pour but de déterminer la structure de l'habitat préférentiel du rat musqué et d'élaborer un modèle mathématique permettant d'intégrer plusieurs dimensions de l'environnement dans l'étude de la sélection de l'habitat chez ce rongeur.

Nos résultats ont révélé que la fluctuation du niveau de l'eau, représentée par la distance séparant les sites au marais riverain, influence la distribution du rat musqué. De plus, la pente du fond de l'étang, de même que l'abondance et la composition de la végétation aquatique émergente sont déterminantes dans la sélection des sites par le rat musqué.

Un premier modèle prédictif nous permet d'expliquer 29,1% de la variation dans le nombre de terriers/km entre les sites.

Celui-ci confirme l'importance de la fluctuation du niveau de l'eau dans la distribution du rat musqué.

Un deuxième modèle nous permet d'expliquer plus de 83% de la variation du nombre de terriers/Km entre les sites. Ce modèle démontre que la sélection de l'habitat chez le rat musqué est influencée tant par l'aspect physique de l'habitat (zone propice à l'établissement du terrier) que par l'aspect biologique de celui-ci (disponibilité et composition de la végétation).

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, nous voudrions remercier M. Richard Couture D.Sc., professeur à l'Université du Québec à Trois-Rivières, d'avoir bien voulu diriger les travaux. Ses conseils judicieux, de même que sa patience, sa compréhension et l'intérêt qu'il a démontré, ont grandement facilité la réalisation de ce projet d'étude.

Nos remerciements vont également à M. Luc Bélanger, biologiste. Son aide technique et ses nombreuses discussions enrichissantes ont été fort appréciées. De plus, nous remercions M. Pierre Bérubé, biologiste et compagnon de bureau, qui a su aider à créer une atmosphère propice au travail. Nous n'oublions pas Mme Anne-Sylvie Lacroix pour son aide technique qu'elle nous a apportée, nous lui en sommes gré.

Enfin, sans le support financier du conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) et de l'Université du Québec à Trois-Rivières, le projet n'aurait pu se faire. Nous les en remercions sincèrement. En terminant, je voudrais remercier Lorraine pour la patience qu'elle a su démontrée lors des moments difficiles.

TABLE DES MATIERES

| | Page |
|--------------------------------|------|
| RESUME | i |
| REMERCIEMENTS | iii |
| LISTE DES TABLEAUX | iv |
| LISTE DES FIGURES | x |
| CHAPITRES | |
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE | 5 |
| Description de l'espèce | 5 |
| Description de l'habitat | 8 |
| 3. LIEUX D'ETUDE | 12 |
| Situation géographique | 12 |

| | |
|---|----|
| Situation climatique | 16 |
| 4. MATERIEL ET METHODES | 20 |
| Paramètres abiotiques de l'habitat | 20 |
| Paramètres biotiques de l'habitat | 21 |
| Inventaire des populations de rats musqués | 27 |
| Traitement des données | 27 |
| 5. RESULTATS | 30 |
| Inventaire des populations de rats musqués | 30 |
| Relations simples entre les variables de l'habitat et l'abondance des terriers | 31 |
| Variables abiotiques de l'habitat | 35 |
| Variables biotiques de l'habitat | 35 |
| Sélection des descripteurs | 39 |

| | |
|---|----|
| Sélection de l'habitat | 51 |
| 6. DISCUSSION | 58 |
| Inventaire des populations | 58 |
| Relations simples entre les variables de l'habitat et l'abondance des terriers | 60 |
| Variables abiotiques de l'habitat | 60 |
| Variables biotiques de l'habitat | 61 |
| Sélection de l'habitat | 63 |
| 7. CONCLUSION | 69 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 72 |
| ANNEXES | |
| A. Résultats des variables abiotiques et biotiques mesurées aux 27 sites étudiés | 82 |

LISTE DES TABLEAUX

| Tableaux | Page |
|--|------|
| 1. Données climatiques pour la région du lac Saint-Pierre (Québec) | 18 |
| 2. Elévations géodésiques des récurrences de 2, 5,10,20 et 50 ans pour la région de Louiseville (Québec) | 19 |
| 3. Liste des paramètres abiotiques mesurés ainsi que les méthodes employées | 22 |
| 4. Description des types phisionomiques utilisés pour l'analyse de la phisionomie des plantes terrestres et aquatiques | 24 |
| 5. Liste des paramètres biotiques mesurés ainsi que les méthodes employées | 27 |
| 6. Nombre de terriers/Km de rive et indice d'utilisation des bancs d'emprunts, étangs et îlots étudiés | 32 |

| | |
|--|----|
| 7. Liste des variables normalisées et de leur abréviation utilisée dans le traitement des données | 34 |
| 8. Coefficients de corrélation de Pearson entre le nombre de terriers/Km et les variables abiotiques de l'habitat | 36 |
| 9. Coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman entre le nombre de terriers/Km et les variables biotiques de l'habitat | 38 |
| 10. Résultats des analyses en composantes principales effectuées avec les variables abiotiques et biotiques | 42 |
| 11. Liste des variables retenues à partir de la matrice des corrélations partielles | 50 |
| 12. Coefficients de régression pour le modèle prédictif du nombre de terriers/Km | 52 |
| 13. Coefficients de régression du modèle prédictif du nombre de terriers/Km effectué sans les variables reliées aux espèces végétales et à la distance au marais riverain | 55 |

| | |
|--|----|
| 14. Densités moyennes des habitations de rats musqués mesurées dans différentes régions et habitats | 59 |
| 15. Corrélations de Pearson et de Spearman entre la distance des sites au marais riverain et les autres variables de l'habitat | 65 |

LISTE DES FIGURES

| Figure | Page |
|---|------|
| 1. Physionomie générale d'un habitat type à rats musqués | 11 |
| 2. Carte de la région du lac Saint-Pierre et emplacements des sites étudiés | 13 |
| 3. Ilôts artificiels types | 15 |
| 4. Etangs artificiels types | 15 |
| 5. Bancs d'emprunts types | 17 |
| 6. Régression simple entre l'indice d'utilisation et le nombre de terriers/Km pour l'ensemble des sites étudiés | 33 |
| 7. Régression entre le nombre de terriers/Km et la distance au marais riverain (A) et la pente du fond (B) | 37 |
| 8. Régression entre le nombre de terriers/Km et la | |

| | |
|--|----|
| biomasse des plantes émergentes (A), la physionomie des plantes émergentes de type A (B) et l'abondance du <u>Typha</u> sp. émergent (C) | 40 |
| S. Régression entre le nombre de terriers/Km et la physionomie des plantes émergentes de type C (A) et l'abondance du <u>Phalaris</u> sp. (B) | |
| 10. Représentation graphique des descripteurs abiotiques selon les deux premiers facteurs principaux. Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2/16} = 0,353$ | |
| 11. Représentation graphique des descripteurs biotiques selon les facteurs 1 et 2 (A) et 1 et 3 (B). Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2/19} = 0,324$ | |
| 12. Représentation graphique des descripteurs biotiques selon les facteurs 1 et 4 (A) et 2 et 3 (B). Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2/19} = 0,324$ | |
| 13. Représentation graphique des descripteurs biotiques selon les facteurs 2 et 4 (A) et 3 et 4 (B). Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs | |

| | |
|--|----|
| est à $\sqrt{2/19} = 0,324$ | 48 |
| 14. Matrice de corrélations partielles effectuée avec les variables retenues des analyses en composantes principales. Le signe * indique une corrélation significative à $P < 0,05$ | 49 |
| 15. Distribution des résidus en fonction des valeurs prédictes pour le premier modèle prédictif du nombre de terriers/Km | 53 |
| 16. Distribution des résidus en fonction des valeurs prédictes pour le deuxième modèle prédictif du nombre de terriers/Km (sans les variables reliées aux espèces végétales et la distance au marais riverain) | 57 |

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

L'habitat se définit comme étant le conglomérat des facteurs physiques et biotiques dans lequel un animal se fait une place pour vivre (Partridge, 1979). La sélection de l'habitat est donc l'ensemble des n dimensions de l'environnement avec lesquels une espèce possède des affinités positives. Cette définition fait appel au concept de niche tel que formulé par Hutchinson (1957a in Green, 1971). Le choix de vivre dans un environnement précis est important car il va modifier le phénotype de l'animal et ce, dans une variété de routes évolutives (Partridge, 1979). La compréhension du choix d'une espèce face à l'hétérogénéité de l'environnement nous permettra de prévoir les effets de la perturbation du milieu et d'optimiser les efforts déployés en vue d'aménager l'habitat faunique (Shugart, 1980).

Les terres humides (angl.:wetlands) sont des régions inondées de façon permanente ou temporaire. On y retrouve une végétation herbagée qui requiert ou tolère, pour sa croissance et sa reproduction, des sols saturés en eau (Reimold *et al.*, 1980). Leur grande productivité en fait un écosystème d'une importance primordiale pour la faune terrestre et aquatique. L'homme peut également tirer profit des terres humides. En effet, celles-ci

peuvent réduire l'érosion des berges et servir de protection contre les inondations (Stearns, 1978).

Une grande partie des milieux humides a été asséchée au profit de l'agriculture et de l'urbanisation. Plus de 50% des marais furent détruits au Canada. Le long du fleuve Saint-Laurent, des Grands Lacs jusqu'à son embouchure, plus de 70% des terres humides furent perdues (Anonyme, 1982). Avec ces pertes d'habitats, on se doit de protéger et d'aménager les terres humides restantes afin qu'elles puissent supporter de plus grandes populations fauniques. Par contre, le peu de connaissance au niveau de la compréhension de l'écologie des terres humides, limite les efforts déployés (Stearns, 1978). L'étude des stimuli de l'habitat, comme attractif pour la faune, reste à faire (Weller, 1978).

La dynamique de cet écosystème évolue dans le temps. Ainsi, on reconnaît une série de stades à court terme. D'une période de trois à sept ans environ, ils sont faciles à manipuler, ce qui les rend intéressants pour l'aménagement faunique (Weller, 1981). Deux facteurs majeurs induisent ces cycles à court terme. Le premier est la variation du niveau de l'eau qui résulte des changements de précipitations (Stearns, 1978). Le second facteur est l'influence sur la végétation de l'activité des herbivores, notamment le rat musqué (Ondatra zibethicus L) (Weller, 1981).

L'influence du rat musqué sur la dynamique des terres humides est connue. De plus, ce rongeur possède une grande importance économique et récréative. Il se classe premier en terme de nombre d'individus piégés par année. On évalue à plus de \$1,1 million les revenus tirés de la vente de sa fourrure au Québec (Anonyme, 1984).

Plusieurs aspects de l'écologie du rat musqué ont été étudiés. La variation spatio-temporelle de ses habitudes alimentaires a fait l'objet de travaux de plusieurs auteurs (Bellrose et Brown, 1941; Errington, 1941; Takos, 1947 et Danell, 1978a), de même que l'influence de divers paramètres abiotiques sur son activité et sur les abris de ce rongeur (Olsen, 1959; Earhart, 1969; Stewart et Bider, 1977; Danell, 1978b et Sokolov *et al.*, 1979). Par contre, aucune recherche n'a encore intégré les divers paramètres abiotiques et biotiques de l'habitat dans l'étude de l'écologie de cette espèce. L'information quantitative en ce qui a trait à la sélection de son habitat est très clairsemée (Danell, 1978c).

Le but premier de cette étude est de déterminer la structure de l'habitat préférentiel du rat musqué dans des étangs aménagés. Nous procéderons à l'aide d'analyses multivariées afin d'élaborer un modèle mathématique démontrant les effets des principales composantes du milieu sur l'établissement de cette espèce. Cette méthodologie nous permettra d'intégrer plusieurs dimensions de

l'environnement dans l'étude de la sélection de l'habitat préférentiel du rat musqué.

CHAPITRE 2

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

Description de l'espèce:

Le rat musqué (Ondatra zibethicus L.) avec sa taille qui peut atteindre 60 cm et son poids de 1,5 Kg est le plus grand représentant des Cricitidés en Amérique du Nord (Banfield, 1977). Ce rongeur semi-aquatique est bien adapté à la nage. Celui-ci possède une queue écailleuse compressée latéralement qui lui sert de gouvernail de même que des franges de poils aux pattes postérieures lui assurant une plus grande surface de propulsion. De plus, ses narines, sa langue et ses lèvres sont modifiées afin de permettre des activités submergées. Sa fourrure, convoitée par bien des piégeurs, se constitue d'un épais duvet soyeux et touffu et de longs jarres (Banfield, 1977).

Dépendamment des conditions environnementales, le rat musqué peut élaborer deux types d'habitation, soit le terrier soit la hutte. Le terrier est formé d'un tunnel, de longueur variable (d'un à neuf mètres), creusé dans la rive et s'élevant progressivement au-dessus du niveau de l'eau. Il débouche sur une ou plusieurs chambres. Le terrier peut avoir plusieurs entrées

situées sous l'eau. La hutte est formée de plantes aquatiques émergentes liées avec de la boue et des plantes aquatiques submergées. Elle possède au moins une entrée située sous l'eau et une située au dessus de l'eau. On y retrouve à l'intérieur deux ou trois chambres. La pente, la granulométrie et la hauteur de la rive, de même que la profondeur de l'eau et la variation de celle-ci, sont des facteurs déterminants dans le choix du type d'habitation.

Le rat musqué est essentiellement individualiste, vivant que pour lui-même et ne présentant pas de tendance grégaire (Errington, 1963). De ce fait, il défend son territoire contre l'intrusion d'autres individus de son espèce. La grandeur du territoire dépend du type et de la condition de l'habitat. Ainsi, dans un habitat marécageux, le territoire correspond à une zone moyenne de 60 à 70 m. de diamètre (Erickson, 1963; Errington, 1963; Neal, 1968 *in* Mousseau et Beaumont, 1981). Ce territoire atteint une longueur de 200 à 300 m. dans les ruisseaux et fossés d'irrigation (Stewart et Bider, 1974) et plus de 900 m. de rives pour les rivières. L'abondance optimale dans un bon habitat serait de 32,5 rats musqués/hectare (O'Neil, 1949 *in* Allen and Hoffman, 1984).

Le rat musqué est plutôt sédentaire. Les seuls mouvements de population ont lieu au printemps lors de la fonte des glaces et à

l'automne. Ce sont principalement les jeunes mâles qui migrent et ce, dans le but de chercher de nouveaux territoires pour la reproduction.

Le rat musqué, comme la plupart des Crictidés est très prolifique. La saison de reproduction s'étend de mai à septembre pour l'Amérique du nord. Pour le sud du Québec, la première portée aurait lieu dans la seconde moitié du mois de mai (Stewart et Bider, 1974). Les femelles ont en moyenne deux portées par année. Le nombre de petits par portée est de 6,6 en moyenne (Stewart et Bider, 1974).

Le rat musqué est sujet à de nombreux facteurs de mortalité. Le piégeage par l'homme est le plus important (Bishop et al, 1979). Le vison (Mustela vison) est le plus efficace des prédateurs naturels. On note également, le raton laveur (Procyon lotor) et le renard roux (Vulpes vulpes). Chez les poissons, notons la prédateur de la part du Grand brochet (Esox lucius). De plus, les grands rapaces s'attaquent également au rongeur. Les épizooties telles que la tularémie et la maladie hémorragique peuvent provoquer d'importantes baisses de population. Les fluctuations importantes du niveau de l'eau, soit les inondations printanières et automnales de même que les sécheresses estivales sont des causes de mortalité non négligeables (Bellrose et Low, 1943; Errington, 1963; Bishops et al, 1979). En plus des effets

directs (noyades), elles forcent les rats musqués à se déplacer ce qui les rend plus vulnérables face aux prédateurs. Le gel de l'eau en profondeur est également néfaste pour les populations de rats musqués en leur interdisant l'accès aux sources de nourriture sous l'eau.

Description de l'habitat:

Le rat musqué possède une grande amplitude écologique (Giles, 1978). Sa bonne capacité d'adaptation aux fluctuations de son environnement explique cette radiation étendue (Errington, 1963). Par contre il a des exigences spécifiques vis-à-vis certains paramètres de son habitat. L'eau est un élément essentiel à l'établissement des populations de rats musqués. Certaines études mettent en relation la condition des rats musqués avec la physico-chimie de l'eau. Crawford (1950) a trouvé des individus ayant une plus belle fourrure dans une eau turbide. Par contre Hunter et Bonds (1955) cité par Brooks (1980) affirment qu'une eau claire est préférable pour le rat musqué. La profondeur de l'eau est un élément déterminant lors de la construction de l'habitation chez le rat musqué. En effet, la profondeur de l'eau doit permettre aux rats musqués de circuler librement sous la glace. La profondeur optimale dépend du type de végétation, de l'exposition aux vagues et du type de sol (Bellrose, 1950). Elle varie au niveau du terrier de 0 à 90 cm avec une moyenne de 18 cm.

(Brooks, 1980). Danell (1978b) a établi des corrélations significatives entre les zones de profondeur de 0,5m et de 1,0m d'eau avec la densité des terriers de même qu'avec la quantité de nourriture disponible.

Errington (1937, 1939), Bellrose et Brown (1941), Bellrose (1950), Danell (1978c) et Bishop et al (1979) ont démontré l'effet de la variation saisonnière du niveau de l'eau sur la densité des populations de rats musqués. Les sites où le niveau de l'eau subit de faibles variations, supportent de plus fortes populations de rats musqués (Bellrose et Brown, 1941).

La berge doit également posséder des caractéristiques spécifiques afin de permettre au rat musqué d'y construire un terrier. Arata (1959), Earhart (1969) et Danell (1978b) ont démontré que la construction du terrier est favorisée lorsque le sol de la rive possède une granulométrie très fine (argile) et une pente supérieure à 10 degrés.

La vocation de la zone adjacente à la berge est également un facteur important dans l'établissement du terrier. Une rive boisée, qui prive les plantes aquatiques émergentes de lumière, est néfaste. Il en est de même pour les rives utilisées comme pâture pour le bétail, ce dernier détruisant les terriers en les

piétinant. Par contre une rive utilisée pour la culture (ex.:maïs) ou occupée par une prairie sauvage est bénéfique (Errington, 1963; Dilworth, 1967; Erickson, 1966 in Mousseau et Beaumont, 1981; Brooks, 1980). De plus, la sinuosité de la rive de même que la présence d'anses ou d'îles favorisent une plus grande concentration de terriers (Brooks, 1980).

La végétation aquatique influence la densité des populations de rats musqués. De nombreuses espèces végétales entrent dans l'alimentation du rat musqué. L'espèce préférentielle est sans contredit la Typha latifolia (Takos, 1947; Bellrose, 1950; Errington, 1978; Allen and Hoffman, 1984). Par contre, d'autres espèces telles que Acorus calamus, Equisetum fluviatile, Pontederia cordata, Sagittaria latifolia, Sparganium eurycarpum, Typha angustifolia et les Carex, Eleocharis et Potamogeton sont présentes de façon périodique dans la nourriture de ce rongeur (Mousseau et Beaumont, 1981). Toutefois, Takos, (1947), Fuller (1951) in Mousseau et Beaumont (1981) et Danell (1978a) affirment que le rat musqué utilise la végétation disponible sans sélection. C'est donc, la disponibilité et la densité des groupements végétaux qui importent.

