

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

DÉPÔT FINAL

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

PAR
MARTIN ARVISAIS

CARACTÉRISATION ET SÉLECTION D'HABITATS À L'INTÉRIEUR
DES DOMAINES VITAUX CHEZ LA TORTUE DES BOIS
(*CLEMMYS INSCULPTA*) AU NORD DE SON AIRE
DE RÉPARTITION, QUÉBEC, CANADA

Juillet 2000

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.

AVANT-PROPOS

Suite aux réformes apportées en septembre 1991, concernant les exigences d'obtention du diplôme de 2^e cycle en Sciences de l'environnement, les étudiants peuvent maintenant présenter leurs résultats sous forme d'articles scientifiques plutôt que sous forme d'un mémoire conventionnel.

Il a été convenu avec ma directrice de recherche, la professeure Dre Esther Lévesque, que deux articles issus de mon projet de recherche seraient soumis à des revues scientifiques (chapitres 1 et 2). Ce document comprend aussi la problématique générale de notre projet de recherche ainsi qu'une rétrospective de la littérature pertinente à la réalisation du projet.

REMERCIEMENTS

De nombreuses personnes et organismes ont contribué à la réalisation de ce projet de recherche. En premier lieu, j'aimerais remercier ma directrice Dre Esther Lévesque (UQTR) et mon co-directeur Jean-Claude Bourgeois (Société de la faune et des parcs du Québec) pour la confiance qu'ils ont eu en moi, leurs encouragements, leurs compétences, leurs judicieux conseils, leurs critiques constructives et leur disponibilité.

Mes remerciements vont aussi vers Jacques Jutras (FAPAQ), Claude Daigle (FAPAQ), Denis Masse (PNLM) et Roger Bider (SHNVSL) pour leur précieuse aide à toutes les étapes de la réalisation du projet et leur grande disponibilité en cas de besoin. Je remercie Dr Denis Gratton pour ses judicieux conseils sur le volet des analyses spatiales et pour m'avoir initié à la géomatique. Je tiens également à remercier Pierre Larue (FAPAQ) qui nous a grandement aidé dans l'élaboration et l'application du protocole d'échantillonnage et Raymond Saumure pour son aide lors de la revue de littérature.

Je remercie sincèrement tous ceux qui ont contribué au succès des campagnes d'échantillonnage, soit Yves Robitaille, Daniel Dolan, Denis Bourbeau, Claudia Prud'homme, Jean-Yves Grenier, Jean Scrosati, Lise Deschêne,

Serge Montour, Natalie Godbout, Dominique Bélanger et Richard Vermette. Merci aussi à Louis Croisetière et Pascale Dombrowski pour leur soutien de même qu'à Wendy Giroux pour ses encouragements et la traduction des articles.

Enfin, je remercie les partenaires du projet soit : la Société de la faune et des parcs du Québec, Parcs Canada, le Parc National de la Mauricie, la Société d'Histoire Naturelle de la Vallée du Saint-Laurent, la Fondation de la Faune du Québec, le ministère des Ressources Naturelles, l'Université du Québec à Trois-Rivières et l'Université McGill.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	II
REMERCIEMENTS.....	III
TABLE DES MATIÈRES	V
LISTE DES TABLEAUX	X
LISTE DES FIGURES.....	XII
LISTE DES ANNEXES	XVIII
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
PROBLÉMATIQUE	1
RÉTROSPECTIVE DE LA LITTÉRATURE	7
Domaines vitaux.....	7
Facteurs influençant l'étendue des domaines vitaux	8
Sexe	8
Masse	8
Latitude.....	9
Perturbations	10
Température.....	10
Méthodes d'évaluation des domaines vitaux	11
Déplacements	11

Homing	12
Habitat	13
Habitats aquatiques	13
Habitats terrestres	15
Chronologie de l'utilisation des habitats	16
Hiver	16
Printemps	17
Été	18
Automne	19
Sélection d'habitat	19

CHAPITRE 1

ÉTUDE DES DOMAINES VITAUX ET DES DÉPLACEMENTS DE LA TORTUE DES BOIS (<i>CLEMMYS INSCULPTA</i>) AU NORD DE L'AIRE DE RÉPARTITION DE L'ESPÈCE : RÉGION DE LA MAURICIE, QUÉBEC, CANADA.....	23
RÉSUMÉ	24
INTRODUCTION	25
MATÉRIEL ET MÉTHODES	28
Site d'étude	28
Échantillonnage	29
Suivi télémétrique	30
Périodes d'activité	31
Domaines vitaux et déplacements	32
Fidélité d'utilisation des sites	34
Distance au plan d'eau le plus proche	34
Analyses statistiques.....	35

RÉSULTATS	36
Domaines vitaux.....	36
Déplacements	37
Fidélité d'utilisation des sites	38
Distance au plan d'eau le plus proche	39
DISCUSSION	40
Domaines vitaux.....	40
Déplacements	43
Fidélité d'utilisation des sites	46
Distance aux plans d'eau le plus proche	48
RÉFÉRENCES	56

CHAPITRE 2

CARACTÉRISATION ET SÉLECTION D'HABITATS CHEZ LA TORTUE DES BOIS (<i>CLEMMYS INSCULPTA</i>) DANS LA RÉGION DE LA MAURICIE, QUÉBEC, CANADA.	62
RÉSUMÉ	63
INTRODUCTION	64
MATÉRIEL ET MÉTHODES	66
Site d'étude	66
Échantillonnage.....	68
Suivi télémétrique	68
Caractérisation des habitats.....	69
Physionomie du milieu	69
Recouvrement des strates	69
Recouvrement total ligneux arborescent.....	70
Type forestier.....	70

Type de couvert forestier.....	70
Hauteur et âge des peuplements	71
Texture et pierrosité du sol.....	71
Drainage.....	71
Type d'humus et pente.....	72
Perturbations	72
Milieus aquatiques.....	72
Composition végétale.....	73
Inventaire floristique	73
Sélection d'habitats	74
Périodes d'activité	76
Approche analytique	76
Analyses multivariées.....	76
Analyses statistiques.....	78
Analyse de classification divisive (TWINSPAN)	78
Ordination indirecte (AFCR)	79
Ordination direct (ACC)	79
RÉSULTATS	83
Habitats retrouvés sur l'aire d'étude	83
Habitats utilisés par la tortue des bois	83
Chronologie d'utilisation des habitats	86
Sélection d'habitats	88
Habitats essentiels de la tortue des bois	92
DISCUSSION	94
Chronologie d'utilisation des habitats	95
Sortie d'hibernation et pré-hibernation	95
Période de ponte	97
Période estivale	97
Milieus aquatiques.....	99
Sélection d'habitats	101
Conclusion	105
RÉFÉRENCES	121

CONCLUSIONS GÉNÉRALES127

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE L'INTRODUCTION ET DE LA
CONCLUSION GÉNÉRALE131

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE 1

- Tableau 1 : Étendue des domaines vitaux évaluée par les méthodes du polygone convexe (MPC 95 %) et du polygone convexe modifié (MPCa) pour 20 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des saisons 1996 et 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada50
- Tableau 2 : Comparaison de l'étendue des domaines vitaux de tortues des bois adultes à travers l'aire de répartition de l'espèce.....51
- Tableau 3 : Superficie commune entre les domaines vitaux de 1996 et 1997 et chevauchement existant entre les domaines vitaux de ces deux saisons pour 18 tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada52

CHAPITRE 2

Tableau 4 : Sommaire d'une analyse factorielle des correspondances redressée (AFCR ₁) et d'analyses canoniques des correspondances (ACC ₁ , ACC ₂) ayant porté sur les parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399) et les parcelles témoins aléatoires (n = 196)	107
Tableau 5 : Comparaison par Chi-carré entre l'usage et la disponibilité des habitats à l'intérieur des domaines vitaux pour 17 tortues des bois suivies par télémétrie au cours de l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada	108
Tableau 6 : Principales variables utilisées par le modèle discriminant pour reclasser les parcelles témoins (n = 196) et les parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399)	109
Tableau 7 : Principales caractéristiques et différences dans la physiologie des groupements végétaux pour les parcelles témoins (n = 196) et les parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399) d'après une analyse discriminante	110