La figure 1 résume les exigences environnementales à l'établissement des populations de rats musqués.

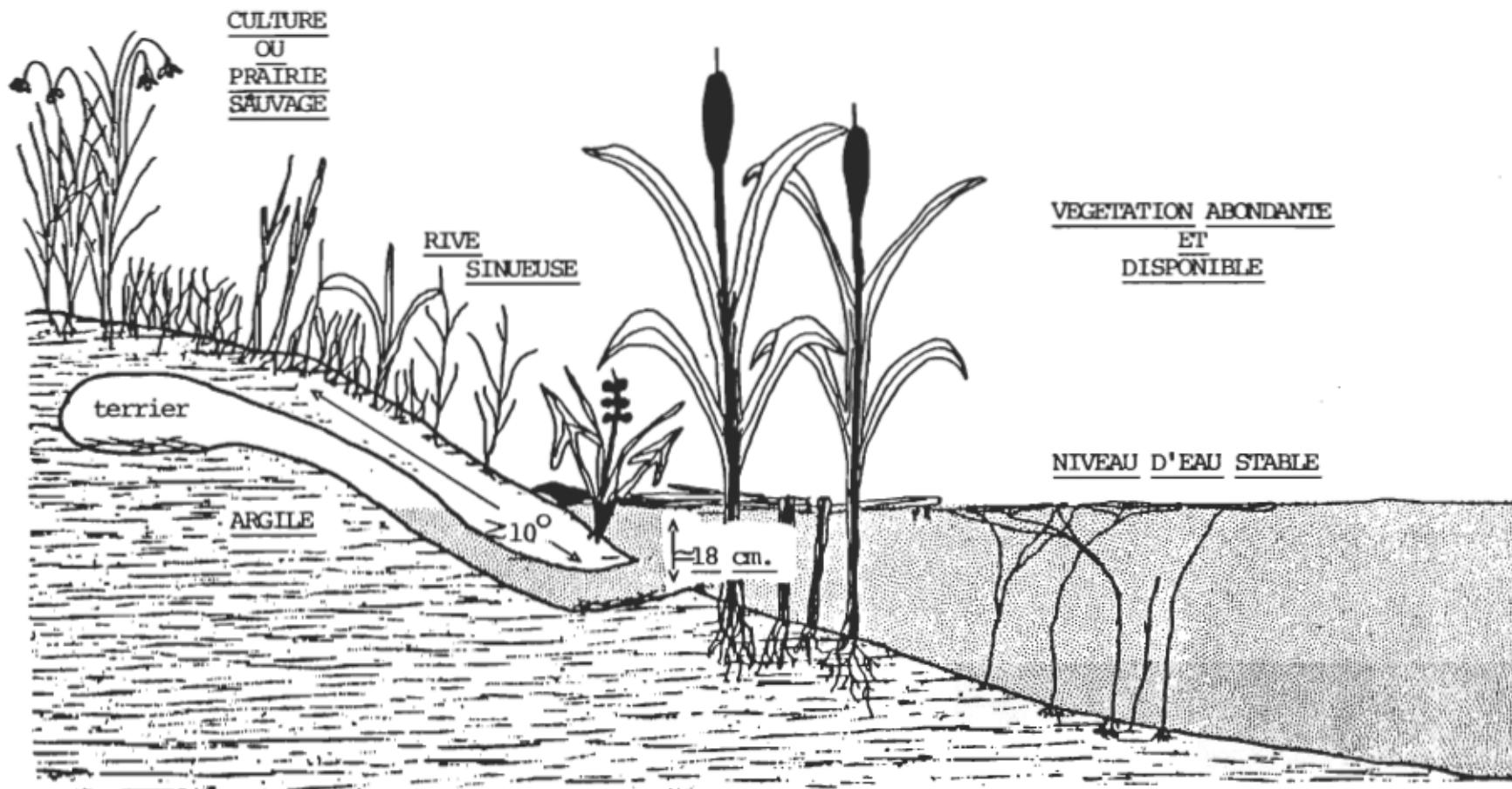


Figure 1 : Physionomie générale d'un habitat type à rats musqués

CHAPITRE 3

LIEUX D'ETUDE

Situation géographique :

L'étude se déroule dans 27 sites différents, tous situés sur la rive nord du lac Saint-Pierre ($72^{\circ} 50'$ ouest, $46^{\circ} 05'$ nord), Québec (figure 2). On y retrouve une population très abondante de rats musqués (Ondatra zibethicus) dans ces marais. Ces sites se divisent en quatre types de milieu qui présentent des différences au niveau de leur origine, de leur morphométrie et de leurs caractéristiques biologiques. Ils sont tous situés dans la plaine de débordement du lac Saint-Pierre. Le choix des différents sites fut motivé par leur emplacement, leur représentativité et par la facilité d'accès. De plus, il est à noter que la quantification des différentes composantes de l'habitat est plus facile dans des étangs fermés et de faibles dimensions que dans des grands marais ouverts. La classification de ces différents milieux est celle utilisée par la Société Canards Illimités(Canada) et par le Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche (Bourbeau, 1981). Voyons la description sommaire des caractéristiques des différents types de milieux étudiés :

Ilots artificiels : Ces milieux furent aménagés par la

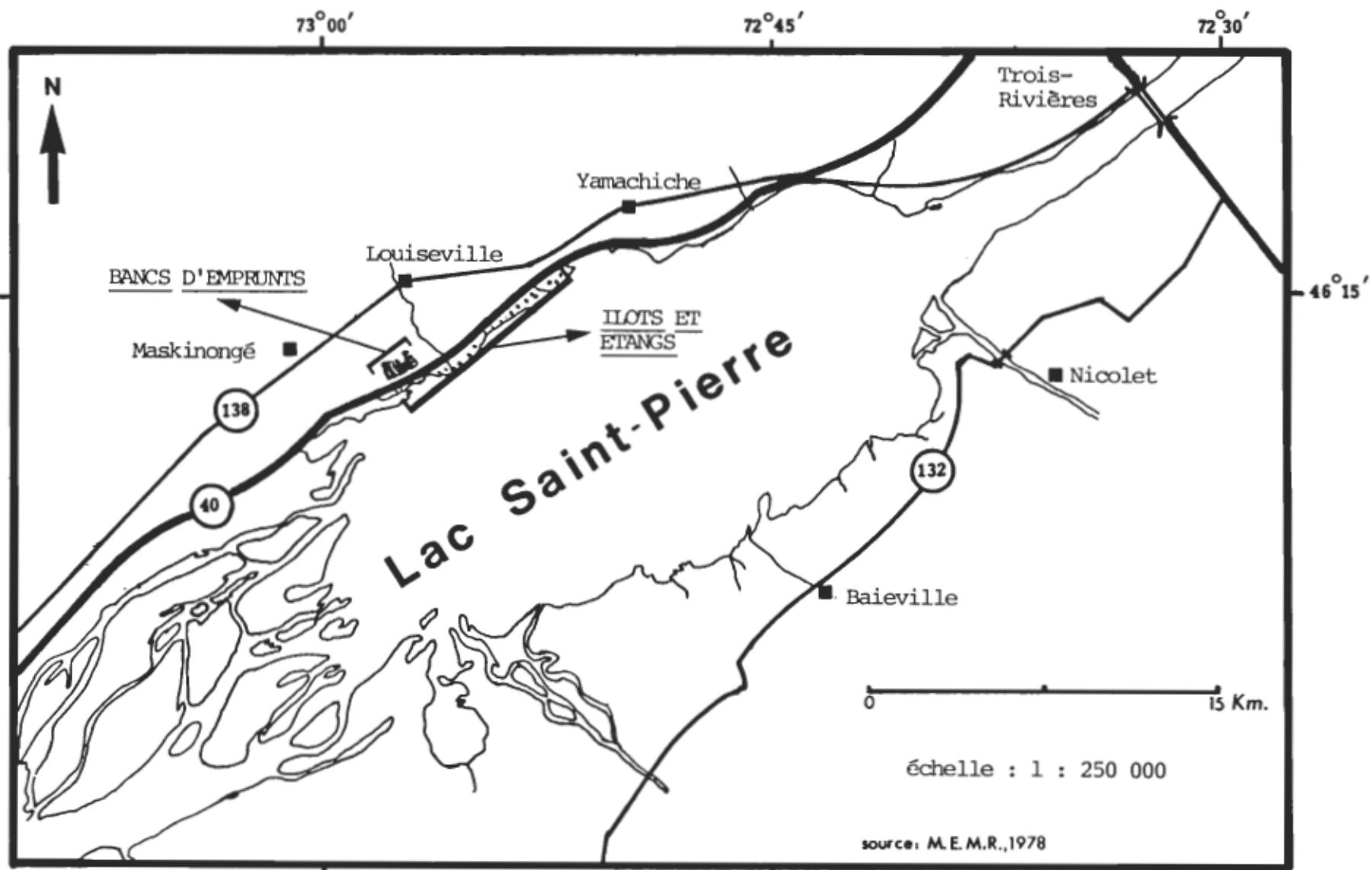


Figure 2 : Carte de la région du lac Saint-Pierre et emplacements des sites étudiés

Société Canards Illimités (Canada) sur la rive nord du lac Saint-Pierre dans les années 1979-80. Ceux-ci sont destinés à favoriser la nidification de la sauvagine.

D'une superficie d'environ 4000 m², ils sont formés d'un canal de près d'un mètre de profondeur de forme elliptique, circulaire ou rectangulaire. Celui-ci ceinture un îlot de terre surélevé (figure 3).

Etangs artificiels : Les étangs, aménagés par la Société Canards Illimités (Canada) en même temps que les îlots artificiels, possèdent une superficie d'environ 1700 m². Ils s'agit en fait d'anciens étangs naturels envahis par la végétation où on a pratiqué des ouvertures (figure 4).

Etang naturel : Un étang a été choisi à cause de son caractère naturel. Il se situe près des aménagements fauniques réalisés en bordure du lac Saint-Pierre par le Ministère du Loisir de la Chasse et de la Pêche. Ce type de milieu n'a subit aucune intervention humaine.

Bancs d'emprunts : Ils sont situés en bordure de l'autoroute # 40, à la hauteur de la municipalité de Louiseville. Ces bancs sont d'anciennes sablières exploitées remplies par l'eau de la nappe phréatique. La colonisation et le transfert d'organismes et d'éléments végétaux ont été facilités par le creusage de canaux

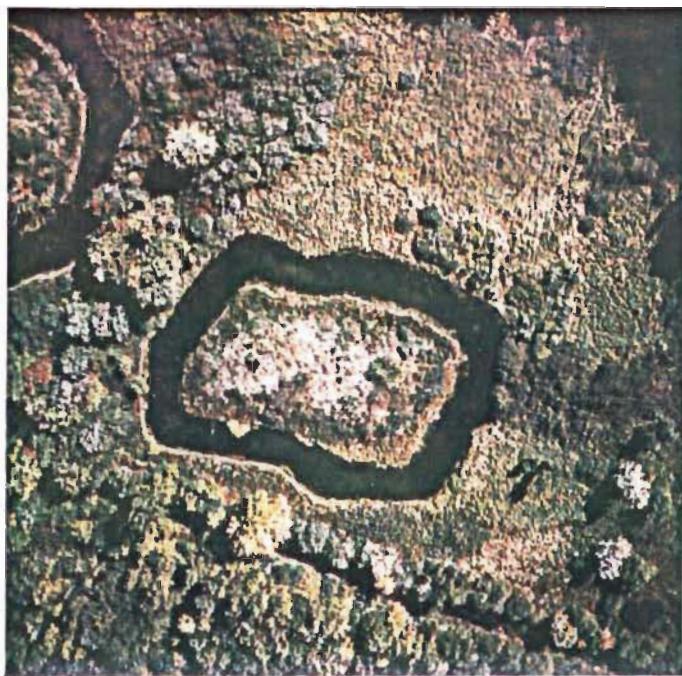


Figure 3: Ilot artificiel type



Figure 4: Etang artificiel type

reliant les sablières au lac Saint-Pierre.

Les bancs d'emprunts ont une superficie moyenne de 12800 m² et sont de formes variables. Les rives sont plus ou moins sinuueuses et l'importance de la végétation émergente varie beaucoup (figure 5).

Situation climatique :

Le tableau 1 résume les conditions climatiques pour l'ensemble de la région du lac Saint-Pierre. Celles-ci se caractérisent par une température moyenne annuelle de 4,1°C. Les moyennes mensuelles s'échelonnent de -13,2°C pour janvier à 19,2°C pour juillet (Environnement Canada, 1982). La durée de la saison de végétation est de 200 jours (Grandtner, 1966).

La précipitation moyenne annuelle est assez constante d'année en année, soit près de 1000 mm (M.L.C.P., 1983). La hauteur moyenne annuelle de la neige est de 500 mm (M.L.C.P., 1983).

Le tableau 2 nous montre les élévations géodésiques calculées pour des périodes de récurrence de 2 à 50 ans (Lapointe, 1983). Les îlots et les étangs étudiés se situent dans la zone où la récurrence des inondations est de 2 à 5 ans, tandis que les bancs d'emprunts sont dans une zone où la récurrence est supérieure à 10 ans.

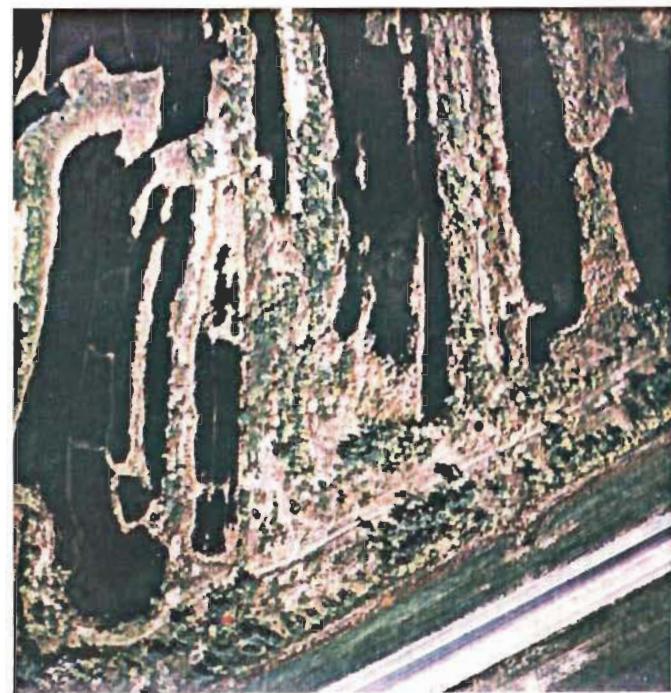


Figure 5: Bancs d'emprunts types

Tableau 1

Données climatiques pour la région
du lac Saint-Pierre (Québec)

Température moyenne
annuelle 4,1°C

Température moyenne
de janvier -13,2°C

Température moyenne
de juillet 19,2°C

Durée de la saison
de végétation 200 jours

Précipitations moyennes
annuelles 1000 mm

Hauteur moyenne
de la neige 500 mm

Tableau 2

Elévations géodésiques des
récurrences de 2, 5, 10, 20
et 50 ans pour la région de
Louiseville (Québec)

| Récurrence (ans) | Elévation géodésique (m) |
|---------------------|-----------------------------|
| 2 | 6,40 |
| 5 | 6,99 |
| 10 | 7,27 |
| 20 | 7,49 |
| 50 | 7,72 |

CHAPITRE 4

MATERIEL ET METHODES

Paramètres abiotiques de l'habitat:

Morphométrie : La surface de l'eau et le périmètre des sites (longueur de la ligne du rivage) sont obtenus sur une carte de la région à l'échelle de 1:10 000, à l'aide d'un planimètre (Keuffel et Esser, modèle 62002) et d'un rotomètre (Keuffel et Esser, modèle 62). A partir de ces deux paramètres, nous calculons le développement de la ligne du rivage, tel que proposé par Lind (1979), à savoir :

$$DLR = \frac{Lr}{2\sqrt{S_0}}$$

où DLR : Développement de la ligne du rivage

Lr : Longueur de la ligne du rivage

S_0 : Surface de l'eau

Eau : Les principaux paramètres physico-chimiques de l'eau sont déterminés afin d'évaluer la productivité potentielle de base des différents sites. Le pH, l'oxygène dissous et la conductivité sont mesurés à l'aide de l'Hydrolab portatif de la compagnie Fisher.

La profondeur de l'eau à 0,5 m et à 1,0 m de la rive est mesurée en trois endroits différents à chacun des sites. De plus, nous mesurons la distance de la rive à 0,5 m et à 1,0 m de profondeur de profondeur. Ces paramètres servent à quantifier la zone propice à la croissance de la végétation aquatique émergente et à l'établissement des terriers et huttes de rats musqués. Afin de quantifier la variation du niveau de l'eau entre les différents sites, nous mesurons la distance du site au marais riverain et ce, à l'aide d'une carte topographique (1:10000). Cette distance représente un indice indirect de l'intensité et de la durée des inondations qui surviennent à chaque site.

Sol : La granulométrie du sol de la rive est analysée au moyen de la méthode de Bouyoucos (1936). Les échantillons du sol de chacun des sites proviennent de trois stations choisies au hasard. La pente de la rive ainsi que celle du fond de l'étang est mesurée à l'aide d'un clinomètre (Suprême, No. 802) et ce, à trois endroits choisis au hasard. Le tableau 3 montre les différents paramètres abiotiques mesurés de même que les méthodes utilisées.

Paramètres biotiques de l'habitat :

Végétation terrestre : Une analyse phytosociologique des espèces terrestres est effectuée selon la méthode de

Tableau 3

Liste des paramètres abiotiques mesurés ainsi que les méthodes employées

| PARAMETRES | METHODES EMPLOYES |
|--|--|
| - Morphométrie : | |
| - surface de l'eau | -Planimètre (Keuffel et Esser) |
| - périmètre | -Rotomètre (Keuffel et Esser) |
| - développement de la ligne de rivage | - $\frac{Lr}{2 \sqrt{s_0}}$ (Lind, 1979) |
| - Eau : | |
| -pH | -Hydrolab portatif (Fisher) |
| -oxygène dissous | -Idem |
| -conductivité | -Idem |
| -profondeur à 0,5m de la rive | -Mètre gradué |
| -profondeur à 1,0m de la rive | -Idem |
| -distance de la rive à 0,5m. de profondeur | -Idem |
| -distance de la rive à 1,0m de profondeur | -Idem |
| -distance au marais riverain | -Carte topographique (1: 10 000) |
| - Sol : | |
| -granulométrie | -Bouyoucos (1936) |
| -pente de la rive | -Clinomètre (Suprême 802) |
| -pente du fond | -Idem |

Braun-Blanquet (1964) que nous avons adaptée à nos milieux. Ainsi, au lieu d'inventorier les espèces végétales terrestres dans des quadrats de 20 m, nous utilisons un transect de trois mètres de largeur à partir du bord de l'eau et ce, tout autour de l'étang.