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION GÉNÉRALE

- Figure 1 : Photographies illustrant la carapace (a) et le plastron (b)
d'une tortue des bois (*Clemmys insculpta*) adulte2
- Figure 2 : Répartition de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) en Amérique
du Nord. Source : Ernst, Lovich et Barbour (1994), 224 p.....3
- Figure 3 : Schéma illustrant les différentes échelles de sélection d'habitat
(modifié de Owen,1972)22

CHAPITRE 1

- Figure 4 : Exemple de synchronisation des déplacements d'une femelle
tortue des bois (F97) suivie par télémétrie au cours des saisons
1996 et 1997 en Mauricie, Québec, Canada.....53

Figure 5 : Distance moyenne séparant chacune des localisations au cours d'eau cartographié le plus proche pour 17 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des années 1996 et 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada. Les données sont présentées en fonction de chacune des périodes d'activité.....54

Figure 6 : Superficie moyenne des domaines vitaux évaluée par la méthode du polygone convexe 95 % (MPC 95 %) en fonction de la latitude approximative des populations de tortue des bois étudiées pour cinq études différentes55

CHAPITRE 2

Figure 7 : Schéma illustrant une parcelle échantillon ronde de 400 m² utilisée pour délimiter la superficie à échantillonner afin de caractériser les habitats des localisations télémétriques de tortue des bois et des parcelles témoins aléatoires.....111

Figure 8 : Domaine vital de la tortue M50 par la méthode du polygone convexe ajusté (MPCa) superposé à une mosaïque d'orthophotos infrarouges (1:15 000) pour l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.....112

- Figure 9 : Diagramme de dispersion des parcelles de localisations de 20 tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada sur les deux premiers axes d'une analyse de correspondance canonique (ACC).....113
- Figure 10 : Dendrogramme simplifié d'une analyse de classification divisive (TWINSpan; Two Way Indicator Species Analysis) ayant porté sur 384 parcelles de localisations de tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.....114
- Figure 11 : Diagrammes de dispersion des parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399) et des parcelles témoins aléatoires (n = 196) sur les deux premiers axes d'une analyse de correspondance canonique (ACC) pour 20 tortues suivies par télémétrie dans la région de la Maurice, Québec, Canada.....115
- Figure 12 : Proportion des localisations de tortue des bois retrouvées dans chacun des principaux groupements végétaux visités par la tortue des bois au cours de l'année 1997 pour différentes périodes d'activité dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.....116

- Figure 13 : Proportion des localisations quotidiennes et hebdomadaires retrouvées en milieu aquatique pour les différentes périodes d'activité chez 20 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des saisons 1996-1997 en Mauricie. Les chiffres indiquent le nombre de localisations faisant partie de chacune des périodes d'activité117
- Figure 14 : Diagrammes de dispersion des parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399) et des parcelles témoins (n = 196) sur les deux premiers axes d'une analyse de correspondance canonique (ACC) pour 20 tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada118
- Figure 15 : Proportion des localisations retrouvées dans différents milieux terrestres pour les 196 parcelles témoins aléatoires et les 399 localisations télémétriques de 20 tortues des bois suivies au cours de l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada119

Figure 16 : Proportion des localisations retrouvées dans différents milieux aquatiques pour les 196 parcelles témoins aléatoires et les 399 localisations télémétriques de 20 tortues des bois suivies au cours de l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada 120

LISTE DES ANNEXES

- ANNEXE 1 : Patron général des déplacements minimums hebdomadaires moyens pour 20 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des années 1996 et 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada 138
- ANNEXE 2 : Liste des paramètres environnementaux qui ont été évalués sur le terrain avec les valeurs moyennes de chacun de ces paramètres pour les localisations de tortues et les parcelles témoins aléatoires 139
- ANNEXE 3 : Liste des espèces des strates arborescente, arbustive et herbacée qui ont été identifiées au cours de la saison 1997 142
- ANNEXE 4 : Liste des groupements qui ont été inventoriés au cours de la saison 1997 pour les parcelles témoins et les localisations de tortues 148

ANNEXE 5 : Dendrogramme de 384 parcelles de localisations de tortues des bois divisées par une analyse de classification TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis). Les valeurs propres sont indiquées à chacune des divisions et les espèces indicatrices sont représentées par les trois premières lettres du genre et deux ou trois lettres pour l'espèce selon la strate. Lorsque la troisième lettre de l'espèce est remplacée par un chiffre, cela indique la strate : 2 : strate arbustive, 3 : strate herbacée. Si l'espèce est composée de trois lettres, il s'agit de la strate arborescente. Trois cent quatre-vingt-quatre sites ont été retenus par l'analyse, puisque pour les 15 sites manquants, il n'y avait aucune espèce végétale présente 150

INTRODUCTION GÉNÉRALE

PROBLÉMATIQUE

La tortue des bois (*Clemmys insculpta*) fait partie de la famille des Émydés et est l'une des neuf espèces de tortue que l'on retrouve au Québec. C'est une tortue de taille moyenne possédant une carapace brunâtre à l'allure sculptée et pyramidale en raison des anneaux de croissance concentriques qui composent chacune des écailles (Figure 1a; Ernst *et al.*, 1994). Les écailles du plastron et le dessous des écailles marginales de la carapace sont jaunes ornées de tâches noires sur les coins postérieurs externes (Figure 1b). La tête et le dessus des membres sont noirs alors que la couleur du reste des parties charnues varie entre le jaunâtre et le rouge vif (Ernst *et al.*, 1994).

La tortue des bois forme de petites populations dispersées irrégulièrement au sud du Québec et au nord-est des États-Unis entre l'Ontario et l'est de la Nouvelle-Écosse (Figure 2). La limite nord de l'espèce est en relation avec les conditions climatiques permettant la réalisation complète du cycle vital (isotherme de 18 °C de juillet) alors que la limite sud correspond à l'isotherme 29 °C de juillet (Parmalee et Klippel, 1981). Les limites est et ouest sont formées par les prairies et l'océan Atlantique.

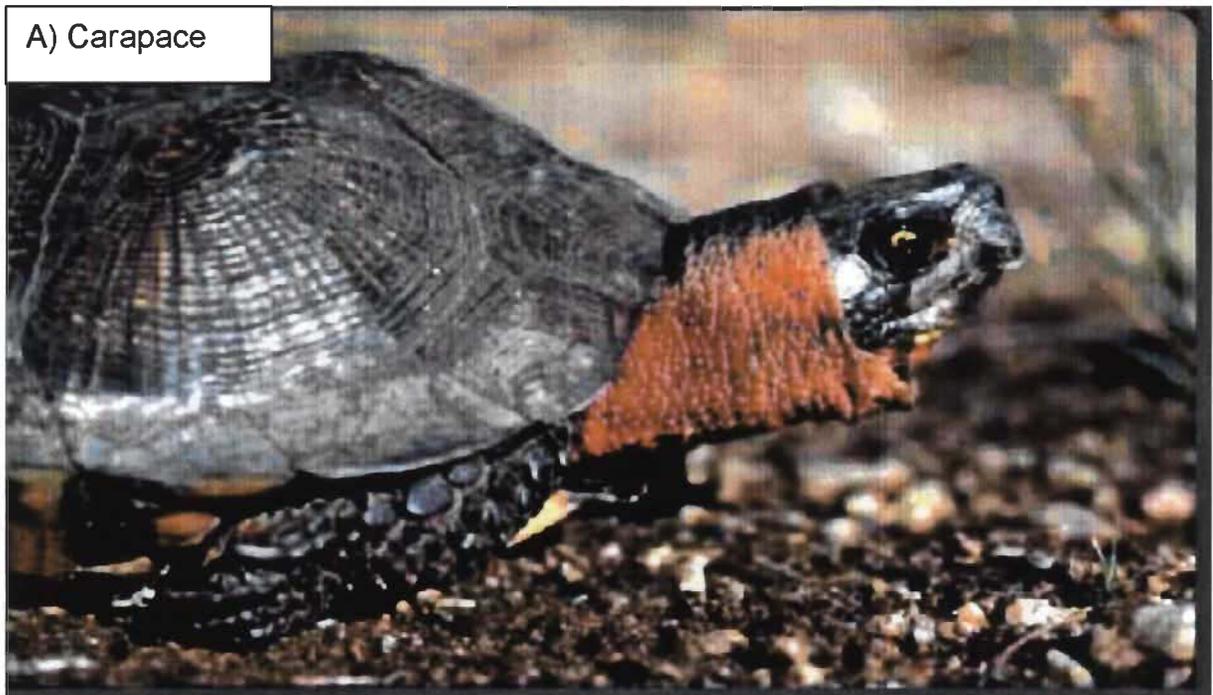


Figure 1 : Photographies illustrant la carapace (a) et le plastron (b) d'une tortue des bois (*Clemmys insculpta*) adulte.