La physionomie de la végétation terrestre est déterminée par une modification de la méthode utilisée pour l'analyse phytosociologique. Au lieu de considérer les espèces végétales séparément, nous regroupons celles qui ont la même forme (ex.: les graminoides) pour en faire des catégories, auxquelles on donne un indice d'abondance-dominance. Le tableau 4 montre les différentes catégories utilisées pour cette analyse.

L'indice de recouvrement latéral se définit comme la proportion entre les espaces libres et la quantité d'arbres et/ou d'arbustes qui bordent les rives du site. Celui-ci détermine la quantité de lumière qui atteint l'eau, ce qui influence la croissance des herbacées aquatiques. Il s'obtient grâce à la méthode photographique décrite par Bélanger (1984).

Végétation aquatique : L'analyse phytosociologique de la végétation aquatique est effectuée selon la méthode modifiée de Braun-Blanquet (1964). Les plantes aquatiques émergentes et submergées étant inventoriées sur toute la surface du marais.

Tableau 4

Description des types physionomiques utilisés pour l'analyse de la physionomie des plantes terrestres et aquatiques

| TYPE PHYSIONOMIQUE | DESCRIPTION |
|-----------------------------------|---|
| - Plantes terrestres : | |
| - Type A | - Arbres et arbustes |
| - Type B | - Plantes hautes et minces (ex.: <u>Phalaris</u> sp.) |
| - Type C | - Plantes hautes et ramifiées (ex.: <u>Impatiens</u> sp.) |
| - Type D | - Plantes basses (ex.: <u>Carex</u> sp.) |
| - Type E | - Plantes rampantes (ex.: <u>Vicia</u> sp.) |
| - Plantes aquatiques émergentes : | |
| - Type A | - Plantes hautes et minces (ex.: <u>Typha</u> sp.) |
| - Type B | - Plantes hautes et ramifiées (ex.: <u>Sagittaria</u> sp.) |
| - Type C | - Plantes basses et minces (ex.: <u>Equisetum</u> sp.) |
| - Type D | - Plantes basses et ramifiées (ex.: <u>Pontederia</u> sp.) |

La physionomie des espèces aquatiques émergées est déterminée par la méthode employée pour la végétation terrestre. Le tableau 4 montre les catégories utilisées pour cette analyse.

Au niveau de trois stations choisies au hasard, nous avons mesuré la hauteur des plantes émergentes. La densité de celles-ci fut également déterminée et ce, à l'aide de la méthode photométrique de Fox (1979). De plus, nous avons recueilli les plantes aquatiques émergentes se trouvant dans des quadrats de 0,25 m². Nous avons pesé ces plantes après séchage à l'étuve (Fisher Isotemp Oven, senior model) afin de déterminer leur biomasse sèche.

Nous avons déterminé le % de recouvrement des plantes aquatiques émergentes. La méthode consiste à tracer les sites à partir d'un agrandissement d'une carte topographique (1:10000). Sur les cartes ainsi obtenues (= 1:600) on quadrille les sites avec une grille dont les carrés représentent environ quatre mètres carrés sur le terrain. On choisit, à l'aide d'une table de chiffres répartis au hasard, 10 % du nombre total de carrés présent dans le site (minimum de 15 carrés par site). On note la présence ou l'absence de végétation aquatique émergente dans les carrés préalablement choisis. On trouve :

$$\% \text{ Recouvrement des plantes} = \frac{\text{Nb. carrés avec présence aquatiques émergentes}}{\text{Nb. total carrés choisis}} \times 100$$

Le tableau 5 montre les paramètres biotiques qui ont été mesurés dans cette étude.

Inventaire des populations de rats musqués:

Inventaire des terriers : Un inventaire des terriers de rats musqués est effectué en période d'étiage au mois d'août 1984. La méthode, utilisée par d'autres auteurs (Earhart, 1969; Danell, 1978 et Mousseau et Beaumont, 1981), consiste à parcourir les berges et à recenser les terriers occupés. L'occupation des terriers se révèle par la présence de signes d'activités tels que décrits par Dozier (1948). Afin d'obtenir un indice de densité on exprime les résultats en nombre de terriers par Kilomètre de berge.

Inventaire des signes de présence : Un inventaire des dépôts de fèces, des sentiers et des stations de broutage de la végétation aquatique émergente est effectué en même temps que l'inventaire des terriers. Cet inventaire permet de quantifier l'utilisation des sites par des individus établis ailleurs que dans le site même. Les résultats sont exprimés en indice d'utilisation que l'on obtient par:

$$I.U. = \frac{\text{Nb. dépôts Fèces/Km.} + \text{Nb. Sentiers/Km.} + \text{Nb. Broutage/Km.}}{3}$$

Traitement des données :

Tableau 5

Liste des paramètres biotiques mesurés ainsi que les méthodes employées

| PARAMETRES | METHODES EMPLOYES |
|---|---|
| - Végétation terrestre : | |
| -analyse phytosociologique | -Braun-blanquet (1964) modifiée |
| -physionomie des plantes terrestres | -Idem |
| -indice de recouvrement latéral | -Bélanger (1984) |
| - Végétation aquatique : | |
| -analyse phytosociologique | -Braun-Blanquet (1964) modifiée |
| -physionomie des plantes émergentes | -Idem |
| -hauteur des plantes émergentes | -Mètre gradué |
| -densité des plantes émergentes | -Fox (1979) |
| -biomasse des plantes émergentes | -Poids sec/m ² (étuve à 80°C) |
| -% de recouvrement des plantes émergentes | -Cartes quadrillées |

Dans le but d'effectuer des analyses statistiques, nous vérifions la normalité de nos variables à l'aide du test d'Agostino (1971). Nous normalisons les variables non normales en utilisant des transformations racinaires (Bartlett, 1936; Anscombe, 1948), logarithmiques (Bartlett, 1947) ou hyperboliques (Quenouille, 1950; Barnes, 1952).

Des corrélations de Pearson, qui mesurent les liaisons existantes entre deux variables quantitatives aléatoires, ont été utilisées. Pour les variables non-paramétriques, les corrélations de Spearman ont été préférées. De plus, des corrélations partielles ont permis de vérifier les liens statistiques entre certaines variables, lorsque l'influence de d'autres variables indépendantes est éliminée.

L'analyse en composantes principales avec rotation varimax a été utilisée afin de déterminer l'importance des variables dans la distribution des sites échantillonnés. La régression multiple de type pas à pas a servi à élaborer des modèles prédictifs de la densité des populations de rats musqués. Cette analyse est la meilleure afin de spécifier les effets combinés des variables de l'habitat sur la densité de terriers. La régression multiple produit une équation de forme:

$$y = b + a_1x_1 + \dots + a_jx_j + \dots + a_{p-1}x_{p-1}$$

où p est le nombre de dimensions de l'espace et aj la contribution relative de la variable j à l'explication de la variation de la variable dépendante y (Scherrer, 1984). Il est à noter, que lorsque le nombre de variables se rapproche du nombre d'observations, le pourcentage d'explication (R^2) augmente non pas grâce à l'efficacité du modèle mais pour des raisons purement géométriques. Afin de corriger cette situation, les pourcentages d'explication des modèles présentés dans cet ouvrage sont les valeurs corrigées du R^2 qui tiennent compte de ce phénomène.

L'ensemble des analyses statistiques a été fait à partir du logiciel SPSS (Nie et al., 1975). L'interprétation des différents tests fut guidée par les écrits de Zar (1974), Baillargeon et Rainville (1979), Legendre et Legendre (1979) et Scherrer (1984).

CHAPITRE 5

RESULTATS

Le cheminement suivi afin de déterminer un modèle de sélection de l'habitat préférentiel pour le rat musqué se déroule en quatre étapes principales. Premièrement, nous devons déterminer la meilleure variable dépendante qui représente le choix du rat musqué pour son habitat préférentiel. Deuxièmement, nous établissons les relations linéaires simples existantes entre les variables de l'habitat et la variable dépendante précédemment choisie. Troisièmement, par le biais de l'utilisation de l'analyse en composantes principales et des corrélations partielles, nous sélectionnons les descripteurs de l'habitat. Enfin, dernièrement, l'utilisation de l'analyse de régression multiple nous permettra de déterminer des modèles prévisionnels de la sélection de l'habitat préférentiel du rat musqué.

Inventaire des populations de rats musqués.

L'estimation des populations de rats musqués a été faite selon deux méthodes; la première est un inventaire des terriers, la seconde est un "indice d'utilisation" calculé à partir des signes de présence du rat musqué. L'inventaire des terriers de rat musqué nous permet de déterminer les sites permanents

favorables à l'établissement des familles de cette espèce. Ces sites lui procurent en effet un endroit favorable pour passer la saison critique qu'est l'hiver et pour la reproduction au printemps. L'indice d'utilisation par contre, nous permet de quantifier la fréquentation des sites que durant la saison d'échantillonnage. Les résultats des inventaires de terriers et des indices d'utilisation sont présentés au tableau 6. Il existe une corrélation positive significative entre le nombre de terriers/Km et l'indice d'utilisation des sites échantillonnés (figure 6). Ainsi, les sites où l'on retrouve plus de terriers sont également ceux qui sont les plus fréquentés. La variable dépendante qui sera utilisée dans les modèles doit indiquer la sélection du meilleur habitat. Danell (1978c) définit l'habitat préférentiel comme la place où le rat musqué construit son abri permanent. Le nombre de terriers/Km est donc l'indicateur le plus approprié de la sélection de l'habitat. L'indice d'utilisation, bien qu'étant un bon reflet de la sélection de l'habitat, ne revêt qu'un aspect temporaire de l'utilisation par le rat musqué des sites échantillonnés.

Relations simples entre les variables de l'habitat et l'abondance des terriers.

Les valeurs brutes des variables mesurées se retrouvent à l'annexe A. Le tableau 7 montre les variables de l'habitat

Tableau 6

Nombre de terriers/km de rive et indice d'utilisation
des bancs d'emprunts, étangs et îlots étudiés

| SITES | <u>NB. TERRIERS</u> | INDICE D'UTILISATION |
|--------------|---------------------|----------------------|
| | km | |
| Banc A | 14 | 21,7 |
| Banc B | 18 | 32,3 |
| Banc C | 33 | 45,7 |
| Banc X | 24 | 53,3 |
| Banc Y | 19 | 37,7 |
| Banc Z | 32 | 98,3 |
| Etang B | 00 | 91,7 |
| Etang D | 04 | 43,3 |
| Etang E | 24 | 76,0 |
| Etang H | 23 | 36,3 |
| Etang I | 25 | 52,3 |
| Etang N | 34 | 44,3 |
| Etang O | 16 | 19,3 |
| Etang S | 27 | 42,0 |
| Etang T | 18 | 51,0 |
| Etang U | 24 | 04,0 |
| Etang MLCP | 08 | 11,7 |
| Îlot 1 | 00 | 04,0 |
| Îlot 6 | 00 | 38,3 |
| Îlot 7 | 10 | 28,3 |
| Îlot 22 | 13 | 48,7 |
| Îlot 23 | 04 | 30,0 |
| Îlot 37 | 00 | 13,3 |
| Îlot 38 | 08 | 15,3 |
| Îlot 39 | 04 | 04,0 |
| Îlot 40 | 00 | 09,7 |
| Îlot 41 | 04 | 16,7 |
| <hr/> | | |
| Moyenne | 14,3 | 35,9 |
| (écart-type) | (11,2) | (24,8) |

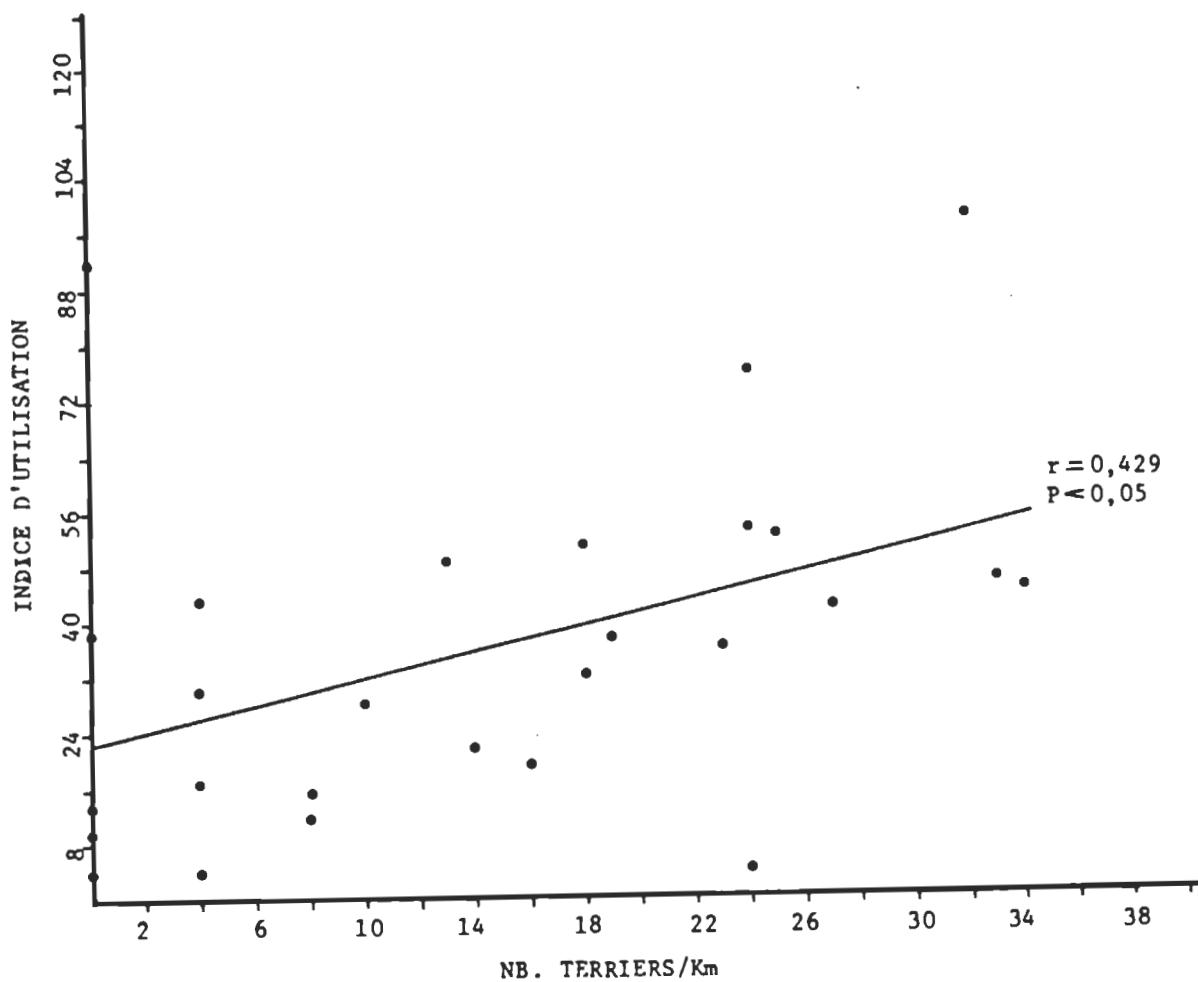


Figure 6 : Régression simple entre l'indice d'utilisation et le nombre de terriers/km pour l'ensemble des sites étudiés

Tableau 7

Liste des variables normalisées et de leur abréviation utilisée dans le traitement des données

| VARIABLE | ABREVIATION | VARIABLE | ABREVIATION |
|--|-------------|--|-------------|
| - pH | pH | - physionomie des plantes émergentes de type A | PEA |
| - log (oxygène dissous) | OxD | - physionomie des plantes émergentes de type B | PEB |
| - log (conductivité) | Con | - physionomie des plantes émergentes de type C | PEC |
| - % de sable | %Sa | - phytosociologie : <i>Salix</i> sp. | Sal |
| - % d'argile | %Ar | - phytosociologie : <i>Phalaris arundinacea</i> | Pha |
| - % de limon | %Li | - log (phytosociologie : <i>Calamagrostis</i> sp.) | Cal |
| - log (surface de l'eau) | Sur | - log (phytosociologie : <i>Typha</i> sp. terrestre) | TyT |
| - log (périmètre) | Pér | - phytosociologie : <i>Typha</i> sp. émergent | TyE |
| - développement de la ligne de rivage | DLR | - phytosociologie : <i>Sagittaria</i> sp. | Sag |
| - profondeur de l'eau à 0,5m | P05 | - phytosociologie : <i>Elodea canadensis</i> | Elo |
| - profondeur de l'eau à 1,0m | P10 | - phytosociologie : <i>Myriophyllum</i> sp. | Myr |
| - distance de la rive à 0,5m d'eau | D05 | - log (phytosociologie : <i>Potamogeton</i> sp.) | Pot |
| - pente du fond | PtF | | |
| - pente de la rive | PtR | | |
| - distance au marais riverain | DMr | | |
| - recouvrement latéral | ReL | | |
| - biomasse des plantes émergentes | Bim | | |
| - % de recouvrement des plantes émergentes | %Re | | |
| - densité des plantes émergentes | Den | | |
| - hauteur des plantes émergentes | Hau | | |
| - physionomie des plantes terrestres de type A | PTA | | |
| - physionomie des plantes terrestres de type C | PTC | | |
| - log (physionomie des plantes terrestres de type D) | PTD | | |

retenues pour les analyses statistiques de même que leur abréviation utilisée afin de simplifier les tableaux et les figures. De plus, les indices d'abondance-dominance pour certaines espèces végétales de même que la variable Distance de la rive à 1,0 m d'eau qui n'ont pu être normalisés ont été laissés de côté.

Variables abiotiques de l'habitat.

Des corrélations linéaires simples de Pearson ont été effectuées afin de mettre en relation les paramètres abiotiques de l'habitat avec la densité de terriers de rats musqués. Les résultats de ces corrélations sont présentées au tableau 8. Seules la distance des sites au marais riverain (DMr), la pente du fond (PtF) sont corrélées avec le nombre de terriers/Km. Ainsi, la densité des terriers augmente avec la distance du site au marais riverain et diminue à mesure que la pente du fond de l'étang augmente (figure 7a, 7b).

Variables biotiques de l'habitat.