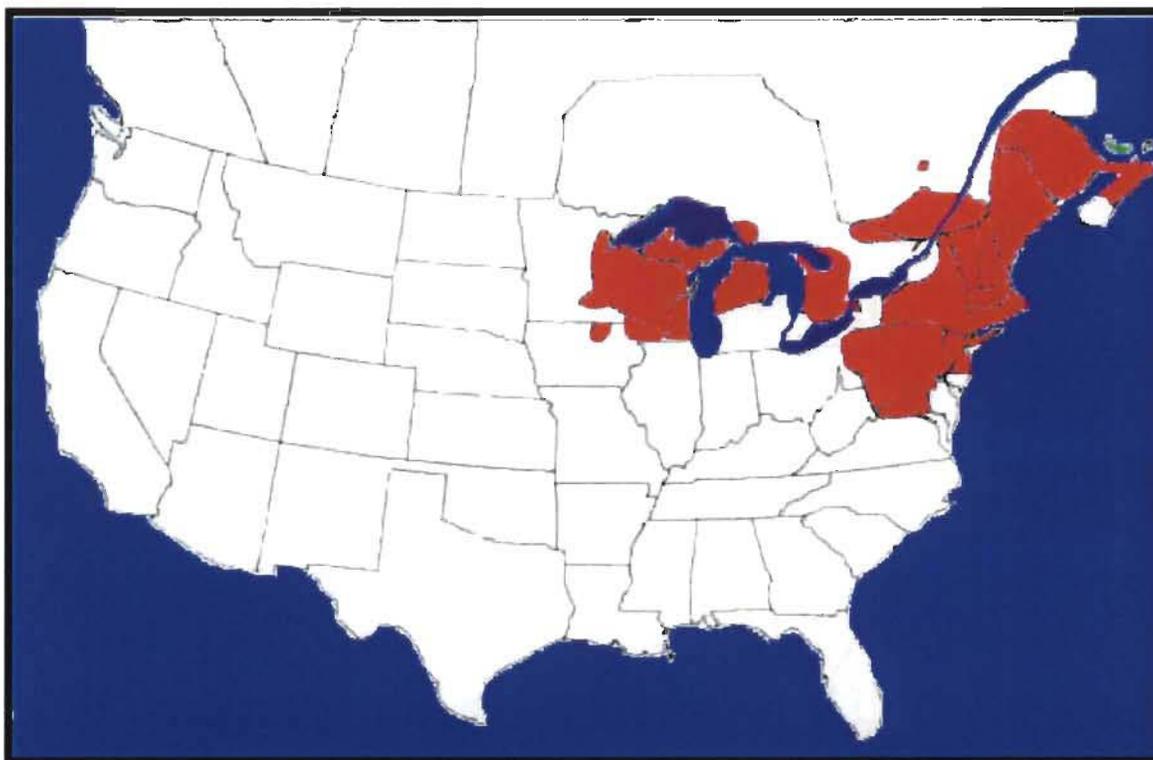


Figure 2 : Répartition de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) en Amérique du Nord.

Source : Ernst, Lovich et Barbour (1994).

L'aire de répartition de la tortue des bois a été réduite de façon considérable au cours des dernières décennies. Les principales causes ayant mené à la disparition et au déclin des populations de tortue des bois sont en relation avec les activités humaines (Harding et Bloomer, 1979). La collecte et le commerce illégal de l'espèce, la destruction et la fragmentation de leurs habitats et la pratique d'activités récréatives au sein d'une population sont les principales causes de disparition et de déclin de populations (Harding et Bloomer, 1979; Garber et Burger, 1995).

Une étude de Garber et Burger (1995) a démontré que la pratique d'activités récréatives (pêche, chasse, canot, marche), dans un milieu forestier riverain protégé et abritant deux populations de tortue des bois, avait conduit à l'extinction de ces deux populations en dix ans. Si des mesures adéquates de conservation et de gestion ne sont pas prises à l'égard de la tortue des bois, celle-ci est menacée d'extinction (Garber *et al.* 1994).

En 1992, la tortue des bois a été inscrite à l'appendice II du traité de la Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore sauvages menacées d'extinction (CITES; Buhlmann, 1993). La CITES fournit des outils pour surveiller et contrôler les échanges commerciaux des animaux listés (Klemens, 1991). En 1996, la tortue des bois a obtenu le statut d'espèce vulnérable par le Comité d'étude sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC; Litzgus et Brooks, 1996). Au Québec, elle fait

partie de la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Beaulieu, 1993). Un rapport de situation de l'espèce déposé en février 1999 suggère de lui accorder le statut d'espèce vulnérable (Galois et Bonin, 1999).

Afin d'améliorer les connaissances à l'égard de la distribution, de l'abondance et du statut de la tortue des bois à des fins de désignation légale, un programme d'inventaire des populations de tortue des bois a débuté au Québec en 1994 (Daigle, 1996). Ces inventaires ont démontré qu'il existe une population de tortue des bois dans la région de la Mauricie, Québec, Canada. La population de la Mauricie est relativement grosse comparativement à ce que l'on retrouve ailleurs sur l'aire de répartition de l'espèce. Un estimé évaluait la taille de la population adulte de la Mauricie à 191 à 285 individus adultes (Walde et Bider, 1999). Jusqu'à ce jour, on compte 207 individus marqués dans la population de la Mauricie. La population étudiée utiliserait le plus grand site de ponte connu au Canada (nombre de nids) et est la population la plus nordique à avoir été étudiée jusqu'à ce jour.

Malgré le statut précaire de l'espèce et l'importance de la population de la Mauricie, aucun programme d'étude d'envergure n'avait été réalisé au Québec afin de contribuer à la connaissance des habitats, de la reproduction et de la distribution de l'espèce. Un programme de recherche a été initié en 1995 par la Société de la faune et des parcs du Québec, Parcs Canada, le Parc national de la Mauricie, la Société d'Histoire Naturelle de la Vallée du Saint-Laurent, la Fondation de la faune du Québec, le ministère des Ressources Naturelles, l'Université du

Québec à Trois-Rivières et l'Université McGill pour faire l'étude de cette population. Notre projet s'est inscrit dans ce partenariat et visait à acquérir les connaissances nécessaires à la conservation des habitats essentiels à l'espèce au Québec et plus spécifiquement en Mauricie. Les objectifs spécifiques visés par notre projet de recherche étaient de :

- (1) faire l'étude des domaines vitaux;
- (2) vérifier s'il y a une fidélité dans l'utilisation des habitats d'une saison à l'autre;
- (3) caractériser les habitats utilisés par la tortue des bois;
- (4) déterminer s'il y a une chronologie dans l'utilisation des différents milieux;
- (5) identifier les habitats critiques pour la tortue des bois;
- (6) vérifier s'il y a sélection ou évitement d'habitats par la tortue des bois;
- (7) déterminer quels sont les paramètres environnementaux qui sont susceptibles de jouer un rôle dans le processus de sélection ou d'évitement des habitats;
- (8) proposer des mesures de conservation pour la population de la Mauricie.

RÉTROSPECTIVE DE LA LITTÉRATURE

Cette section est une rétrospective des éléments théoriques tirés de la revue de littérature qu'il nous a été nécessaire de faire pour mener à bien ce projet de recherche. Cette section répond également aux exigences partielles du cours de Séminaire I – présentation du projet de recherche aux études de deuxième cycle en Sciences de l'environnement à l'Université du Québec à Trois-Rivières.

Domaines vitaux

Un domaine vital peut se définir comme étant la superficie qu'un animal utilise sur une base régulière pour l'accomplissement de ses activités routinières comme l'accouplement, l'alimentation et le repos (Jewell, 1966). La connaissance de l'étendue des domaines vitaux permet d'évaluer la densité des individus, l'amplitude de leurs déplacements et permet d'apporter des mesures de conservation à l'échelle de ce que les individus utilisent. Plusieurs facteurs sont susceptibles d'influencer la taille des domaines vitaux chez une espèce donnée. Le sexe, la masse, la latitude (productivité des milieux), le degré de perturbation des milieux et la température sont tous des paramètres susceptibles d'influencer la taille des domaines vitaux (Harestad et Bunnell, 1979; Rose, 1982; Kaufmann, 1995). Contrairement aux territoires, qui sont défendus par des comportements agonistiques, les domaines vitaux ne sont pas nécessairement défendus et sont souvent fragmentés en une mosaïque de zones d'activités intensives où se déroule une activité précise (Jewell, 1966).