Des corrélations linéaires simples de Pearson (variables paramétriques) et de Spearman (variables non paramétriques) ont été effectuées entre les variables biotiques de l'habitat et la densité de terriers de rats musqués (tableau 9). La biomasse des plantes aquatiques émergentes (Bim), la phisyonomie des plantes

Tableau 8

Coefficients de corrélation de Pearson entre le nombre de terriers/km et les variables abiotiques de l'habitat

| VARIABLE | COEFFICIENT DE PEARSON (r) | NIVEAU DE PROBABILITE (P <) |
|----------|---------------------------------|----------------------------------|
| DMr | 0,4507 | 0,018 |
| Rel | -0,3087 | 0,117 |
| pH | -0,2553 | 0,199 |
| OxD | -0,3435 | 0,079 |
| Con | 0,0946 | 0,639 |
| %Sa | 0,1935 | 0,334 |
| %Ar | -0,1547 | 0,441 |
| %Li | -0,0924 | 0,647 |
| Sur | -0,0820 | 0,684 |
| Pér | -0,1180 | 0,558 |
| DLR | -0,1813 | 0,365 |
| P05 | -0,0389 | 0,847 |
| P10 | -0,1931 | 0,335 |
| D05 | 0,0437 | 0,829 |
| PtF | -0,4337 | 0,024 |
| PtR | 0,2651 | 0,181 |

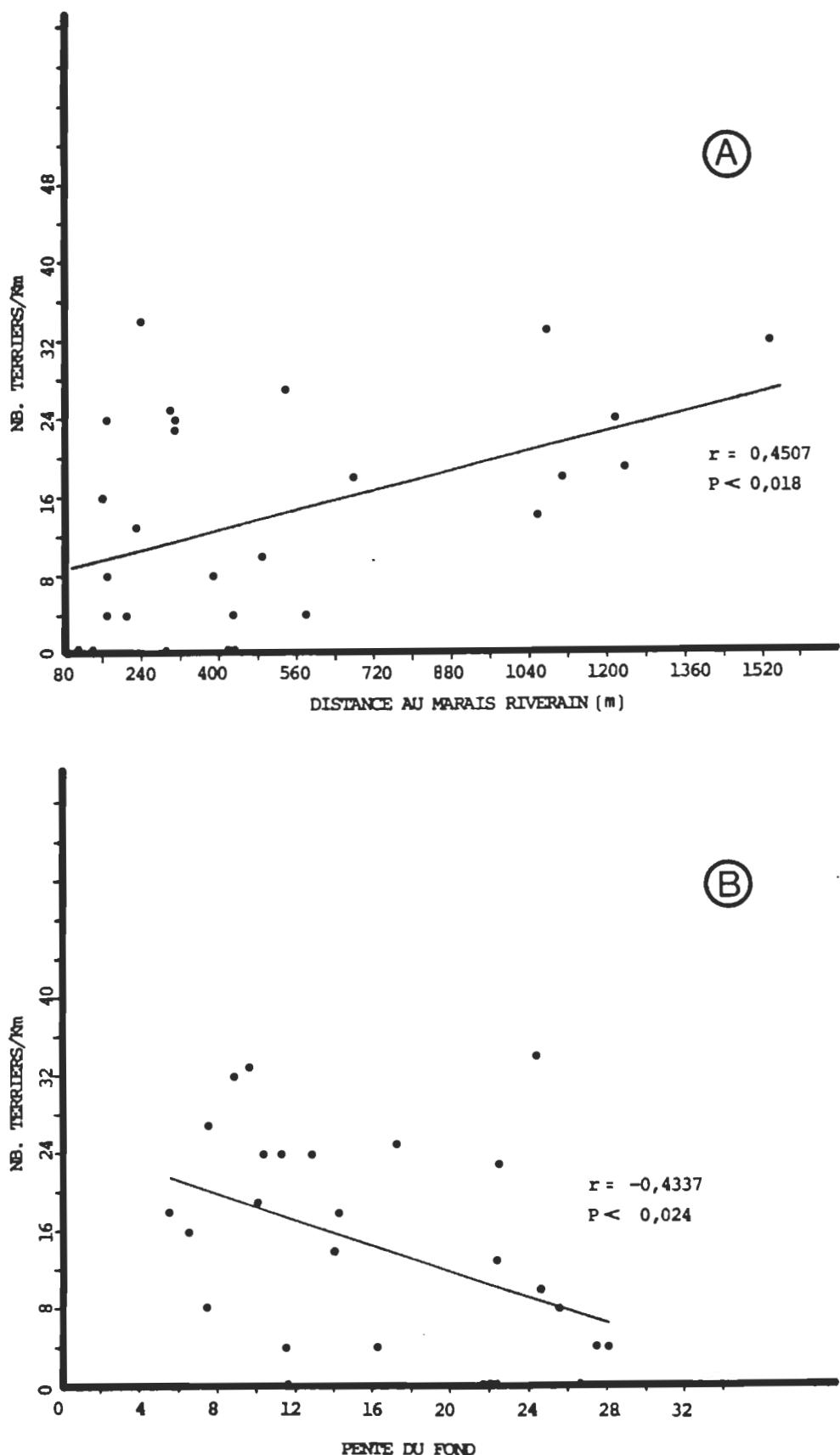


Figure 7 : Régression entre le nombre de terriers/km et la distance au marais riverain (A) et la pente du fond (B)

Tableau 9

Coefficients de corrélation de Pearson et de Spearman entre le nombre de terriers/km et les variables biotiques de l'habitat

| VARIABLE | COEFFICIENT DE PEARSON (r) | COEFFICIENT DE SPEARMAN (r _s) | NIVEAU DE PROBABILITE (P <) |
|----------|------------------------------------|--|-------------------------------------|
| Bim | 0,3873 | | 0,046 |
| %Re | 0,2780 | | 0,160 |
| Den | 0,0116 | | 0,954 |
| Hau | 0,0876 | | 0,664 |
| PTA | | 0,1526 | 0,224 |
| PTC | | -0,1383 | 0,246 |
| PTD | | 0,1953 | 0,165 |
| PEA | | 0,3928 | 0,022 |
| PEB | | -0,0487 | 0,405 |
| PEC | | -0,4018 | 0,019 |
| Sal | | -0,0235 | 0,454 |
| Pha | | -0,3780 | 0,026 |
| Cal | | -0,1145 | 0,285 |
| TyT | | 0,0418 | 0,418 |
| TyE | | 0,3439 | 0,040 |
| Elo | | 0,1627 | 0,209 |
| Myr | | -0,2276 | 0,127 |
| Pot | | -0,1059 | 0,300 |

aquatiques émergentes de type A (PEA) et l'abondance de Typha sp. émergent (TyE) sont corrélées significativement de façon positive avec le nombre de terriers/Km (figure 8a, 8b, 8c). La physionomie des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC) et l'abondance du Phalaris arundinacea (Pha) sont, quant à elles, corrélées significativement de façon négative avec le nombre de terriers/Km (figure 8a, 8b).

Sélection des descripteurs

Afin d'utiliser l'analyse en régression multiple, nous devons réduire la matrice de données afin que le nombre de variables explicatives soit inférieur au nombre de stations échantillonnées. Pour ce faire nous avons utilisé l'analyse en composantes principales et les variables retenues seront celles dont les corrélations avec les composantes dépasseront le cercle de contribution équilibrée des descripteurs. Celles-ci contribuent de façon plus intense à la variation de la structure des sites (Legendre et Legendre, 1979).

Une première analyse en composantes principales a été effectuée avec les variables abiotiques de l'habitat. Selon la méthode des moindres carrés (Legendre et Legendre, 1979), seuls les deux premiers facteurs sont statistiquement interprétables. Ceux-ci expliquent 53,9 % de la variance totale (tableau 10). Le premier facteur compte pour 32,1 % de la variance. Il est

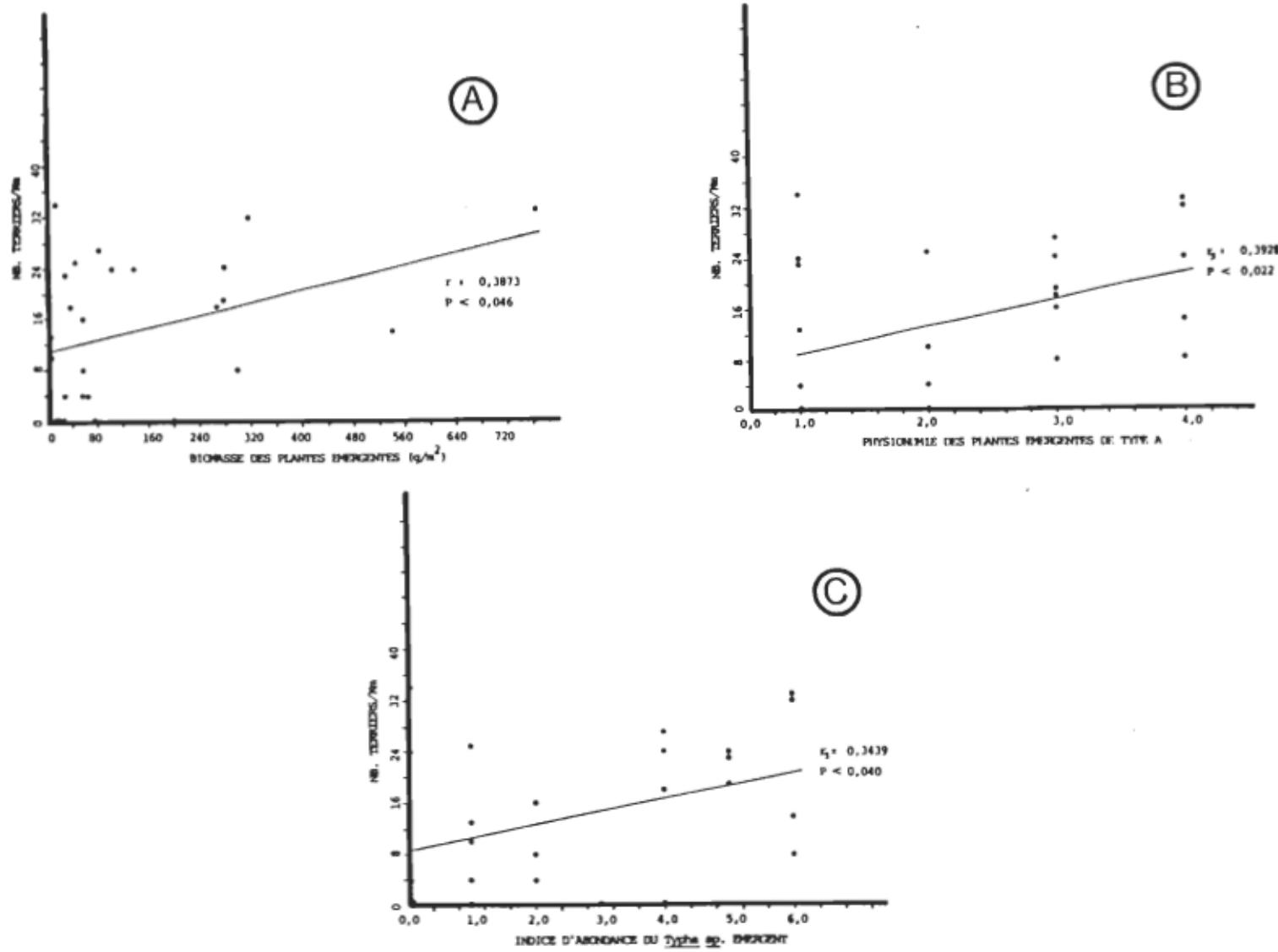


Figure 8 : Régression entre le nombre de terriers/km et la biomasse des plantes émergentes (A), la physionomie des plantes émergentes de type A (B), et l'abondance du Typha sp. émergent (C)

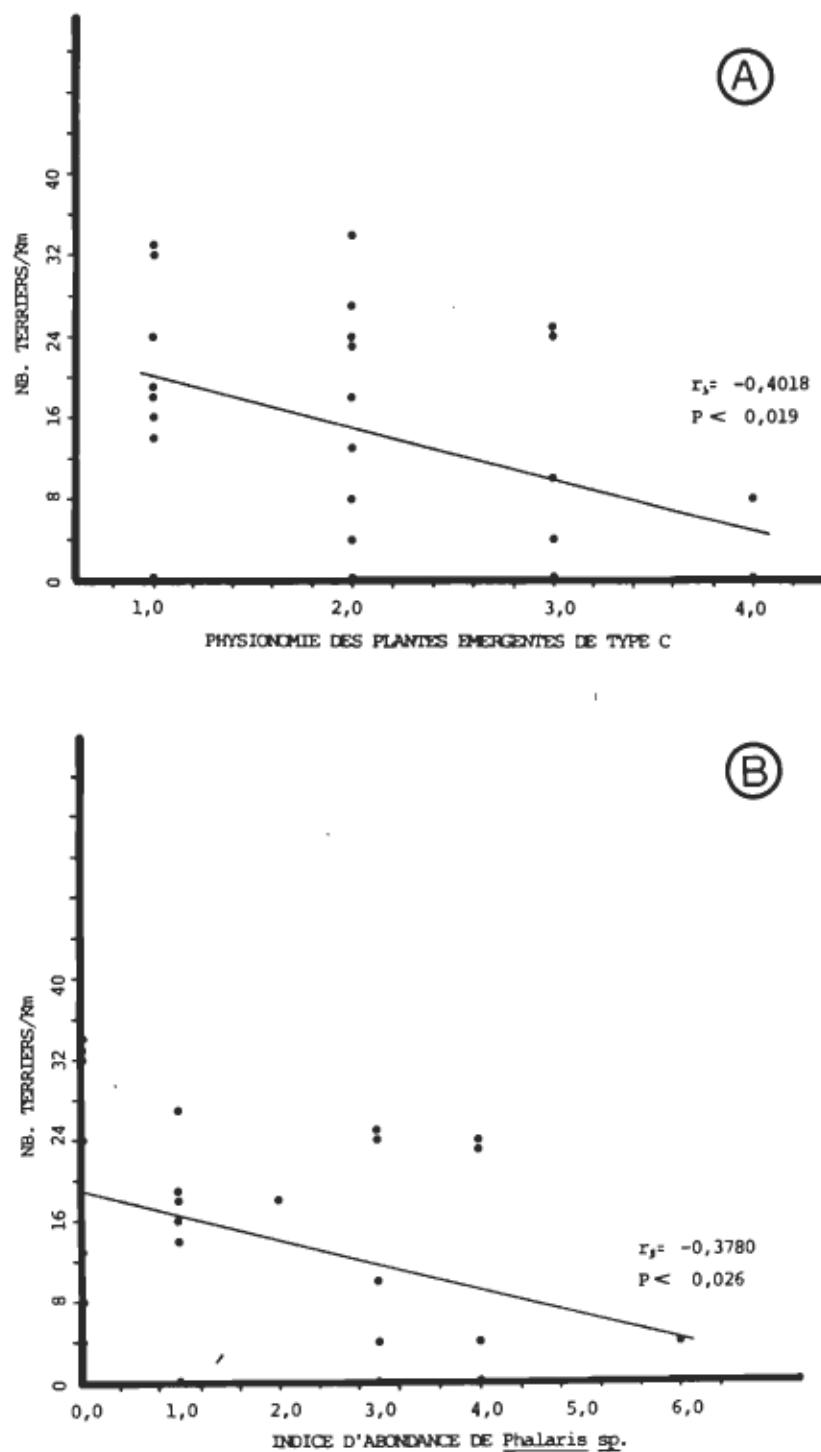


Figure 9 : Régression entre le nombre de terriers/km et la physionomie des plantes émergentes de type C (A) et l'abondance du Phalaris sp. (B)

Tableau 10

Résultats des analyses en composantes principales effectuées avec les variables abiotiques et biotiques

| VARIABLES ABIOTIQUES | | | VARIABLES BIOTIQUES | | | | |
|-----------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| VARIABLES | FACTEUR 1 | FACTEUR 2 | VARIABLES | FACTEUR 1 | FACTEUR 2 | FACTEUR 3 | FACTEUR 4 |
| %Sa | (0,8624) | 0,3712 | TyE | (0,8098) | 0,1612 | -0,1799 | -0,0021 |
| %Ar | (-0,8616) | -0,3569 | PEA | (0,7796) | 0,2830 | 0,2150 | 0,1822 |
| PtR | (0,7555) | 0,0095 | Hau | (0,7765) | 0,1279 | 0,1935 | -0,0993 |
| OxD | (-0,5734) | -0,0192 | Bim | (0,7608) | 0,1195 | 0,0717 | 0,0571 |
| DMr | (0,4577) | 0,3414 | PTD | (-0,5925) | -0,2692 | 0,0542 | -0,2847 |
| Pér | 0,2452 | (0,9386) | Cal | (-0,5215) | -0,2251 | 0,3500 | 0,4135 |
| Sur | 0,1508 | (0,9375) | TyT | 0,2865 | (0,7325) | -0,2452 | -0,0462 |
| DLR | 0,4705 | (0,6034) | Pot | -0,0584 | (0,6923) | 0,0677 | -0,1369 |
| ReL | -0,0216 | (-0,5179) | Den | 0,4428 | (0,5816) | -0,1591 | 0,0278 |
| PtF | -0,2785 | 0,0833 | PEC | -0,2267 | (0,5550) | -0,1943 | 0,2371 |
| P10 | -0,1340 | 0,0432 | Sal | 0,1250 | 0,0543 | (0,7365) | -0,1654 |
| %Li | -0,1310 | -0,1344 | PTA | 0,4549 | -0,2330 | (0,6392) | 0,0196 |
| pH | -0,1271 | 0,0993 | %Re | 0,1745 | 0,4330 | (0,6372) | 0,1023 |
| D05 | -0,1041 | 0,0117 | Sag | 0,0059 | -0,2121 | -0,1186 | (0,8667) |
| P05 | -0,0924 | 0,0670 | PEB | 0,0446 | 0,1644 | -0,1722 | (0,7314) |
| Con | 0,0136 | 0,0334 | Pha | -0,3601 | 0,4438 | 0,4438 | (0,5083) |
| | | | Elo | 0,4894 | -0,2211 | 0,4476 | (0,4655) |
| | | | Myr | -0,2320 | -0,1432 | -0,2199 | 0,1872 |
| | | | PTC | -0,1114 | -0,0303 | 0,0989 | -0,0218 |
| VARIANCE EXPLIQUEE | 32,1 % | 21,8 % | | 24,3 % | 15,4 % | 12,0 % | 09,1 % |

influencé principalement (figure 10) par la granulométrie du sol (% Sa, % Ar), la pente de la rive (PtR), l'oxygène dissous (OxD) et la distance du site au marais riverain (DMr). Le deuxième facteur explique 21,8 % de la variance. Il dépend du périmètre des sites (Pér) de leur surface (Sur), du développement de la ligne de rivage (DLR) et du recouvrement latéral (ReL).