Facteurs influençant l'étendue des domaines vitaux

Plusieurs facteurs biotiques et abiotiques sont susceptibles d'influencer la taille des domaines vitaux. Les principaux facteurs biotiques et abiotiques susceptibles d'influencer la taille des domaines vitaux à la hausse ou à la baisse sont présentés dans cette section.

Sexe

La masse des individus est souvent liée avec le sexe et la défense d'un territoire (Harestad et Bunnell, 1979). Généralement, on pourrait s'attendre à ce que le domaine vital des mâles soit différent de celui des femelles. Chez la tortue des bois, la plupart des études ont démontré qu'il n'y avait aucune différence significative entre l'étendue des domaines vitaux entre les mâles et les femelles (Ross *et al.*, 1991; Kaufmann, 1995; Foscarini, 1994). Il n'y a que Ernst (1968) qui fasse état de différences significatives entre l'étendue des domaines vitaux des mâles et des femelles. Cette différence est cependant corrélée avec l'augmentation des déplacements des mâles pour la quête de congénères femelles et se base sur une seule recapture (Ernst, 1968).

Masse

La masse des individus est susceptible de faire varier l'étendue des domaines vitaux par l'intermédiaire des besoins énergétiques indispensables à la survie des individus (Harestad et Bunnell, 1979). En effet, les plus gros individus nécessitent une plus grande quantité d'énergie, ce qui entraîne une augmentation

du territoire utilisé pour fins de quête alimentaire. Cependant, une étude de Kaufmann (1995) en Pennsylvanie a démontré qu'il n'y avait aucune corrélation significative entre la masse des individus et la taille des domaines vitaux chez la tortue des bois.

Latitude

La productivité primaire des milieux varie généralement en fonction de la latitude et peut influencer la taille des domaines vitaux des populations qui s'y trouvent. (Harestad et Bunnell, 1979). Les milieux les plus au nord sont moins productifs que les milieux plus au sud (Kaufmann, 1995). Cela vient affecter à la hausse la superficie utilisée par les populations nordiques d'une espèce donnée, puisque les organismes doivent se déplacer davantage pour combler leurs besoins alimentaires (Harestad et Bunnell, 1979). Chez la tortue des bois, une étude de Quinn et Tate (1991) en Ontario rapportent des domaines vitaux ($x = 24,3$ ha) beaucoup plus grands que ceux observés par Kaufmann (1995) ($x = 4,32$ ha) au centre de la Pennsylvanie. Ces différences dans l'étendue des domaines vitaux en fonction de la latitude s'expliqueraient par une disponibilité alimentaire réduite dans les habitats plus nordiques rendant l'atteinte des besoins énergétiques plus difficile (Kaufmann, 1995).

Perturbations

Une étude de Foscarini (1994) a démontré que les domaines vitaux sont plus grands dans les zones agricoles que dans les zones à faibles perturbations anthropiques. Cette différence pourrait refléter l'efficacité d'adaptation de la tortue des bois pour différents milieux et pour différentes sources d'alimentation (Foscarini, 1994). En contrepartie, Saumure (1997) a déterminé que les tortues sont plus grosses (taille et masse) et croissent plus rapidement en milieu forestier qu'en milieu agricole. Ceci suggère que les perturbations agricoles puissent être néfastes pour la tortue des bois.

Température

Comme la tortue des bois est un organisme poikilotherme, la température limite ses déplacements et le type d'habitat qu'elle peut occuper. Par exemple, la tortue des bois devient plus active lorsque la température ambiante atteint 14 °C (Ernst, 1986). De plus, une étude de Harding et Bloomer (1979) suggère que les forêts denses limitent la disponibilité de la lumière; ce qui rend la thermorégulation difficile chez la tortue des bois. Ceci restreint les mouvements terrestres et oblige la tortue à rester en association avec un plan d'eau. Une étude de Graham et Dadah-Tosti (1981) a démontré que le nombre de mouvements moyens par heure étaient de 108,8 à 25 °C, 153,4 dans l'intervalle 25-15 °C et de 84,7 à 15 °C. Les températures plus froides limitent donc les mouvements chez la tortue des bois et pourraient limiter indirectement, l'étendue des domaines vitaux.

Méthodes d'évaluation des domaines vitaux

Plusieurs méthodes et logiciels existent pour évaluer l'étendue d'un domaine vital. L'utilisation de deux méthodes différentes peut donner des résultats qui sont significativement différents (Foscarini, 1994). De même, l'utilisation de deux logiciels différents pour évaluer la superficie d'un domaine vital par la même méthode peut donner des résultats significativement différents (Gallerani et Rodgers, 1994), d'où l'importance d'utiliser le même logiciel tout au long des analyses et de bien choisir la ou les méthodes à employer.

Déplacements

L'étude des déplacements de la tortue des bois permet d'identifier des habitats critiques pour celle-ci (Quinn et Tate, 1991). Il semble que la tortue des bois se déplace peu au cours de sa saison active sauf dans le cas de la ponte et de déplacements marginaux. Par déplacements marginaux, on entend déplacements peu fréquents de courte durée dans le but d'accomplir une activité bien définie ou non. Il est préférable de ne pas inclure ces déplacements dans l'estimation de la superficie des domaines vitaux, puisque les inclure résulte parfois en une augmentation de l'étendue des domaines vitaux de l'ordre de 100 à 300 % pour accommoder un événement de courte durée (Kaufmann, 1995).

Des déplacements importants peuvent se produire sur une courte période de temps. Par exemple, on a observé, dans la région de la Mauricie, une femelle qui a parcouru une distance de 2,4 kilomètres aller et retour en une semaine entre

son aire estivale et son site de ponte. Des déplacements importants ont également été observés par Quinn et Tate (1991) vers la fin de l'été. Kaufmann (1995) observe sensiblement le même phénomène et l'attribue à l'apparition des champignons dans les sous-bois qui surgissent à la fin juillet début août et qui constitueraient, selon lui, le met favori de la tortue des bois. Remley et Rhymer (1997) suggèrent que ces mouvements seraient attribuables à la recherche de partenaires sexuels. Ces déplacements sont de plus en association avec les cours d'eau puisque dans toutes les études, un cours d'eau est toujours à proximité des localisations. Par exemple, dans une étude de Kaufmann (1995) 95 % des localisations sont à moins de 300 mètres d'un cours d'eau.

La vitesse maximale de déplacement soutenue au sol est d'environ 0,40 km/h alors qu'elle est de 0,35 km/h dans l'eau (Woods, 1945; Kaufmann, 1995).

Homing

Le homing se définit comme étant la capacité de quitter un habitat et d'y revenir après une durée de temps variable (Alcock, 1993). Le comportement de homing entraîne certains avantages comme la diminution du risque de prédation (connaissance du terrain), diminution des investissements énergétiques (terrier, quête alimentaire) et la connaissance de la valeur réelle du site (Alcock, 1993).

La tortue des bois démontre un fort instinct de « homing » (Harding et Bloomer, 1979). Carroll et Ehrenfeld (1978) ont constaté que 60 % (65/109) des individus relâchés dans un périmètre de 2 km montraient clairement des tendances au homing. Les processus étant susceptibles de contribuer au comportement de homing chez la tortue des bois seraient l'odorat, la topographie et l'apprentissage (Barzilay, 1980). Barzilay (1980) a clairement démontré que l'odorat jouait un rôle dans le comportement de homing, puisque des tortues devenues anosmiques (ayant perdu l'usage de l'odorat) par l'injection de $ZnSO_4$ s'orientaient significativement moins bien que les tortues témoins. Le succès du homing diminue avec la distance et devient presque nul à une distance de plus de 2 km, ce qui laisse présager que la topographie et l'apprentissage pourraient jouer un rôle dans le comportement de homing (Carroll et Ehrenfeld, 1978; Barzilay, 1980). Le magnétisme ne serait pas en cause dans le comportement de homing, puisqu'il n'y avait aucune différence significative entre le succès de homing pour des tortues portant un aimant et les témoins (Barzilay, 1980).