La deuxième analyse en composantes principales effectuée pour les variables biotiques produit quatre facteurs interprétables selon la méthode des moindres carrés. Ceux-ci expliquent 60,8 % de la variance totale (tableau 10). Le premier facteur compte pour 24,3 % de la variance. Il est influencé par la présence du Typa émergent (TyE), la physionomie des plantes aquatiques émergentes de type A (PTA), par la hauteur (Hau) et la biomasse (Bim) des plantes aquatiques émergentes, par la physionomie des plantes terrestres de type D (PTD) et par l'abondance du Calamagrostis sp. (Cal). Le deuxième facteur explique 15,4 % de la variation des sites et dépend de l'abondance du Typa terrestre (TyT), du Potamogeton (Pot), de la densité des plantes aquatiques émergentes (Den) et de la physionomie des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC). Le troisième facteur compte pour 12,0 % de la variance. Il dépend principalement de l'abondance du Salix (Sal), de la physionomie des plantes terrestres de type A (PTA) et du pourcentage de recouvrement des plantes aquatiques émergentes (%Re). Le quatrième facteur retenu explique 9,1 % de la variance totale et est influencé par l'abondance de Sagittaria

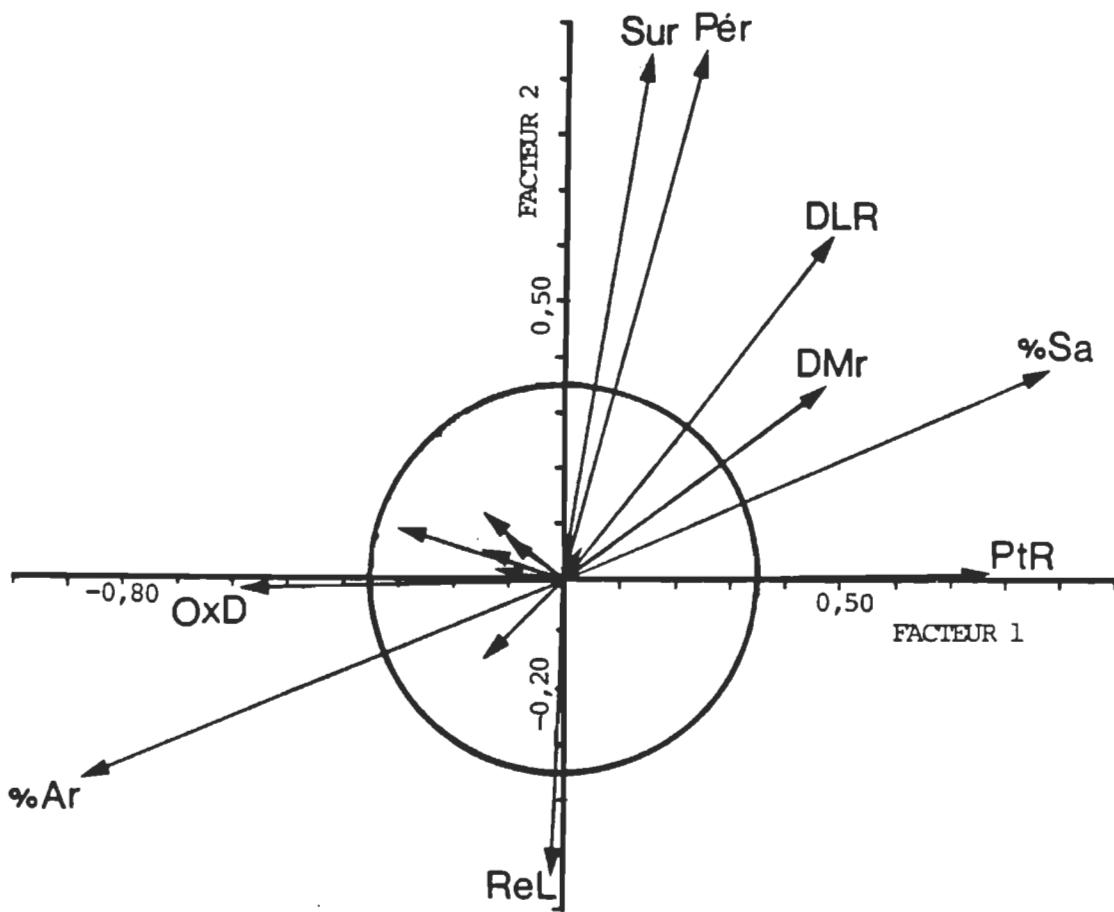


Figure 10 : Représentation graphique des descripteurs abiotiques selon les deux premiers facteurs principaux. Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2/16} = 0,353$

(Sag), par la physionomie des plantes aquatiques émergentes de type B (PEB) et par l'abondance du Phalaris (Pha) et de l'Elodea (Elo). Les figures 11, 12 et 13 montrent la représentation graphique des descripteurs pour les six combinaisons des quatre premiers facteurs principaux de l'analyse en composantes principales. Le grand nombre de facteurs explicatifs et le faible pourcentage d'explication de chacun des facteurs démontrent la complexité des relations entre la distribution des sites et les variables biotiques.

Les corrélations partielles permettent de séparer entre les variables retenues par l'analyse en composantes principales, celles qui sont inter-corrélées et qui expriment le même élément de la structure de l'habitat. Si deux variables sont corrélées significativement ($P < 0,05$) nous retenons le descripteur qui a la meilleure interprétation écologique. Cette méthode de sélection des variables est d'ailleurs utilisée par Kinsley et al (1982). La matrice des corrélations partielles effectuées avec les 24 variables retenues par les deux analyses en composantes principales est représentée à la figure 14. Les 13 variables, qui ont une meilleure interprétation écologique, ont été retenues ainsi que leur valeur moyenne se retrouvent au tableau 11.

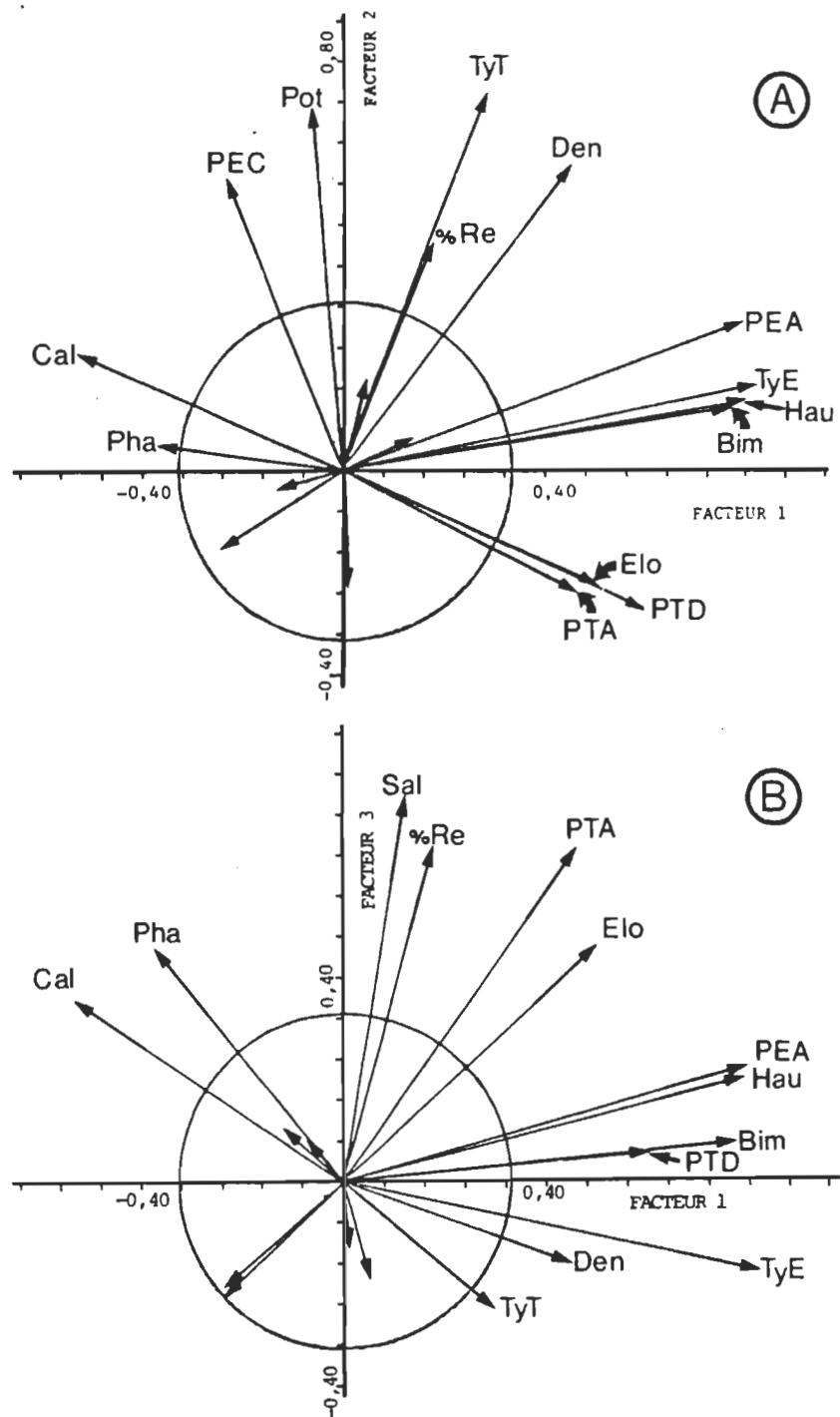


Figure 11 : Représentation graphique des descripteurs biotiques selon les facteurs 1 et 2 (A) et 1 et 3 (B). Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2}/19 = 0,324$

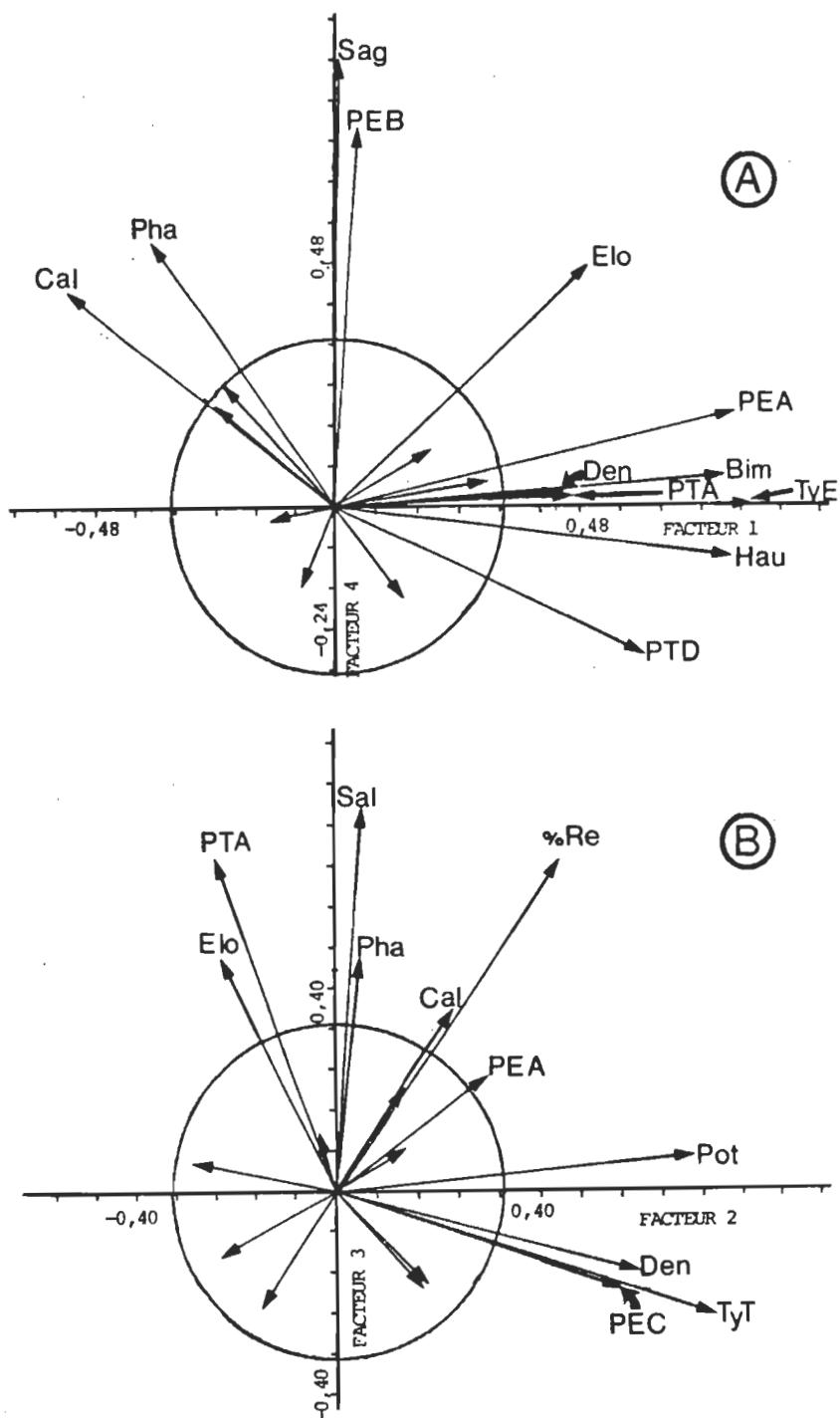


Figure 12 : Représentation graphique des descripteurs biotiques selon les facteurs 1 et 4 (A) et 2 et 3 (B). Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2}/19 = 0,324$

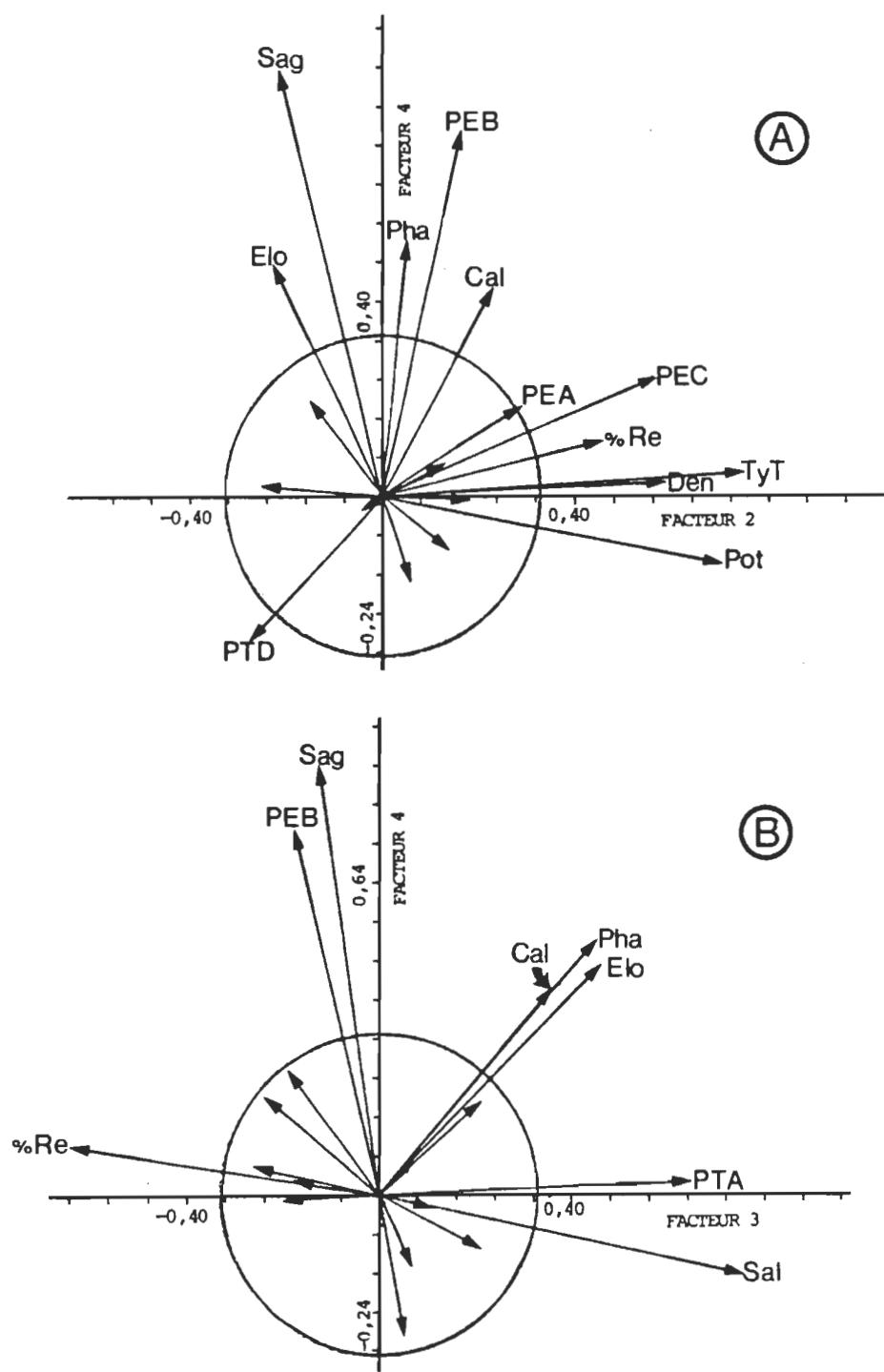


Figure 13 : Représentation graphique des descripteurs biotiques selon les facteurs 2 et 4 (A) et 3 et 4 (B). Le cercle de contribution équilibrée des descripteurs est à $\sqrt{2}/19 = 0,324$

Figure 14 : Matrice de corrélations partielles effectuée avec les variables retenues des analyses en composantes principales. Le signe ★ indique une corrélation significative à $P \leq 0,05$

Tableau 11

Liste des variables retenues à partir de
la matrice des corrélations partielles

| VARIABLE | MOYENNE | ECART-TYPE |
|----------|---------|------------|
| DMr | 519,3 | 408,2 |
| Pér | 2,358 | 0,317 |
| PtR | 7,6 | 4,3 |
| %Ar | 52,1 | 38,0 |
| ReL | 0,399 | 0,268 |
| Den | 0,764 | 0,426 |
| Hau | 1,06 | 0,425 |
| PTD | 0,4016 | 0,1219 |
| PEB | 2,2 | 1,2 |
| Sal | 2,3 | 1,3 |
| Pha | 1,9 | 1,8 |
| TyE | 2,8 | 2,1 |
| Pot | 0,2143 | 0,2256 |

Sélection de l'habitat.

Un premier modèle permettant de prédire l'utilisation de l'habitat par le rat musqué est obtenu en effectuant une analyse de régressions multiples avec comme variable dépendante le nombre de terrier/Km. et comme variables indépendantes les treize précédamment retenues. Le tableau 12 présente les résultats de cette l'analyse. Le modèle obtenu explique 29,1 % de la variance totale et ce, de façon significative ($P = 0,006$). Chacune des variables du modèle, de même que la constante, sont significativement reliées à celui-ci. Le nombre de terriers est fonction de la distance au marais riverain (DM_r) et du logarithme du périmètre des rives (P_r). Le modèle est exprimé à l'équation 1 :

$$Nb. terriers/Km = 40,723 + 0,018(DMr) - 15,170(P_r)$$

Afin de vérifier l'exactitude du modèle nous avons, à la figure 15, tracé la répartition des résidus par rapport aux valeurs prédictes par le modèle. Le nuage de points, bien réparti de part et d'autre de l'axe 0 des résidus, indique que le modèle est bon et qu'il ne surestime ni ne sous-estime la densité des terriers. Un calcul de régression simple fait à partir des valeurs prédictes et des valeurs réelles nous donne une corrélation significative ($r = 0,588$, $P = 0,001$)

Tableau 12

Coefficients de régression pour le modèle prédictif du nombre de terriers/km

| VARIABLE | MOYENNE $\bar{X} \pm S_x$ | COEFFICIENT (B) | F | P < |
|-----------|------------------------------|----------------------|-----------|--------|
| DMr | 519,3 ± 408,2 | 0,018 | 12,161 | 0,002 |
| Pér | 2,358 ± 0,317 | -15,170 | 5,222 | 0,031 |
| Constante | | 40,723 | 7,685 | 0,011 |
| ----- | | | | |
| MODELE | R^2 ajusté = 0,291 | F = 6,336 | P < 0,006 | |

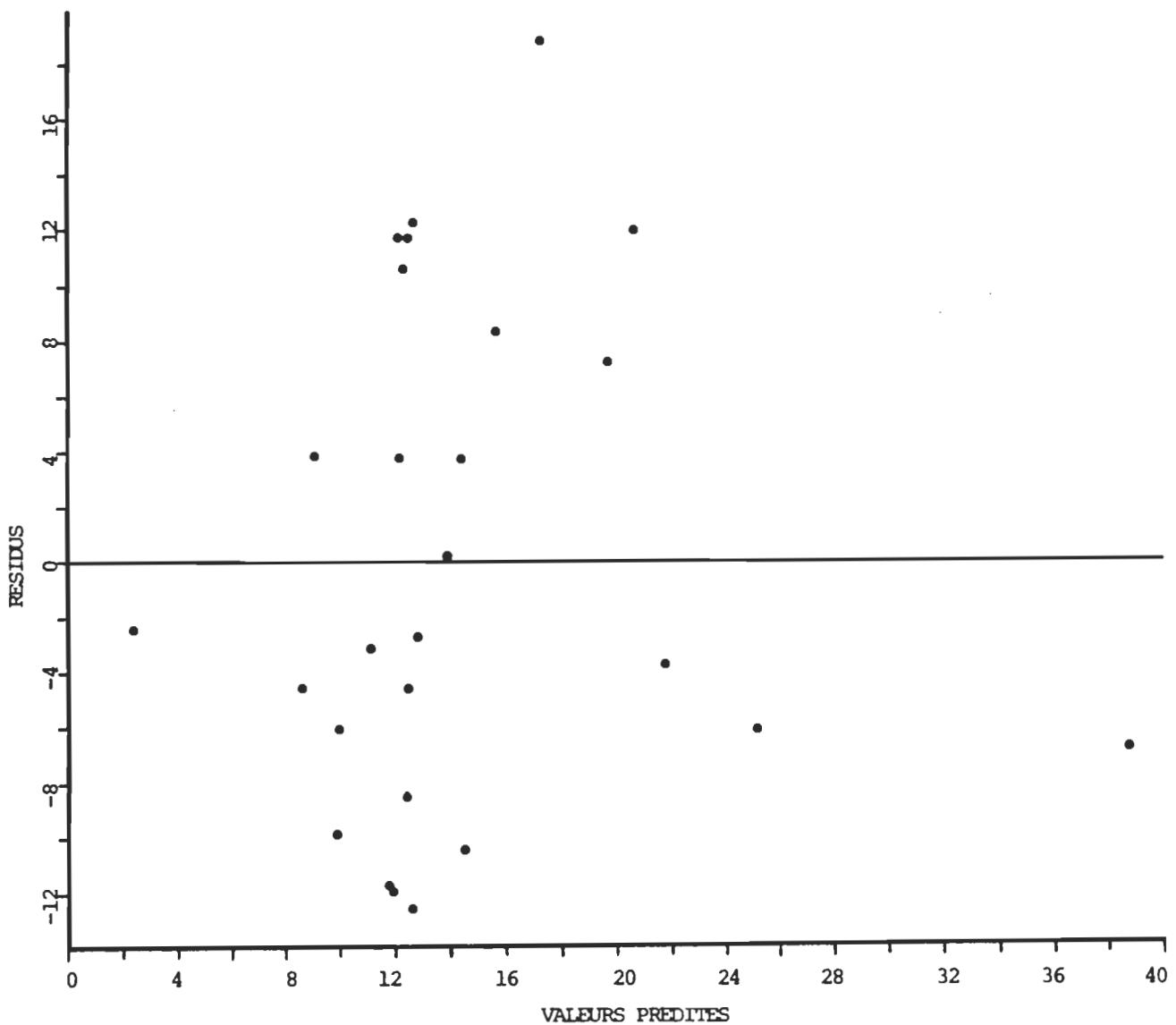


Figure 15 : Distribution des résidus en fonction des valeurs prédictives pour le premier modèle prédictif du nombre de terriers/km

Dans un second temps, nous avons effectué une autre analyse de régressions multiples en utilisant la totalité des descripteurs apparaissant au tableau 7 sauf ceux qui sont typiques à la région d'étude. Les descripteurs supprimés sont la distance au marais riverain (DMr) et toutes les variables reliées à l'inventaire phytosociologique des plantes terrestres et aquatiques. Le nombre de variables retirées est de 11 et le nombre de variables retenues est de 24. Le nombre de variables étant inférieur au nombre de sites (27), nous pouvons donc effectuer une analyse de régressions multiples. Nous obtenons ainsi un modèle qui ne tient plus compte des paramètres strictement locaux. L'espèce végétale que l'on retrouve au lac Saint-Pierre peut être remplacée ailleurs par une autre espèce qui joue le même rôle écologique. Le tableau 13 montre les résultats de cette analyse. Le modèle obtenu explique 83,3 % de la variance totale à un niveau significatif de $P = 0,001$. Les variables composant ce modèle sont toutes significativement reliées à celui-ci. Le nombre de terriers/Km est fonction de la pente du fond (PtF), de la phisyonomie des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC), du pourcentage de recouvrement des plantes aquatiques émergentes (%Re), de la profondeur de l'eau à 0,5 m de la rive (P0,5), de la phisyonomie des plantes terrestres de type D (PTD), de la hauteur des plantes aquatiques émergentes (Hau), de la phisyonomie des plantes aquatiques émergentes de type A (PEA) et de type B (PEB), de la phisyonomie des plantes terrestres de type C (PTC) et de la distance de la rive à 0,5 m de profondeur d'eau (D0,5). Le modèle obtenu est présenté à

Tableau 13

Coefficients de régression du modèle prédictif du nombre de terriers/km effectué sans les variables reliées aux espèces végétales et à la distance au marais riverain

| VARIABLE | MOYENNE | COEFFICIENT | F | P |
|-----------|-------------------------|-------------|-----------|-------|
| | $\bar{X} \pm S_x$ | (B) | | < |
| PtF | 16,4 ± 7,3 | -0,992 | 19,186 | 0,001 |
| PEC | 2,1 ± 0,9 | -7,070 | 28,726 | 0,001 |
| %Re | 48,4 ± 18,1 | 0,371 | 33,554 | 0,001 |
| P05 | 17,5 ± 5,9 | 0,638 | 8,777 | 0,009 |
| PTD | 2,6 ± 0,9 | 3,056 | 8,205 | 0,011 |
| Hau | 1,06 ± 0,43 | -21,874 | 39,934 | 0,001 |
| PEA | 2,3 ± 1,2 | 4,992 | 15,907 | 0,001 |
| PEB | 2,2 ± 1,2 | -2,518 | 6,703 | 0,020 |
| PTC | 2,7 ± 1,1 | 3,041 | 8,477 | 0,010 |
| D05 | 2,09 ± 1,22 | -2,673 | 5,453 | 0,033 |
| Constante | | 24,049 | 5,876 | 0,028 |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| MODELE | R^2 ajusté = 0,833 | F = 13,997 | P < 0,001 | |

l'équation 2 :

$$\begin{aligned}\text{Nb. terriers/Km} = & 24,049 - 0,992(\text{PtF}) - 7,070(\text{PEC}) + \\& 0,371(\% \text{Re}) + 0,638(\text{P}0,5) + 3,056(\text{PTD}) - \\& 21,874(\text{Hau}) + 4,992(\text{PEA}) - 2,518(\text{PEB}) + \\& 3,041(\text{PTC}) - 2,673(\text{D}0,5)\end{aligned}$$

On retrouve à la figure 16 la répartition des résidus en fonction des valeurs prédictes du présent modèle. Le nuage de points, bien réparti de part et d'autre de l'axe 0, indique que le modèle est valable. Une régression simple effectuée entre les valeurs prédictes et les valeurs réelles nous donne une corrélation significative ($r = 0,949$, $P < 0,001$).

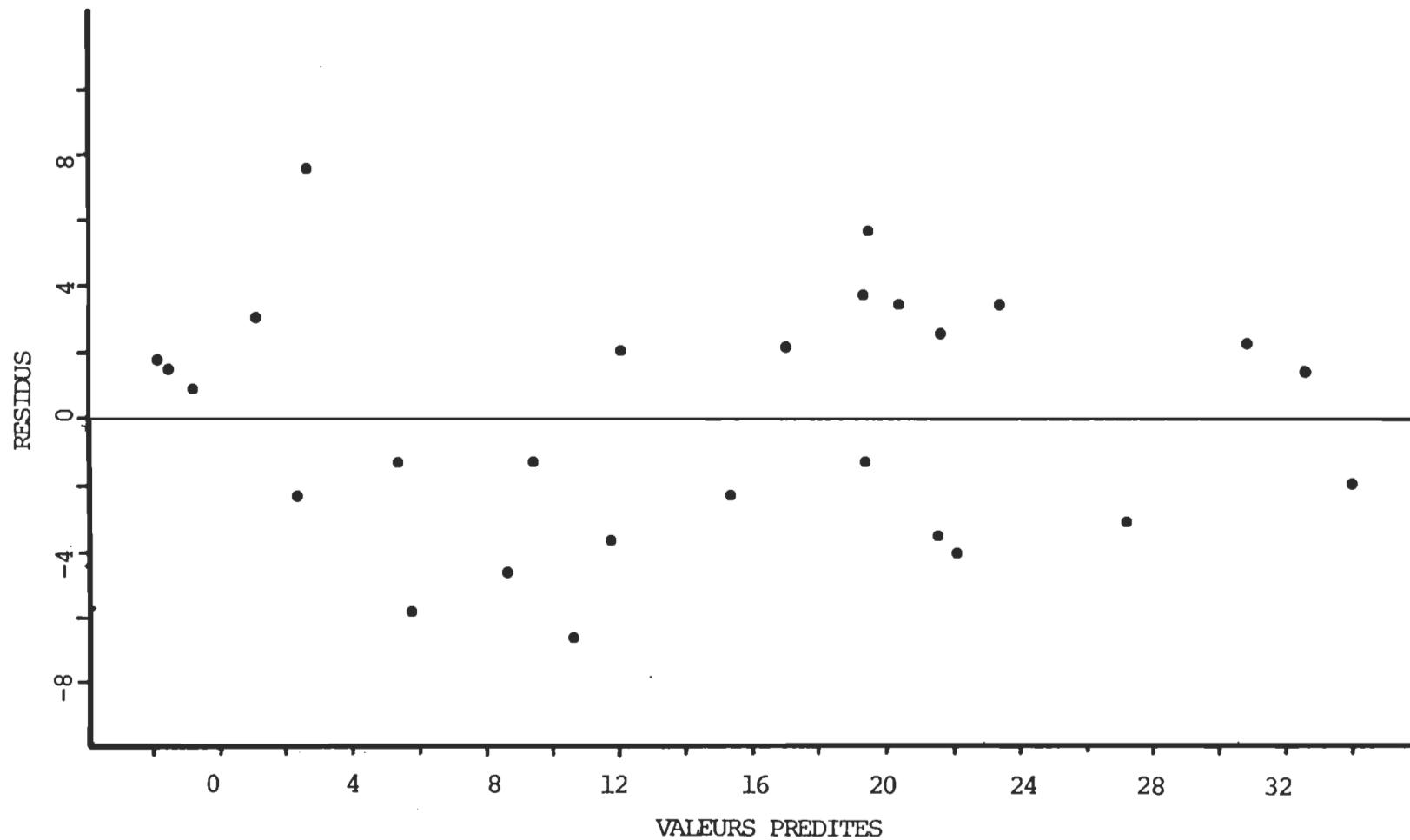


Figure 16 : Distribution des résidus en fonction des valeurs prédictes pour le deuxième modèle prédictif du nombre de terriers/km (sans les variables reliées aux espèces végétales et à la distance au marais riverain)

CHAPITRE 6

DISCUSSION

Inventaire des populations.

Nous avons comparé les résultats de nos inventaires de terriers de rats musqués avec ceux effectués dans d'autres régions (tableau 14). Le nombre d'habitations/Km (huttes et terriers) varie selon différents types d'habitats rencontrés. Nous obtenons la plus grande densité d'habitations/Km. Une surestimation de la densité des populations est possible en comptant des terriers inactifs ou des terriers d'hiver ou d'alimentation. Danell (1978b) note qu'il est très difficile de déterminer si un terrier est occupé ou non. Etant donné que la méthode d'échantillonnage a été la même pour tous les sites et qu'il s'agit d'une étude comparative entre ceux-ci, cette surestimation n'a donc qu'une importance minime. Les densités élevées enregistrées démontrent que les sites où il y a absence de terriers sont des endroits défavorables à l'établissement du rat musqué, et non pas des sites non colonisés à cause d'un faible niveau des populations de la région d'étude. De plus, lorsqu'une espèce est présente en grande concentration, l'habitat favorable contient une densité plus élevée d'individus que l'habitat défavorable (Partridge, 1979). Les sites échantillonnés où l'on retrouve le plus de terriers/Km devraient être ceux dont l'habitat est le plus propice à

Tableau 14

Densités moyennes des habitations de rats musqués dans
différentes régions et habitats

| REGION D'ETUDE | TYPE D'HABITAT | <u>NB. HABITATIONS</u> km | AUTEUR |
|----------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|
| Illinois | canaux de retenus | 7,9 | Arata (1959) |
| Suède | lacs profonds | 6,0 | Danell (1978c) |
| Suède | rivières | 14,0 | Danell (1978c) |
| Suède | lacs peu profonds | 13,0 | Danell (1978c) |
| Massachusetts | rivières | 6,0 | Brooks (1980) |
| Ontario | maraîches | 11,4 | Proulx and Gilbert (1983) |
| Québec | étangs aménagés | 17,0 | Présente étude |

l'établissement du rat musqué.

Relations simples entre les descripteurs et l'abondance des terriers.

Variables abiotiques de l'habitat.

Le nombre de terriers/Km augmente selon la distance entre le site et le marais riverain, c'est-à-dire avec la diminution de la fréquence et de l'ampleur des inondations. La variation du niveau de l'eau est l'un des principaux facteurs de mortalité chez les populations de rats musqués (Errington, 1963). Elle force l'animal à désertter son terrier lors des inondations et celui-ci devient ainsi sujet à la noyade et à la prédation. Bellrose et Brown (1941) ont trouvé que les effets directs du changement du niveau de l'eau sur les populations de rats musqués sont plus grands que les effets indirects dus au changement de la composition végétale de l'habitat. D'autres auteurs ont déterminé que la fluctuation du niveau de l'eau était le facteur qui influençait le plus la densité et la répartition des populations de rats musqués (Bellrose, 1950; Errington, 1963; Donohoe, 1966; Giles, 1978; Bishop et al., 1979).

La relation inverse que l'on obtient entre la pente du fond (PtF) et le nombre de terriers/Km démontre que la présence d'une

zone peu profonde d'eau est favorable au rat musqué en permettant aux plantes aquatiques émergentes de pousser. Ce type de végétation est important car c'est le seul, avec les plantes submergées, qui soit directement disponible durant l'hiver. Toutefois, cette zone peu profonde ne devra pas s'étendre sur une grande distance car elle deviendrait alors limitante pour l'établissement du terrier (Danell, 1978c).

Variables biotiques de l'habitat.

Le nombre de terriers/km augmente avec l'accroissement de la biomasse des plantes aquatiques émergentes (Bim). Neal (1968 in Allen and Hoffman, 1984) détermina que la croissance des populations de rats musqués dépendait de la présence de groupements végétaux émergents denses. Ces groupements servent de sources de nourriture au rongeur et lui procurent du matériel pour la construction des huttes et terriers. On observe que le nombre de terriers/km varie positivement avec l'abondance de Typa sp. émergent (TyE). Plusieurs auteurs affirment que le Typa sp. est la source préférentielle de nourriture du rat musqué (Bellerose et Brown, 1941; Takos, 1947; Bellerose, 1950; Errington, 1963). La raison serait que cette plante procure un rhizome très nutritif et disponible durant l'hiver (Cook, 1952 in Allen and Hoffman, 1984). Enfin le nombre de terriers/km augmente à mesure que l'abondance des plantes aquatiques émergentes de type A (PEA) s'accroît. Cette dernière variable englobe les plantes similaires aux Typa

SP. Ces deux paramètres sont d'ailleurs corrélés significativement ($r = 0,6106$, $P = 0,001$) et donc complètent l'information sur un même élément de la structure de l'habitat.

L'augmentation de l'abondance de Phalaris sp. (Pha) et des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC) entraîne une diminution du nombre de terriers/Km. Le phalaris roseau, bien que reconnu comme une source de nourriture préférentielle durant la saison estivale (Mousseau et Beaumont, 1981), n'est pas directement disponible, pour le rat musqué, durant l'hiver. De plus, cette plante colonise les zones terrestres de faible élévation (Tessier et al., 1984). Ainsi, la présence de phalaris roseau indique une rive basse qui est innondée régulièrement, situation défavorable à l'établissement du rat musqué. La physionomie des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC) représente les plantes petites et minces. Cette variable démontrerait la pauvreté des sites en nourriture. D'ailleurs on remarque que l'abondance des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC) est corrélée négativement avec l'abondance du Typha émergent (TyE) ($r = -0,3747$, $P = 0,028$).

Donc, les corrélations linéaires simples effectuées entre les variables de l'habitat et le nombre de terriers/Km démontrent que le rat musqué préfère un habitat ayant une faible fluctuation du niveau de ses eaux, contenant une zone d'eau peu profonde où l'on retrouve une grande biomasse de plantes aquatiques émergentes

composée principalement de Typha sp.

Sélection de l'habitat.

Le but premier de l'utilisation des analyses de régressions multiples est de nous permettre de décrire l'habitat préférentiel du rat musqué à l'aide d'une combinaison de variables. Cependant, l'interprétation de ces modèles doit être faite en tenant compte de la combinaison des variables les composant et non pas en les considérant une à une séparément (Scherrer, 1984).

Ainsi, le premier modèle (équation 1) que nous avons obtenu, démontre que les sites préférentiels des terriers de rats musqués sont les plus éloignés du marais riverain et qui ont un faible périmètre. La première variable représente l'effet des inondations sur l'établissement du rat musqué. La seconde démontre qu'en ramenant l'abondance des terriers de chacun des sites en nombre de terriers/Km. de rive, on privilégie les petits sites par rapport aux plus grands. Le rapport périmètre/surface est plus important pour les petits sites que pour les plus grands. Toutefois, la diminution du périmètre d'un site pourrait signifier l'augmentation de sa productivité. En effet, les petits sites sont ceux où l'on retrouve les plus hauts pourcentages de recouvrement des plantes aquatiques émergentes (%Re). On obtient une corrélation inverse significative entre le logarithme du périmètre des sites (Pér) et le pourcentage de recouvrement des

plantes aquatiques émergentes (%Re) ($r = -0,4520$, $P < 0,018$). Il y a donc une plus grande disponibilité de nourriture dans les sites de faibles périmètres que dans les plus grands. Ce modèle exprime les corrélations linéaires simples que nous avons obtenues précédemment.