Habitat

Habitats aquatiques

La tortue des bois est toujours retrouvée en association avec des plans d'eau, mais ce degré d'association peut varier en fonction des saisons et de la situation géographique des populations (Harding et Bloomer, 1979). La tortue des bois utilise plusieurs habitats aquatiques comme les rivières, les ruisseaux, les marais, les marécages, les prairies humides et parfois les lacs (Harding et

Bloomer, 1979). Elles semblent cependant avoir une préférence pour les rivières sinueuses, peu larges (5 à 10 m), peu profondes (2 m) et dont le courant varie de faible à modéré (Ernst *et al.*, 1994; Bider et Matte, 1994; Daigle, 1997). Les fonds rocheux et sablonneux de même qu'une eau de bonne qualité semblent également être prisés par la tortue des bois (Ernst *et al.*, 1994).

Durant la saison active, les tortues passent plus de temps à l'eau que dans n'importe quel autre type d'habitat (Kaufmann, 1992; Foscarini, 1994). Les mâles passent significativement plus de temps à l'eau que les femelles, probablement parce que ceux-ci sont constamment à la recherche de congénères femelles et qu'ils cherchent à établir une hiérarchie (Kaufmann, 1992; Foscarini, 1994). La patrouille des cours d'eau augmente la probabilité de rencontre de femelles, puisque ces habitats représentent souvent une faible proportion des habitats disponibles et qu'ils sont utilisés fréquemment (Foscarini, 1994). En effet, les tortues des bois doivent périodiquement retourner à l'eau pour éviter la dessiccation, pour s'accoupler et pour ajuster leur température corporelle lors des journées froides ou chaudes (Foscarini, 1994). Les accouplements ont lieu presque uniquement en milieu aquatique (Harding et Bloomer, 1979; Ernst, 1986; Walde, 1998).

Les habitats aquatiques ne semblent pas être des endroits de prédilection pour ce qui est de l'alimentation, puisque seulement 16,7 % des comportements alimentaires observés par Ernst (1986) étaient en milieux aquatiques. Cependant,

la tortue des bois s'oriente significativement mieux dans des plans d'eau vive que dans n'importe quel autre type d'habitat (Barzilay, 1980).

L'eau est un habitat très important puisque la tortue des bois y passe l'hiver en torpeur. Dans la partie nord de son aire de distribution, la tortue des bois peut passer la moitié de sa vie en hibernation (Ultsch, 1989). La tortue des bois hibernerait au fond des rivières, sous la berge enfouie dans des trous de rats musqués, sous un amas de branchages, dans un étang à castors ou encore dans une fosse de rivière (Bloomer, 1978; Harding et Bloomer, 1979). De plus, Harding, (1990) suggère que la tortue des bois soit intolérante à la pollution de l'eau qu'elle soit d'origine organique, inorganique ou que ce soit un simple surplus de matières en suspension.

Habitats terrestres

Mis à part les tortues du genre *Terrapene* spp. que l'on retrouve sur la portion est des États-Unis, la tortue des bois est la tortue la plus terrestre de la famille des Émydés (Kaufmann, 1992). Dans certaines régions, la tortue des bois s'aventure à plusieurs centaines de mètres des cours d'eau à l'intérieur des peuplements forestiers et sur des terres agricoles (Kaufmann, 1992). La tortue des bois utilise une grande variété de milieux aquatiques et terrestres (Kaufmann, 1992; Daigle, 1997; Saumure, 1997). Il y a cependant une lacune dans la littérature sur l'habitat de la tortue des bois afin de pouvoir faire des comparaisons

entre les habitats utilisés pour chacune des saisons et en fonction de la latitude des différentes populations (Kaufmann, 1992).

Les habitats utilisés par la tortue des bois varient en fonction des saisons et de la géographie (Harding et Bloomer, 1979). Les changements d'habitat entre les saisons pourraient être le résultat de changements des besoins des individus à mesure que l'année progresse (Remley et Rhymer, 1997) ou seraient en relation avec la température de l'air et l'émergence de la végétation (Kaufmann, 1992).

Chronologie de l'utilisation des habitats

Hiver

De la fin du mois d'octobre ou début du mois de novembre jusqu'au mois de mars ou début d'avril, les tortues des bois sont en torpeur dans l'eau sur l'ensemble de l'aire de répartition (Harding et Bloomer, 1979, Kaufmann 1992). Les déplacements et le métabolisme sont réduits au minimum, puisque la température des individus est alors fonction de la température de l'eau (environ 5 °C) (Ernst, 1986; Ultsh, 1989). Farrell et Graham (1991) rapportent que les tortues des bois en dormance ont une température cloacale moyenne de 9,5 °C variant entre 0,0 °C et 28,1 °C. Certains déplacements peuvent cependant survenir l'hiver, puisque Ernst (1986) a observé un déplacement de 10 m en deux jours vers l'amont de la rivière. La torpeur a lieu uniquement en milieu aquatique (Harding et Bloomer, 1979). La tortue des bois tirerait son oxygène de l'eau pendant la torpeur grâce à une respiration buccopharyngienne et périannale (Graham et Forsberg, 1990). Le

principal stimulus qui indiquerait aux tortues d'entrer ou de sortir de la torpeur hivernale serait la température de l'air (Ultsch, 1989).

Les tortues des bois hibernent en groupe, par exemple, de petits groupes de 5 à 12 individus ont été observés dans certaines régions alors que d'autres hibernacula peuvent contenir jusqu'à 70 individus (Bloomer, 1978). Lorsque les hibernacula sont connus, il devient facile de récolter les individus et ainsi de pouvoir dévaster une population en peu de temps (Bloomer, 1978). De là vient l'importance d'accorder une place importante aux hibernacula dans l'étude et la protection d'une population de tortue des bois. D'ailleurs, une étude de Garber et Burger (1995) rapporte que le début du déclin d'une des populations étudiées coïncide avec la construction d'une aire de stationnement sur un hibernaculum.

Printemps

Suite à l'émergence de la torpeur hivernale, les activités de la tortue des bois sont limitées dans les cours d'eau sauf pour quelques sorties occasionnelles afin de se chauffer au soleil sur les berges des plans d'eau (Kaufmann, 1992). La tortue des bois devient plus active au printemps lorsque la température ambiante atteint 14 °C, elle peut alors commencer à se chauffer au soleil pour augmenter son métabolisme (Ernst, 1986). A cette période, les tortues des bois occupent souvent les peuplements d'aulnes rugueux (Kaufmann, 1992). En effet, Kaufmann (1992) note que 46 % des localisations de tortue au mois de mai le sont dans des aulnaies. Au printemps, la fréquence d'accouplement est élevée et les

comportements agonistiques sont plus fréquents (Farrell et Graham, 1991). La ponte a lieu de la fin du printemps jusqu'au début de l'été. L'activité terrestre de la tortue des bois augmente avec la température ambiante (Kaufmann, 1992). Les tortues quittent donc les milieux aquatiques vers la mi-mai pour assumer une existence majoritairement terrestre jusqu'au mois de septembre ou octobre (Farrell et Graham, 1991).

Été

Durant l'été, la tortue des bois utilise une grande variété d'habitats tant aquatiques que terrestres, ce qui est particulièrement important à considérer lors du développement des mesures de conservation (Kaufmann 1992; Remley et Rhymer, 1997.). La tortue des bois se déplace peu au cours de l'été et se confine dans un territoire qu'il convient d'appeler son domaine estival (Remley et Rhymer, 1997). Pendant cette période, les mâles sont plus souvent à l'eau que les femelles (Kaufmann, 1992; Foscarini, 1994), et ces dernières s'aventurent plus loin à l'intérieur des terres que les mâles (Foscarini, 1994). Lorsque la température devient trop élevée au cours de l'été, la tortue des bois peut entrer en torpeur estivale (Ernst, 1986). Ce phénomène est cependant peu fréquent, puisque la tortue des bois maintient sa température corporelle largement sous la température critique de l'espèce qui est de 41,3 °C (Hutchinson *et al.*, 1966).

Automne

Au cours de l'automne, les tortues des bois retournent massivement vers les plans d'eau (Kaufmann, 1992; Foscarini, 1994). Les tortues semblent se regrouper dans les plans d'eau à ce moment pour une période plus intense d'accouplement (Walde, 1998), pour la recherche d'un site d'hibernation et pour contrer la baisse de la température de l'air (Kaufmann, 1992, Foscarini, 1994). Le retour à l'eau se produit en moyenne vers le mois de septembre. Au mois d'octobre, alors que la température est de 10 °C ou moins durant la nuit, 91 % et plus des tortues retournent ou restent dans les plans d'eau (Kaufmann, 1992). Lors des journées chaudes de l'automne, les tortues des bois peuvent se hisser sur les berges pour se faire chauffer au soleil. La température la plus basse à laquelle des individus ont été aperçus se chauffant au soleil est de 14 °C pour les mâles et de 16,8 °C pour les femelles (Ernst, 1986). Les tortues entrent en dormance vers le mois d'octobre pour n'en sortir qu'au mois de mars ou d'avril (Ernst *et al.*, 1994).

Sélection d'habitat

La disponibilité d'une ressource est la fraction de cette ressource qui est accessible à l'animal (Johnson, 1980). La sélection est le processus qui amène l'animal à faire usage de la fraction disponible (Johnson, 1980). On dit que la ressource est sélectionnée lorsque l'usage de cette ressource est en disproportion à sa disponibilité (Johnson, 1980).

La sélection d'habitat peut être évaluée à plusieurs échelles dépendamment des objectifs visés (Figure 3). L'occupation d'une aire de distribution géographique par une espèce donnée constitue une sélection de premier ordre (Owen, 1972). L'utilisation d'une aire d'activité (domaine vital) bien précise pour chaque animal à l'intérieur de l'aire de répartition constitue une sélection de second ordre (Owen, 1972). L'usage de chaque d'habitat présent à l'intérieur du domaine vital constitue une sélection de troisième ordre alors que l'utilisation d'une ressource précise pour une activité donnée à l'intérieur d'un habitat constitue une sélection de quatrième ordre (Owen, 1972).

Un article écrit par Thomas et Taylor (1990) fait une revue de 54 articles traitant de la sélection d'habitats ou de ressources. Les auteurs concluent qu'il y a principalement trois types de patron d'étude sur la sélection.

Le premier patron a comme prémisse que l'abondance des ressources est la même pour tous les individus à l'intérieur de l'aire d'étude. L'utilisation des différentes ressources ou habitats est estimée en fonction de la disponibilité de ces ressources à l'intérieur de l'aire d'étude pour l'ensemble des individus de la population étudiée. On se base sur des inventaires ou des traces de présences d'individus (fèces, pistes) pour estimer l'utilisation des différentes ressources.

Le deuxième patron possède la même prémisse que le premier patron sauf que l'utilisation des différentes ressources ou habitats est estimée en fonction de l'utilisation de ces ressources à l'intérieur de l'aire d'étude pour quelques individus marqués et suivis sur une base régulière.

Dans le troisième modèle, l'utilisation des ressources et la disponibilité des ressources sont estimées pour quelques individus marqués et suivis sur une base régulière. La disponibilité des ressources est donc évaluée à l'intérieur de chacun des domaines vitaux contrairement aux deux patrons précédents où la disponibilité des ressources était évaluée sur l'ensemble de l'aire d'étude.

La sélection d'habitat chez la tortue des bois à l'intérieur de son domaine vital est un aspect mal compris de son écologie (McCurdy, 1995). Avant que des mesures de conservation et de gestion ne soient envisagées, il est important que des études soient menées sur le phénomène de la sélection d'habitat chez la tortue des bois (McCurdy, 1995). La tortue des bois adulte n'utilise pas les habitats en fonction de leur disponibilité (Kaufmann, 1992; Foscarini, 1994). De plus, Brewster et Brewster (1991) sous-entendent également que l'utilisation des habitats n'est pas aléatoire chez des tortues des bois juvéniles. Foscarini (1994) rapporte que 65,6 % des localisations des mâles étaient à l'eau contre 26 % pour les femelles alors que ce type d'habitat représente seulement 7,1 % du territoire.

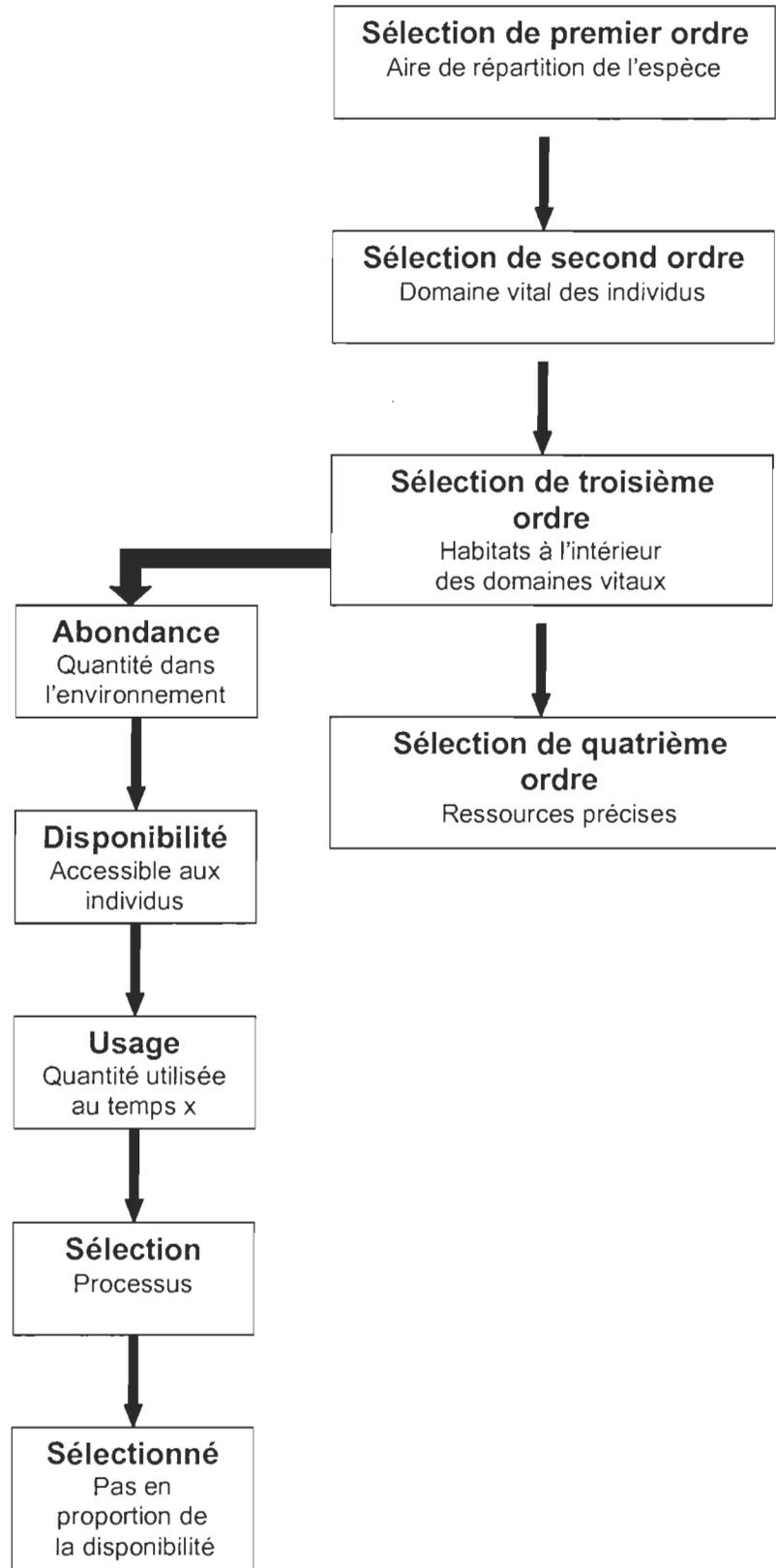


Figure 3 : Schéma illustrant les différentes échelles de sélection d'habitat (modifié de Owen, 1972).

CHAPITRE 1

ÉTUDE DES DOMAINES VITAUX ET DES DÉPLACEMENTS DE LA TORTUE DES BOIS (*CLEMMYS INSCULPTA*) AU NORD DE L'AIRE DE RÉPARTITION DE L'ESPÈCE : RÉGION DE LA MAURICIE, QUÉBEC, CANADA.