Ce modèle reflète bien que le rat musqué est un généraliste en ce qui concerne ses exigences écologiques. En effet, les variables du modèle n'expriment pas des besoins spécifiques vis-à-vis certains paramètres de l'habitat (ex.: nourriture, abris, etc...). La variation du nombre de terriers/Km serait bien plus le résultat de l'effet du facteur de mortalité qu'est la fluctuation du niveau de l'eau. Donohoe (1966) affirme qu'un habitat à niveau d'eau stable augmente la densité des populations en réduisant la mortalité. Le choix du site d'établissement du terrier dépendrait en premier lieu de la survie des individus après les inondations printanières. Les sites étant les moins exposés à ces inondations sont plus rapidement colonisés et plus propices à l'établissement permanent du rat musqué.

L'impact direct des inondations est certe très important sur la distribution du rat musqué au lac Saint-Pierre. De plus, comme le montre le tableau 15, les inondations influencent également la morphométrie des sites, la disponibilité et la composition de la végétation dans ceux-ci. Ces effets indirects sur l'établissement des rats musqués se font connaître dans le second modèle (équation

Tableau 15

Corrélations de Pearson et de Spearman entre la distance des sites au marais riverain et les autres variables de l'habitat

| VARIABLE CORRÉLÉE | COEFFICIENT DE PEARSON (r) | P < | COEFFICIENT DE SPEARMAN (r_s) | P < |
|----------------------|--------------------------------------|--------|---|--------|
| OxD | -0,6071 | 0,001 | | |
| %Sa | 0,6404 | 0,001 | | |
| %Ar | -0,5151 | 0,006 | | |
| %Li | -0,4789 | 0,012 | | |
| Sur | 0,5489 | 0,003 | | |
| Pér | 0,4721 | 0,013 | | |
| PtF | -0,4157 | 0,031 | | |
| PtR | 0,5488 | 0,003 | | |
| ReL | -0,5134 | 0,006 | | |
| Bim | 0,6485 | 0,001 | | |
| Hau | 0,6428 | 0,001 | | |
| Sal | | | 0,5317 | 0,003 |
| TyE | | | 0,3921 | 0,022 |
| Elo | | | 0,6656 | 0,001 |
| Myr | | | -0,3796 | 0,026 |
| Pot | | | -0,4105 | 0,017 |
| PTA | | | 0,7324 | 0,001 |
| PEA | | | 0,6538 | 0,001 |
| PEC | | | -0,5678 | 0,002 |

2). Quatre composantes du modèle soit, la pente du fond (PtF), la physionomie des plantes aquatiques émergentes de type C (PEC), la hauteur des plantes aquatiques émergentes (Hau) et la physionomie des plantes aquatiques émergentes de type A (PEA), sont significativement corrélées avec la distance des sites au marais riverain (DMr).

Ce second modèle démontre que la structure préférentielle de l'habitat du Cricitidé se caractérise tant par la physionomie de l'habitat que par sa composition végétale. On distingue trois groupes important de variables dans ce modèle.

Premièrement, on retrouve des variables reliées à l'aspect physique des sites. Le nombre de terriers/Km augmente avec l'accroissement de la profondeur de l'eau à 0,5 m de la rive (P05) et avec la diminution de la distance de la rive à 0,5 m d'eau (D05) et de la pente du fond de l'étang (PtF). Les deux premières variables représentent la zone propice à l'établissement du terrier (Danell, 1978c). La troisième variable représente quant à elle la zone favorable à la présence et à la croissance des plantes aquatiques émergentes.

Deuxièmement, on retrouve des variables reliées à la végétation aquatique émergente. Dans le modèle, l'augmentation du recouvrement des plantes aquatiques émergentes (%Re) et de l'abondance des plantes aquatiques émergentes de type A (PEA)

contribue à l'accroissement du nombre de terriers/Km. Plusieurs travaux, dont ceux de Takos (1947) et Danell (1978a), ont démontré qu'un grand recouvrement des plantes aquatiques émergentes (%Re) était nécessaire à l'augmentation de la densité des populations de rats musqués. D'autre part, on sait que *Typha latifolia* est l'espèce préférentielle comme nourriture pour la rat musqué (Takos, 1947; Bellerose, 1950; Errington, 1978 et autres). Cette espèce se retrouve dans le type phisionomique A des plantes aquatiques émergentes (PEA). On obtient des relations inverses entre le nombre de terriers/Km et l'abondance des plantes aquatiques émergentes de type B (PEB), de type C (PEC) et la hauteur des émergentes. On suggère que les deux premières variables représentent la pauvreté de l'habitat en plantes aquatiques émergentes plus préférentielles, soit celles de type A (PEA). La troisième variable se veut une mesure de l'abri offerte par les plantes aquatiques émergentes. La pente négative de cette variable, dans le modèle, démontre que les plantes basses offrent un meilleur couvert de protection pour le rat musqué. On pense entre autre aux sagittaires et aux alismas, qui possèdent des feuilles basses et larges, permettant une meilleure dissimulation face au soleil et aux prédateurs.

Troisièmement, on retrouve, dans le modèle, des variables reliées à la végétation terrestre. Dans l'équation 2, on obtient plus de terriers/Km lorsque la rive est occupée par des herbagées terrestres basses (PTC et PTD). Brooks (1980) trouva également

que la rive d'un bon habitat devrait être occupée par des herbacées. Ces plantes permettent une plus grande pénétration de la lumière sur l'étang favorisant ainsi la croissance des plantes aquatiques émergentes.

CHAPITRE 7

CONCLUSION

D'après nos résultats, la sélection de l'habitat chez le rat musqué pourrait s'effectuer selon l'alternative suivante. La première est que le rat musqué sélectionne son habitat préférentiel en fonction de la stabilité du niveau de l'eau. Il nous semble évident que pour que cette sélection se produise, il faut que l'individu ait eu déjà l'expérience d'une fluctuation importante du niveau de l'eau. La seconde est que le rat musqué sélectionne en fonction de la structure que l'on retrouve dans les sites où le niveau de l'eau est peu ou pas fluctuant. Cette structure de l'habitat répondrait aux besoins de l'espèce pour la construction de l'abri et pour l'alimentation. De façon plus spécifique à la région d'étude, l'habitat doit fournir au rat musqué une zone de niveau d'eau propice pour la construction du terrier et pour la croissance des plantes aquatiques émergentes. En plus, on devra retrouver une rive occupée par des plantes herbagées et des groupements de végétaux émergents composés principalement par des quenouilles (Typha sp.) ou des plantes similaires (Butomus sp., Sparganium sp., etc....).

Lors des inventaires des populations de rats musqués, on a observé qu'il y avait présence d'activité de rats musqués dans

tous les sites échantillonnes. Earhart (1969) a établi que les terriers permanents contiennent des individus plus vieux et plus gros. Nous soulevons l'hypothèse que les sites situés loin du marais riverain contenant plus de terriers permanents pourraient être habités par des individus adultes en meilleure condition. Ces sites serviraient de réservoir d'approvisionnement en nouveaux individus pour les sites plus instables situés près du marais riverain. Une connaissance plus approfondie de la productivité et de la survie du rat musqué dans les sites de même que de la dynamique des déplacements des individus pourrait infirmer ou confirmer cette hypothèse.

L'utilisation des modèles, que nous avons élaborés, comme outil de gestion de la ressource rat musqué pourrait être envisagée. Le premier modèle (équation 1) comporte peu de variables dépendantes et leur facilité de mesure en fait un instrument intéressant. Par contre, son faible pourcentage d'explication (29,1%) et son caractère régional en limiteraient sa portée. Le deuxième modèle (équation 2) a l'avantage d'expliquer plus de 70 % de la variance du nombre de terriers/Km. Il possède un champ d'application plus vaste que le précédent. Par contre, le grand nombre de variables qui le composent en réduit son efficacité. La connaissance de la sélection du micro-habitat, i.e. le choix de l'emplacement pour la construction du terrier, augmenterait la précision des modèles. Ainsi, on pourrait déterminer la proportion de rive propice à l'établissement du

terrier pour chacun des sites.

Enfin, soulignons que la dynamique de la dispersion du rat musqué, le comportement territorial et la pression de la part des prédateurs sont autant de facteurs non mesurés dans cette présente étude. Ceux-ci pourraient avoir potentiellement une influence non négligeable dans la variation du nombre de terriers/Km que l'on retrouve entre les différents sites échantillonnés. Partridge (1979) affirme que la compétition intra-spécifique de même que l'action des prédateurs et parasites peuvent changer la distribution des animaux dans leur habitat préférentiel.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Allen, A.W., and Hoffman, R.D., 1984. Habitat suitability index models: Muskrat. US Fish Wildl. Serv., 27pp.
- Agostino, R.B., 1971. An omnibus test of normality for moderate and large sample. *Biometrika*, 58: 341-348.
- Anonyme, 1984. Production de peaux de fourrure: Province de Québec, 1982-1983 et 1983-1984. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Service petits gibiers.
- Anonyme, 1982. L'homme et la faune dans un même environnement. Environnement Canada, Service canadien de la faune, 60pp.
- Anscombe, F.J., 1948. The transformation of Poisson, Binomial and negative Binomial data. *Biometrika*, 35: 246-254.
- Arata, A.A., 1959. Ecology of muskrats in strip-mine ponds in southern Illinois. *J. Wildl. Manage.*, 23 (2): 177-186.
- Baillargeon, G. et Rainville, J., 1979. Statistique appliquée. Tome 3: Régression multiple. 2 éd. Editions SMG. Trois-Rivières. 443pp.

Banfield, A.W.F., 1977. Les mammifères du Canada. Les Presses de l'université Laval. Québec. 406pp.

Barnes, H., 1952. The use of transformations in marine biological studies. J. Conseil Perm. Int. Expl. Mer., 18: 61-71.

Bartlett, M.S., 1936. The square root transformation in analysis of variance. J. Roy. Statist. Soc. Suppl., 3: 68-73.

Bartlett, M.S., 1947. The use of transformations. Biometrika, 3: 39-52.

Bélanger, L., 1984. Etude de la sélection et de la structure des habitats d'élevage chez la sauvagine. Mémoire de maîtrise. Université du Québec à Trois-Rivières. 192pp.

Bellrose, F.C., 1950. The relationship of muskrat populations to various marsh and aquatic plants. J. Wildl. Manage., 14 (3): 299-315.

Bellrose, F.C., and Brown, L.G., 1941. The effect of fluctuating water levels on the muskrat populations of the Illinois river valley. J. Wildl. Manage., 5 (2): 206-212.

Bellrose, F.C., and Low, J.B., 1943. The influence of flood and low water levels on the survival of muskrats. J. Wildl.

Manage., 24: 173-188.

Bishop, R.A., Andrews, R.D., and Bridges, R.J., 1979. Marsh management and its relationship to vegetation, waterfowl, and muskrats. Proc. Iowa Acad. Sci., 86 (2): 50-56.

Bourbeau, D., 1981. Inventaire des nids de canards localisés sur les aménagements de la rive nord du lac Saint-Pierre. Min. Loisir, Chasse & Pêche, S.A.E.F., Direction générale de la faune de Trois-Rivières. 20pp.

Bouyoucos, G.J., 1936. Direction for making mechanical analysis of soil by the hydrometer method. Soil. Sci., 32: 225-228.

Braun-Blanquet, J., 1964. Plant sociology. McGraw-Hill ed. New-York.

Brooks, R.P., 1980. A model of habitat selection and population estimation for muskrats (Ondatra zibethicus) in riverine environments in Massachusetts. PhD thesis. University of Massachusetts. 112pp.

Cook, A.H., 1952. A study of the life history of the muskrat in New-York State. Ph.D. thesis, Cornell Univ.. Ithaca. 128pp.

Crawford, B.T., 1950. Some specific relationships between soils and wildlife. *J. Wildl. Manage.*, 14 (2): 115-125.

Danell, K., 1978a. Food habits of the muskrat, Ondatra zibethica (L.), in a Swedish lake. *Ann. Zool. Fennici*, 15: 177-181.

Danell, K., 1978b. Intra- and interannual changes in habitat selection by the muskrat. *J. Wildl. Manage.*, 42 (3): 540-549.

Danell, K., 1978c. Use by muskrats of an area in Sweden containing highly differentiated habitats. *J. Wildl. Manage.*, 42 (4): 908-913.

Dilworth, T.G., 1967. The life history and ecology of the muskrat, Ondatra zibethicus, under severe water level fluctuation. M. Sc. thesis, Univ. of New-Brunswick. Fredericton. 125pp.

Donohoe, R.W., 1966. Muskrat reproduction in areas of controlled and uncontrolled water-level units. *J. Wildl. Manage.*, 30 (2): 320-326.

Dozier, H.L., 1948. Estimating muskrat populations by house counts. *North. Am. Wildl. Conf.*, 13: 372-389.

Earhart, C.M., 1969. The influence of soil texture on the structure, durability, and occupancy of muskrat burrows in farm ponds. *Calif. Fish & Game*, 55 (3): 179-196.

Environnement Canada, 1982. Normales climatiques au Canada-Température et précipitations- 1951 - 1980- Québec. No. UDC: 551.582(714).

Erickson, H.R., 1963. Reproduction, growth, and movement of muskrats inhabiting small water areas in New-York State. *N.-Y. Fish & Game J.*, 10: 90-117.

Erickson, H.R., 1966. Muskrat burrowing damage and control procedures in New-York, Pennsylvania, and Maryland. *N.-Y. Fish & Game J.*, 16: 176-187.

Errington, P.L., 1937. Drowning as a cause of mortality in muskrats. *J. Mammal.* 18: 497-500.

Errington, P.L., 1939. Reactions of muskrat populations to drought. *Ecology*, 20 (2): 168-186.

Errington, P.L., 1941. Feeding and population maintenance of the muskrat. *J. Wildl. Manage.*, 5 (1): 68-89.

Errington, P.L., 1963. Muskrat populations. *Iowa State Univ.*

Press. Ames. 665pp.

Errington, P.L., 1978. Muskrats and marsh management. Univ. Nebraska Press. Lincoln. 183pp.

Fox, B.J., 1979, An objective method of measuring the vegetation structure of animal habitats. Aust. Wildl. Res., 6: 297-303.

Fuller, W.A., 1951. Natural history and economic importance of the muskrat in the Athabasca- Peace Delta Wood Buffalo Park. Can. Wildl. Serv., Wildl. Manage. Bull., series 1 (2): 82pp.

Giles, R.H., 1978. Wildlife management. W.H. Freeman and company. San Francisco. 416pp.

Grandtner, M.M., 1966. La végétation forestière du Québec méridional. Presses de l'université Laval. Québec. 216pp.

Green, R.H., 1971. A multivariate statistical approach to the Hutchinsonian niche: Bivalve molluscs of central Canada. Ecology, 52 (4): 543-556.

Hunter, C., and Bonds, R.D., 1955. Muskrat and beaver development. Arkansas Fish & Game Comm., Proj. W-37-D, Job no. 01 and 02. Final report. 30pp.

Hutchinson, G.E., 1957. Concluding remarks. Cold Spring Harbor Symp. on Quant. Biol., 22: 415-427.

Kinsley, K.R., Liscensky, S.A., and Storm, G.L., 1982. Changes in habitat structure on woodcock singing grounds in central Pennsylvania. Pages 40-50 in Woodcock ecology and management. U.S. Dept. Inter., Fish & Wildl. Serv. Wildl. Res., Rep. 14.

Lapointe, D., 1983. Zones inondables - Fleuve Saint-Laurent - Calcul des niveaux de récurrences 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans. Tronçon - Varennes - Grondines. M-83-2. Ministère de l'environnement. 15pp.

Legendre, L. et Legendre, P., 1979. Ecologie numérique, Tome 1: Le traitement multiple des données écologiques. Tome 2: La structure des données écologiques. Masson. Paris.

Lind, O.T., 1979. Handbook of common methods in Limnology. 2 edit.. C.V. Mosby Company. St-Louis. 199pp.

Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Peche, 1983. Plan directeur pour la conservation et la mise en valeur de la région du lac Saint-Pierre - Version provisoire. Gouvernement du Québec. 120pp.

Mousseau, P. et Beaumont, J.-P., 1981. Contribution à l'étude de l'habitation du rat musqué (Ondatra zibethicus (L.)) au lac Saint-Louis et au bassin de La Prairie, Québec. Centre de recherches écologiques de Montréal. 120pp.

Neal, T.J., 1968. A comparison on two Muskrat populations Ondatra zibethicus. Iowa State J. Sci., 43: 193-210.

Nie, N., Hull, C.H., Jenkins, J.G., Steinbrenner, K., and Bent, D.H., 1975. Statistical package for the Social sciences. McGraw - Hill ed.. New-york. 675pp.

Olsen, P.F., 1959. Muskrat breeding biology at Delta, Manitoba. J. Wildl. Manage., 23 (1): 40-53.

O'Neil, T., 1949. The muskrat in the Louisiana coastal marshes. Louisiane Dept. Wildl. Fish.. New Orleans, 152pp.

Partridge, L., 1979. Habitat selection. Pages 351-376 in Behavioural Ecology: An evolutionary approach. Sunderlands. J. R. Krebs and N.B. Davies editors. 494pp.

Proulx, G., Gilbert, F., 1983. The ecology of the muskrat, Ondatra zibethicus, at Luther marsh, Ontario. Can. Field Nat., 97 (4): 377-390.

Quenouille, M.H., 1950. *Introduction statistica*. London.
Butterworth - Springer.

Reimold, R.J., Hardisky, M.A., and Phillips, J.H., 1980. Wetland
Values - A non-consumptive Perspective. *J. Envir. Manage.*,
11: 77-85.

Scherrer, B., 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin ed..
Chicoutimi. 850pp.

Shugart, H.H. Jr., 1980. An overview of multivariate methods and
their application to wildlife habitat. Pages 4-10 in The use
of multivariate statistics in studies of wildlife habitat: A
workshop, April 23-25, 1980. Burlington.

Sokolov, V.E., Sukkov, V.P., and Rodionov, V.A., 1979. A study of
diurnal rhythm of activity in the muskrat (Ondatra zibethica)
by means of radiotelemetry. *Zool. Zh.*, 58 (6): 896-902.

Stearns, F., 1978. Management potential: Summary and
recommendations. Pages 357-363 in Freshwater wetlands;
Ecological Processes and Management potential. New-York.
365pp.

Stewart, R.W., and Bider, J.R., 1974. Reproduction and survival
of ditch-dwelling muskrats in southern Québec. *Can. Field*

Nat., 88 (4): 429-436.

Stewart, R.W., and Bider, J.R., 1977. Summer activity of muskrats in relation to weather. J. Wildl. Manage., 41 (3): 487-499.

Takos, M.J., 1947. A semi-quantitative study of muskrat food habits. J. Wildl. Manage., 11 (4): 331-339.

Tessier, C., Aubin, A. et Chenevrier, D., 1984. Les facteurs élévation et distance dans la structure et la productivité d'une communauté riveraine de macrophytes. Can. J. Bot., 62 (11): 2260-2266.