Par

Martin Arvisais¹, Jean-Claude Bourgeois²⁻³ et Esther Lévesque¹⁻³

¹ *Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières
C.P. 500, Trois-Rivières (Québec)
G9A 5H7, Canada*

² *Société de la faune et des parcs du Québec
5575, St-Joseph
Trois-Rivières (Québec)
G8Z 4L7, Canada*

³ *Auteurs auxquels vous devez adresser la correspondance*

Tél. : (819) 376-5053

Esther_Levesque@uqtr.quebec.ca

Jean-Claude.Bourgeois@mef.gouv.qc.ca

Martin.Arvisais@tr.cgocable.ca

RÉSUMÉ

Nous avons étudié les domaines vitaux, les déplacements minimums hebdomadaires et la fidélité d'utilisation des sites pour 20 tortues des bois (*Clemmys insculpta*) au nord de l'aire de répartition de l'espèce dans la région de la Mauricie, Québec, Canada. En 1996 et 1997, l'étendue moyenne des domaines vitaux était de 20,5 ha et de 17,4 ha par la méthode du polygone convexe ajusté. L'étendue des domaines vitaux est plus grande en Mauricie que dans le reste de l'aire de répartition de l'espèce et augmente en fonction de la latitude. Les déplacements minimums hebdomadaires étaient de 176,0 m en 1996 et de 195,3 m en 1997. Le patron des déplacements suggère l'existence de migrations saisonnières de certaines femelles entre leur site de ponte et leur aire vitale. Il y a une grande variabilité observée dans les déplacements qui s'expliquerait par l'existence de périodes d'activité saisonnières et/ou par l'hétérogénéité des perturbations humaines sur l'aire d'étude. Les tortues des bois étaient fidèles à l'utilisation des mêmes sites entre les années, puisqu'il y a un chevauchement moyen de 62,4 % entre les domaines vitaux des saisons 1996 et 1997. De plus, dans 88,8 % des cas, il n'y a aucune différence significative dans la position du centroïde des localisations pour les deux saisons. Les distances moyennes séparant chacune des localisations au plan d'eau cartographié le plus proche sont respectivement de $63,0 \pm 86,7$ m et de $58,6 \pm 93,1$ m en 1996 et 1997. Les résultats de cette étude suggèrent qu'il y a des variations dans l'utilisation du milieu en fonction des populations, de la latitude et des périodes d'activité saisonnières.

Mots clés : Tortue des bois; nord de la répartition; domaines vitaux; déplacements; fidélité; migration saisonnière; bande riveraine; conservation.

INTRODUCTION

La tortue des bois se distribue en petites populations dispersées de façon irrégulière entre l'Ontario et l'est de la Nouvelle-Écosse, du sud du Québec au nord-est des États-Unis (Ernst *et al.*, 1994). Les activités humaines ont causé la disparition de populations de tortue des bois sur une bonne partie de l'aire de répartition de l'espèce au cours des dernières décennies (Harding et Bloomer, 1979; Garber et Burger, 1995). Les principales causes du déclin et de la disparition de populations de tortue des bois sont : le commerce et la collecte illégale de l'espèce, la destruction et la fragmentation des habitats ainsi que la pratique d'activités récréatives au sein d'habitats abritant des tortues des bois (Harding et Bloomer, 1979; Garber et Burger, 1995).

En 1992, la tortue des bois a été inscrite sur l'appendice II de la Convention sur le commerce international des espèces de la faune et de la flore menacées d'extinction (CITES; Buhlmann, 1993). Aux États-Unis, la tortue des bois possède un statut officiel de protection dans la majorité des États où on la retrouve (Litzgus et Brooks, 1996). Au Canada, cette dernière a été désignée vulnérable en 1996 par le Comité d'étude sur le statut des espèces menacées de disparition au Canada (CSEMDC; Litzgus et Brooks, 1996). Au Québec, la tortue des bois est sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables

(Beaulieu, 1992). Un rapport de situation de l'espèce publié en février 1999 suggère de lui attribuer le statut d'espèce vulnérable (Galois et Bonin, 1999).

Un domaine vital peut se définir comme étant la superficie à l'intérieur de laquelle se déplace un animal pour accomplir ses activités journalières (Jewell, 1966). L'étude des domaines vitaux et des déplacements permet de mieux comprendre le comportement d'une espèce face à son utilisation du milieu. La relation entre cette utilisation et l'espace disponible permet d'identifier les habitats critiques pour l'espèce (Jewell, 1966, Thomas et Taylor, 1989; Quinn et Tate, 1991). Les domaines vitaux et les déplacements chez la tortue des bois ont été abordés par plusieurs auteurs (Carroll et Ehrenfeld, 1978; Harding et Bloomer, 1979; Barzilay, 1980; Strang, 1983; Ross *et al.*, 1991; Quinn et Tate, 1991; Foscarini, 1994; Kaufmann, 1995). D'après ces études, la tortue des bois concentre ses activités sur une superficie relativement réduite (0,25 à 24,3 ha) en association avec les cours d'eau. Ses déplacements, quoique très variables, sont généralement peu importants en dehors de la période de ponte. Il semblerait également que les tortues des bois démontrent une grande fidélité dans l'utilisation de leur aire vitale (Carroll et Ehrenfeld, 1978; Harding et Bloomer, 1979, Strang, 1983; Kaufmann, 1995).

La population étudiée peut être considérée comme importante au Canada de par son nombre d'individus (191 à 285 individus adultes) (Walde, 1998) et sa situation nordique dans l'aire de répartition de l'espèce. En effet, cette population est la plus nordique à avoir été étudiée jusqu'à ce jour. Cette situation géographique est susceptible d'influencer l'amplitude des déplacements (Harestad et Bunnell, 1979) et, par le fait même, l'étendue des domaines vitaux. Il devient donc important d'étudier ces deux paramètres afin de pouvoir développer des mesures de gestion des habitats adaptées à l'échelle de ce que les individus utilisent.

Ce projet vise à faire l'étude des domaines vitaux (taille, chevauchement) et des déplacements (amplitude, orientation) pour une population de tortue des bois située au nord de l'aire de répartition de l'espèce. De plus, nous déterminerons s'il y a fidélité dans l'utilisation des sites d'années en années et étudierons la relation existant entre les tortues et les principaux plans d'eau. L'acquisition de ces connaissances a un impact direct sur les mesures de conservation envisageables pour la population à l'étude, mais également pour d'autres populations de tortue des bois.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

L'aire d'étude de 500 hectares se trouve dans la région de la Mauricie, Québec, Canada aux abords d'une petite rivière (portion de 9 km) et de ses tributaires. L'emplacement exact du site d'étude n'est pas dévoilé conformément aux recommandations de conservations formulées par Litzgus et Brooks (1996). La rivière à l'étude est très sinueuse, d'une largeur de 5 à 10 mètres et d'une profondeur variant de quelques centimètres à deux mètres. L'eau y est claire, de bonne qualité et son lit est de rocheux à sablonneux. Même si on retrouve des perturbations humaines sur l'aire d'étude, cette dernière est relativement peu perturbée comparativement aux sites des autres populations qui ont été étudiées jusqu'à maintenant, et les perturbations sont surtout représentées par des zones d'habitation, des coupes forestières et une gravière exploitée. On ne retrouve aucune perturbation agricole le long de la rivière à l'étude. La partie basse de l'aire d'étude est dominée par des peuplements d'aulnes rugueux (*Alnus rugosa*) en association avec les plans d'eau. On rencontre également plusieurs autres groupements comme des sapinières, des peupleraies (*Populus tremuloides*) et des pessières (*Picea* sp.). Les marais, les marécages et les étangs à castors sont abondants et fréquentés par la tortue des bois (cf. chap. 2).

Échantillonnage

Les tortues ont été capturées à la main ou à l'aide d'une époussette entre le 9 et le 23 mai 1996. Les captures ont été effectuées par un groupe de personnes qui marchaient le long des rives sur une largeur de 10 mètres et d'une ou deux personnes qui marchaient ou canotaient au milieu de la rivière à la recherche d'individus situés sur les rives ou dans l'eau. L'âge a été estimé sur le terrain en comptant les annuli de croissance des écailles de la carapace (Harding et Bloomer, 1979; Kaufmann, 1992; Brooks *et al.*, 1992). Nous avons également déterminé la masse (Balance à ressort Pesola, ± 50 g), la longueur maximale du plastron et de la carapace (vernier forestier, ± 1 mm, Haglof) et le sexe d'après la concavité du plastron et les caractères sexuels secondaires (Harding et Bloomer, 1979). Chaque individu a été identifié en limant les écailles marginales de la carapace selon un code préétabli (Cagle, 1939).