Weller, M.W., 1978. Management of freshwater marshes for wildlife. Pages 267-284 in Freshwater wetlands; Ecological Processes and Management Potential. New-York. 365pp.

Weller, M.W., 1981. Freshwater marshes: Ecology and Wildlife management. Univ. of Minnesota Press. Minneapolis. 124pp.

Zar, J.H., 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 620pp.

Annexe A

Résultats des variables abiotiques et biotiques mesurées aux 27 sites étudiés.

| SITES | SURFACE (m ²) | PERIMETRE (m) | D.L.R. ¹ | PH | O DISSOUS (mg / L) | CONDUCTIVITE (mhos/cm) |
|--------------|------------------------------|------------------|---------------------|-------|-----------------------|---------------------------|
| BANC A | 23529 | 1048 | 1,93 | 8,0 | 9,1 | 445 |
| BANC B | 43529 | 1159 | 1,57 | 9,1 | 8,8 | 182 |
| BANC C | 6470 | 429 | 1,50 | 6,7 | 4,9 | 226 |
| BANC X | 30588 | 1254 | 2,02 | 6,9 | 4,3 | 365 |
| BANC Y | 1765 | 318 | 2,13 | 9,3 | 5,9 | 311 |
| BANC Z | 514 | 90 | 1,11 | 7,0 | 2,8 | 263 |
| ETANG B | 754 | 107 | 1,10 | 7,3 | 7,6 | 135 |
| ETANG D | 1680 | 198 | 1,36 | 8,3 | 8,2 | 282 |
| ETANG E | 1042 | 122 | 1,07 | 9,3 | 14,5 | 259 |
| ETANG H | 2107 | 172 | 1,06 | 8,2 | 12,2 | 195 |
| ETANG I | 1733 | 160 | 1,08 | 7,9 | 11,6 | 145 |
| ETANG N | 580 | 95 | 1,11 | 8,3 | 12,4 | 262 |
| ETANG O | 1089 | 119 | 1,02 | 8,4 | 10,4 | 160 |
| ETANG S | 615 | 105 | 1,19 | 8,2 | 8,2 | 297 |
| ETANG T | 818 | 113 | 1,11 | 9,2 | 16,5 | 442 |
| ETANG U | 1440 | 175 | 1,30 | 8,3 | 11,4 | 1252 |
| ETANG MLCP | 634 | 115 | 1,29 | 6,6 | 7,4 | 238 |
| ILLOT 1 | 2625 | 457 | 2,52 | 9,2 | 9,1 | 177 |
| ILLOT 6 | 2695 | 259 | 1,41 | 9,0 | 11,7 | 239 |
| ILLOT 7 | 2866 | 264 | 1,39 | 7,6 | 7,5 | 236 |
| ILLOT 22 | 2482 | 229 | 1,30 | 7,6 | 7,5 | 197 |
| ILLOT 23 | 2203 | 232 | 1,39 | 7,7 | 8,0 | 176 |
| ILLOT 37 | 2496 | 236 | 1,33 | 9,2 | 16,0 | 215 |
| ILLOT 38 | 2882 | 259 | 1,36 | 7,4 | 9,4 | 455 |
| ILLOT 39 | 3134 | 262 | 1,32 | 9,4 | 15,1 | 516 |
| ILLOT 40 | 3026 | 248 | 1,27 | 7,9 | 12,0 | 477 |
| ILLOT 41 | 2782 | 238 | 1,27 | 8,9 | 11,7 | 460 |
| MOYENNE | 5410,2 | 313,4 | 1,39 | 8,2 | 10,0 | 318,8 |
| (ECART-TYPE) | (10248,1) | (317,9) | (0,36) | (0,9) | (3,6) | (218,0) |

1: Developpement de la ligne du rivage

Annexe A (suite)

| SITES | PROF. 0,5 ¹ (cm) | PROF. 1,0 ² (cm) | DIST. 0,5 ³ (m) | DIST. 1,0 ⁴ (m) | DIST. MARAIS ⁵ (m) |
|-------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| BANC A | 17,6 | 26,7 | 2,08 | 5,37 | 1060 |
| BANC B | 10,7 | 16,3 | 2,83 | 4,53 | 1110 |
| BANC C | 9,6 | 15,0 | 2,33 | *** | 1080 |
| BANC X | 19,3 | 34,2 | 1,45 | 2,34 | 1220 |
| BANC Y | 17,3 | 33,3 | 1,59 | *** | 1240 |
| BANC Z | 19,5 | 25,6 | 1,55 | *** | 1540 |
| ETANG B | 9,8 | 18,5 | 4,11 | *** | 140 |
| ETANG D | 14,7 | 31,2 | 1,49 | 4,30 | 170 |
| ETANG E | 13,7 | 24,5 | 2,24 | *** | 170 |
| ETANG H | 19,9 | 41,3 | 1,47 | 4,52 | 310 |
| ETANG I | 21,4 | 37,1 | 1,70 | 3,57 | 300 |
| ETANG N | 25,0 | 41,3 | 1,61 | *** | 240 |
| ETANG O | 12,7 | 19,7 | 6,53 | *** | 160 |
| ETANG S | 9,8 | 24,4 | 2,70 | 3,03 | 540 |
| ETANG T | 15,8 | 32,4 | 2,21 | 6,57 | 680 |
| ETANG U | 25,8 | 35,0 | 2,34 | 8,06 | 310 |
| ETANG MLCP | *** | *** | *** | *** | 170 |
| ILLOT 1 | 20,9 | 38,6 | 1,91 | *** | 110 |
| ILLOT 6 | 20,4 | 39,5 | 1,74 | *** | 430 |
| ILLOT 7 | 21,5 | 37,2 | 1,47 | *** | 430 |
| ILLOT 22 | 21,8 | 35,8 | 1,63 | *** | 230 |
| ILLOT 23 | 24,7 | 42,8 | 1,63 | *** | 210 |
| ILLOT 37 | 24,2 | 46,2 | 1,27 | *** | 290 |
| ILLOT 38 | 19,8 | 37,6 | 1,20 | *** | 390 |
| ILLOT 39 | 22,3 | 44,0 | 1,27 | *** | 580 |
| ILLOT 40 | 16,7 | 29,5 | 3,77 | *** | 420 |
| ILLOT 41 | 17,7 | 35,3 | 1,30 | *** | 430 |
| MOYENNE (ECART-TYPE) | 17,5 (5,9) | 31,2 (10,6) | 2,09 (1,22) | 4,69 (1,77) | 519,3 (408,2) |

1: Profondeur de l'eau à 0,5 m. de la rive

****: Valeurs manquantes

2: Profondeur de l'eau à 1,0 m. de la rive

3: Distance de la rive à 0,5 m. d'eau

4: Distance de la rive à 1,0 m. d'eau

5: Distance du site au marais riverain

Annexe A (suite)

| SITES | GRANULOMETRIE | | | PENTE FOND (°) | PENTE RIVE (°) |
|--------------|---------------|----------|---------|-------------------|-------------------|
| | % SABLE | % ARGILE | % LIMON | | |
| BANC A | 94 | 00 | 00 | 14,0 | 5,0 |
| BANC B | 92 | 01 | 07 | 5,6 | 8,4 |
| BANC C | 44 | 19 | 37 | 9,7 | 15,2 |
| BANC X | 86 | 06 | 08 | 12,9 | 15,6 |
| BANC Y | 98 | 00 | 00 | 10,1 | 13,2 |
| BANC Z | 98 | 00 | 00 | 8,9 | 16,4 |
| ETANG B | 50 | 27 | 23 | 11,6 | 7,0 |
| ETANG D | 38 | 38 | 24 | 16,3 | 12,2 |
| ETANG E | 00 | 75 | 25 | 10,4 | 6,6 |
| ETANG H | 86 | 01 | 13 | 22,5 | 9,0 |
| ETANG I | 00 | 80 | 20 | 17,3 | 6,8 |
| ETANG N | 00 | 78 | 22 | 24,5 | 3,2 |
| ETANG O | 06 | 55 | 39 | 6,6 | 8,4 |
| ETANG S | 00 | 100 | 00 | 7,6 | 3,6 |
| ETANG T | 00 | 100 | 00 | 14,3 | 1,6 |
| ETANG U | 00 | 97 | 03 | 11,3 | 9,0 |
| ETANG MLCP | 00 | 60 | 40 | 7,5 | 7,4 |
| ILLOT 1 | 79 | 06 | 15 | 21,9 | 10,0 |
| ILLOT 6 | 00 | 100 | 00 | 22,4 | 5,6 |
| ILLOT 7 | 72 | 17 | 11 | 24,6 | 5,4 |
| ILLOT 22 | 00 | 78 | 22 | 22,4 | 0,4 |
| ILLOT 23 | 00 | 77 | 23 | 27,5 | 1,6 |
| ILLOT 37 | 04 | 68 | 12 | 26,6 | 4,6 |
| ILLOT 38 | 10 | 66 | 24 | 25,6 | 4,4 |
| ILLOT 39 | 00 | 99 | 01 | 11,5 | 10,2 |
| ILLOT 40 | 00 | 65 | 35 | 21,6 | 9,6 |
| ILLOT 41 | 00 | 94 | 06 | 28,1 | 4,4 |
| ----- | | | | | |
| MOYENNE | 31,7 | 52,1 | 15,2 | 16,4 | 7,6 |
| (ECART-TYPE) | (39,9) | (38,0) | (13,2) | (7,3) | (4,3) |

Annexe A (suite)

| SITES | I.R.L. ¹ | H. EM. ² (cm.) | DENS. EM. ³ | BIOM. EM. ⁴ (g./m ²) | REC. EM. ⁵ (%) |
|--------------|---------------------|------------------------------|------------------------|--|------------------------------|
| BANC A | 0,045 | 1,43 | 1,447 | 541,2 | 23,4 |
| BANC B | 0,106 | 1,29 | 1,406 | 267,6 | 23,9 |
| BANC C | 0,071 | 1,47 | 0,475 | 767,0 | 60,4 |
| BANC X | 0,049 | 1,40 | 0,865 | 278,9 | 48,6 |
| BANC Y | 0,184 | 1,81 | 1,403 | 278,4 | 55,6 |
| BANC Z | 0,075 | 2,01 | 0,379 | 317,4 | 61,1 |
| ETANG B | 1,000 | 1,06 | 1,671 | 198,2 | 66,7 |
| ETANG D | 0,304 | 0,82 | 0,759 | 58,4 | 53,3 |
| ETANG E | 0,341 | 0,74 | 0,473 | 104,6 | 64,7 |
| ETANG H | 0,410 | 0,78 | 0,638 | 31,2 | 43,7 |
| ETANG I | 0,259 | 0,93 | 0,814 | 46,4 | 60,0 |
| ETANG N | 0,534 | 0,50 | 0,749 | 15,4 | 60,0 |
| ETANG O | 0,221 | 0,71 | 0,585 | 56,2 | 66,7 |
| ETANG S | 0,259 | 0,86 | 0,860 | 84,5 | 66,7 |
| ETANG T | 0,186 | 0,70 | 1,087 | 37,4 | 46,7 |
| ETANG U | 0,306 | 0,88 | 0,502 | 139,2 | 46,7 |
| ETANG MLCP | 0,513 | 1,71 | 1,548 | 237,3 | 85,7 |
| ILOT 1 | 0,365 | 1,00 | 0,917 | 75,4 | 80,0 |
| ILOT 6 | 0,779 | 1,98 | 0,831 | 14,0 | 36,4 |
| ILOT 7 | 0,195 | 0,95 | 0,486 | 4,6 | 31,8 |
| ILOT 22 | 0,195 | 0,64 | 0,853 | 2,8 | 22,2 |
| ILOT 23 | 0,134 | 0,78 | 0,395 | 27,8 | 33,3 |
| ILOT 37 | 0,346 | 0,81 | 0,144 | 19,2 | 36,8 |
| ILOT 38 | 0,257 | 1,03 | 0,453 | 56,4 | 47,6 |
| ILOT 39 | 0,847 | 0,74 | 0,463 | 63,6 | 34,8 |
| ILOT 40 | 0,315 | 0,80 | 0,176 | 23,4 | 13,6 |
| ILOT 41 | 0,252 | 0,84 | 0,239 | 54,6 | 36,8 |
| <hr/> | | | | | |
| MOYENNE | 0,339 | 1,06 | 0,764 | 143,0 | 48,4 |
| (ECART-TYPE) | (0,268) | (0,425) | (0,426) | (180,9) | (18,1) |

1: Indice de recouvrement latéral

2: Hauteur des plantes aquatiques émergentes

3: Densité des plantes aquatiques émergentes

4: Biomasse des plantes aquatiques émergentes

5: % de recouvrement des plantes aquatiques émergentes

Annexe A (suite)

| SITES | PHYSIONOMIE TERRESTRE | | | | | PHYSIONOMIE EMERGENTE | | | |
|--------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|-------|
| | A | B | C | D | E | A | B | C | D |
| BANC A | 5 | 4 | 1 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| BANC B | 5 | 5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| BANC C | 5 | 2 | 3 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| BANC X | 6 | 4 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| BANC Y | 6 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| BANC Z | 6 | 2 | 1 | 6 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| ETANG B | 1 | 4 | 4 | 3 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 |
| ETANG D | 1 | 6 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 3 | 2 |
| ETANG E | 4 | 4 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 |
| ETANG H | 3 | 5 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| ETANG I | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 |
| ETANG N | 2 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| ETANG O | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| ETANG S | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 2 | 1 |
| ETANG T | 5 | 4 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| ETANG U | 3 | 5 | 4 | 2 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 |
| ETANG MLCP | 1 | 6 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| ILLOT 1 | 5 | 4 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 |
| ILLOT 6 | 5 | 4 | 5 | 3 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| ILLOT 7 | 4 | 4 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| ILLOT 22 | 4 | 5 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| ILLOT 23 | 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| ILLOT 37 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| ILLOT 38 | 3 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| ILLOT 39 | 6 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 |
| ILLOT 40 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ILLOT 41 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| MOYENNE | 4,1 | 4,1 | 2,7 | 2,6 | 1,9 | 2,3 | 2,2 | 2,1 | 1,1 |
| (ECART-TYPE) | (1,5) | (0,3) | (1,1) | (0,3) | (0,7) | (1,2) | (1,2) | (0,3) | (0,3) |

SITES

VEGETATION TERRESTRE

| | Salicetum sp. | Salix sp. | Phalaris sp. | Oenothera sp. | Polygonum sp. | Oscipendula sp. | Imatiaceae sp. | Rorippa sp. | Trifolium sp. | Populus sp. |
|------------|---------------|-----------|--------------|---------------|---------------|-----------------|----------------|-------------|---------------|-------------|
| BANC A | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 1 |
| BANC B | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| BANC C | 2 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| BANC X | 2 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| BANC Y | 1 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| BANC Z | 4 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ETANG B | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 1 |
| ETANG D | 1 | 1 | 4 | 2 | 0 | 4 | 1 | 1 | 0 | 2 |
| ETANG E | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 3 |
| ETANG H | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ETANG I | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 4 |
| ETANG N | 0 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ETANG O | 0 | 2 | 1 | 4 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| ETANG S | 0 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 0 | 3 | 0 | 2 |
| ETANG T | 0 | 4 | 1 | 2 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| ETANG U | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| ETANG MLCP | 3 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| ILOT 1 | 0 | 3 | 3 | 2 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 |
| ILOT 6 | 0 | 3 | 4 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| ILOT 7 | 0 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 4 |
| ILOT 22 | 0 | 3 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ILOT 23 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| ILOT 37 | 0 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 2 |
| ILOT 38 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 1 | 3 | 3 | 0 | 2 |
| ILOT 39 | 0 | 5 | 6 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 |
| ILOT 40 | 0 | 4 | 4 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ILOT 41 | 0 | 3 | 3 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |

MOYENNE 0,7 2,3 1,9 1,8 0,8 1,2 1,1 0,8 0,3 2,3
 (ECART-TYPE) (1,1) (1,3) (1,8) (1,1) (1,3) (1,1) (1,4) (1,1) (0,8) (0,9)

0 : Absent

1 : Individus solitaires

2 : Individus peu nombreux

3 : Individus nombreux, recouvrant au moins 1/20 de la surface

4 : Nombre d'individus quelconque, recouvrant du 1/4 à la 1/2 de la surface

5 : Nombre d'individus quelconque, recouvrant de la 1/2 aux 2/3 de la surface

6 : Nombre d'individus quelconque, recouvrant plus des 3/4 de la surface

SITE VEGETATION TERRESTRE VEGETATION AQUATIQUE

| | <u>Lemnaceae</u> | <u>Salicaceae</u> sp. | <u>Typhaceae</u> sp. | <u>Typha</u> sp. | <u>Saxifrage</u> sp. | <u>Spergularia</u> sp. | <u>Elodea</u> sp. | <u>Myriophyllum</u> sp. | <u>Potamogeton</u> sp. |
|------------|------------------|-----------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|
| BANC A | 1 | 1 | 3 | 6 | 2 | 0 | 5 | 0 | 4 |
| BANC B | 0 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 6 | 0 | 0 |
| BANC C | 0 | 1 | 4 | 6 | 3 | 1 | 5 | 1 | 0 |
| BANC X | 3 | 1 | 2 | 5 | 4 | 2 | 6 | 1 | 1 |
| BANC Y | 0 | 0 | 4 | 6 | 3 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| BANC Z | 0 | 1 | 4 | 6 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 |
| ETANG B | 1 | 3 | 0 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 1 |
| ETANG D | 2 | 1 | 1 | 0 | 4 | 5 | 5 | 4 | 0 |
| ETANG E | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2 | 6 | 1 |
| ETANG H | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 3 | 2 | 4 | 0 |
| ETANG I | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 0 | 3 |
| ETANG N | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| ETANG O | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| ETANG S | 1 | 3 | 0 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ETANG T | 1 | 3 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ETANG U | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 7 | 0 | 1 |
| ETANG MLCP | 1 | 5 | 0 | 6 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| ILOT 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| ILOT 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 4 | 4 | 0 |
| ILOT 7 | 4 | 0 | 1 | 1 | 4 | 5 | 4 | 4 | 0 |
| ILOT 22 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 1 |
| ILOT 23 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ILOT 37 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 |
| ILOT 38 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ILOT 39 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 | 4 | 0 |
| ILOT 40 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| ILOT 41 | 1 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 4 | 1 |

MOYENNE 1,2 1,3 0,9 2,8 2,4 1,4 3,1 1,7 0,8
 (ECART-TYPE) (1,2) (2,2) (1,4) (2,1) (1,4) (1,9) (2,4) (1,9) (1,2)

0 : Absent

4 : Nombre d'individus quelconque, recouvrant du 1/4 à la 1/2 de la surface

1 : Individus solitaires

5 : Nombre d'individus quelconque, recouvrant de la 1/2 aux 3/4 de la surface

2 : Individus peu nombreux

6 : Nombre d'individus quelconque, recouvrant plus des 3/4 de la surface

3 : Individus nombreux, recouvrant au moins 1/20 de la surface