Des 39 individus capturés, 20 adultes (> 180 mm) (Walde, 1998) ont été sélectionnés en tenant compte du lieu de capture et d'une distribution relativement homogène des individus de chaque sexe sur l'aire d'étude afin de s'assurer de ne pas effectuer le suivi sur une sous-population ou sur un petit groupe d'individus utilisant les mêmes habitats. Ces dernières ont été équipées d'un émetteur Holohil modèle AI-2M(4) mesurant $4,7 \times 1,7$ cm, pesant 28,5 g et muni d'une antenne flexible de 30 cm. Les émetteurs ont été vissés sur la marge non vascularisée des écailles marginales de la carapace; derrière la tête pour les 14 femelles et sur la

partie postérieure de la carapace pour les 6 mâles. Cette précaution a été prise afin de s'assurer que les émetteurs ne nuiraient pas aux accouplements. Les émetteurs ne semblaient pas nuire aux mouvements des tortues et représentaient seulement 2,7 % de la masse moyenne des individus. Les tortues ont par la suite été libérées à l'endroit où elles avaient été capturées (± 1 m). Le sexe ratio de la population est de 1:1 (Walde et Bider, 1999) et la disproportion du nombre de mâles et de femelles suivis dans le cadre de cette étude s'explique par le fait qu'a priori, l'étude visait l'identification de sites de ponte.

Suivi télémétrique

Les tortues ont été localisées sur une base hebdomadaire entre le 15 mai et le 15 novembre 1996 et 1997 à l'aide d'un récepteur ATS R2000 et d'un Lotek suretrack 2000 tous deux munis d'une antenne Telonic à trois éléments. Nous avons obtenu un total de 812 localisations, soit 404 en 1996 et 408 en 1997. Pour l'année 1996, les localisations télémétriques ont été transposées sur une carte numérique 1:20 000 et les coordonnées ont été extraites. L'erreur associée aux coordonnées extraites des cartes a été évaluée à environ 25 m en effectuant des comparaisons entre les coordonnées de localisations positionnées manuellement sur une carte et les coordonnées obtenues avec un appareil GPS. Pour 1997, une coordonnée géographique (UTM, NAD83) a été prise à chacune des localisations avec un appareil GPS de type Trimble Geoexplorer I avec lequel on obtient une précision de moins de trois mètres après correction différentielle. La correction s'est effectuée avec le logiciel Pathfinder Office à partir des données d'une base

localisée à l'Université du Québec à Trois-Rivières 46° 20' 52.1" N et 72° 34' 35.5" S située à moins de 50 km de notre aire d'étude.

Périodes d'activité

Pour faire des comparaisons de différents phénomènes dans le temps, nous n'avons pas utilisé les mois ou les saisons, mais plutôt la notion de périodes d'activité. En effet, l'écologie de l'espèce et le patron général de déplacement des individus nous permettent d'identifier quatre périodes d'activité bien distinctes caractérisées par des comportements particuliers et une utilisation différente des habitats disponibles (*cf.* chap. 2). Des périodes d'activité similaires ont déjà été utilisées par Remley et Rhymer (1997) et Walde et Bider (1998). D'autres auteurs font référence à l'existence de "seasonal range" et d'utilisation différentielle des habitats dans le temps (Harding et Bloomer, 1979; Quinn et Tate, 1991).

Dans cette étude, la première période d'activité que nous avons considérée est la période de sortie d'hibernation (*prenesting*). Cette dernière se situe entre le début mai et le 1^{er} juin et est caractérisée par des déplacements de faibles importances en association avec les plans d'eau. Les individus passent la majeure partie de leur temps à se chauffer au soleil sur les berges de la rivière. La deuxième période d'activité est la période de ponte (*nesting*). Cette période se situe entre le 2 juin et le 13 juillet (date de la première tortue à se déplacer en direction du site de ponte et de la dernière tortue à revenir à son site estival) et inclut les déplacements orientés vers les sites de ponte, la ponte et les

déplacements de retour au point de départ (Walde, 1998). La troisième période d'activité est la période estivale (postnesting). Cette dernière se caractérise par une utilisation des habitats tant aquatiques que terrestres et des déplacements très variables entre les individus. Il s'agit d'une période d'alimentation intensive de la tortue des bois qui s'étale du 14 juillet au 26 septembre (date de la dernière tortue à revenir à son site estival après la ponte, et de la dernière tortue à regagner le milieu aquatique). Finalement, la dernière période d'activité est la période de pré-hibernation (prehibernation) caractérisée par un retour massif des individus à la rivière, un pic d'accouplement automnal et une cessation presque complète des déplacements. Cette période s'étale du 27 septembre jusqu'à l'entrée en torpeur hivernale (mi-novembre).

Domaines vitaux et déplacements

L'étendue des domaines vitaux a été évaluée avec la méthode du polygone convexe (95 %) (MPC, Mohr, 1947) et avec la méthode du « polygone convexe ajusté » (MPCa) qui est inspirée de méthodes existantes (White et Garrot, 1990).

La MPC est une méthode qui est couramment utilisée pour estimer la superficie des domaines vitaux. De façon générale, elle consiste à relier les points situés à la périphérie de la série de localisations en excluant 5 % des localisations (localisations les plus éloignées). Dans le cadre de notre étude, cette méthode a été utilisée pour fins de comparaison avec la littérature.

La MPCa consiste à utiliser un pourcentage de localisations adapté à chacun des individus afin d'éliminer toutes les localisations faisant partie des déplacements vers le site de ponte et les déplacements marginaux à l'extérieur du domaine vital. Par déplacement marginal, on entend un déplacement relativement important à l'extérieur du domaine vital, de courte durée et peu fréquent dans le but d'accomplir une activité plus ou moins bien définie comme des excursions ou les déplacements vers le site de ponte. Comme ces déplacements constituent parfois plus de 5 % des localisations, l'utilisation de la MPCa permet de mieux circonscrire la surface utilisée sur une base régulière. En effet, ces déplacements ne doivent pas être inclus dans l'évaluation de l'étendue des domaines vitaux, puisqu'ils peuvent faire varier l'étendue de ces derniers de 100 à 300 % pour accommoder un événement de courte durée qui arrive peu souvent au cours d'une année (Burt, 1943; Jewell, 1966; Kaufmann, 1995). Dans le cadre de notre étude, cette méthode a été utilisée afin de circonscrire de façon précise la superficie utilisée de façon intensive afin d'étudier la sélection d'habitat à l'intérieur des domaines vitaux.

Le logiciel Calhome (1990) a été utilisé pour faire le calcul de l'étendue des domaines vitaux et des déplacements minimums hebdomadaires.

Fidélité d'utilisation des sites

Pour déterminer s'il y avait une fidélité dans l'utilisation des sites pour les saisons 1996 et 1997, nous avons superposé les domaines vitaux de ces deux saisons sur une carte topographique (1:20 000) numérisée dans le logiciel Softmap 3.0. Nous avons mesuré quelle était la superficie commune entre ces deux années et calculé le pourcentage de chevauchement entre les domaines vitaux de 1997 et 1996. Nous avons également déterminé si le centroïde des localisations de ces deux saisons était au même endroit avec un test de Lawley-Hotelling (White et Garrot, 1990).

Distance au plan d'eau le plus proche

La distance séparant chacune des localisations au plan d'eau cartographié le plus proche a été évaluée avec l'aide du logiciel Softmap 3.0 et d'une mosaïque d'orthophotos infrarouges 1:15 000. Une mosaïque d'orthophotos est un assemblage de photographies aériennes digitalisées dont les différentes distorsions inhérentes à la prise de photographies aériennes sont considérées et corrigées à l'aide de points de contrôle pris sur le terrain. Les localisations hebdomadaires ont été superposées sur les orthophotos et nous avons évalué la distance linéaire séparant chacune des localisations au plan d'eau le plus proche. Les plans d'eau qui ont été considérés sont la rivière et ses principaux tributaires.

Analyses statistiques

La normalité des données a été testée avec un test de Lillefors alors que l'homogénéité des variances a été vérifiée avec un test de Levene (Scherrer, 1984). Si l'une des deux conditions d'application n'était pas respectée, nous procédions à une transformation des données pour tenter d'obtenir la normalité et l'homoscedasticité des données.

L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour déterminer s'il y avait des différences dans l'étendue des domaines vitaux entre les sexes (Scherrer, 1984). Un test de " *t* " pairé a permis de vérifier s'il y avait des différences significatives dans l'étendue des domaines vitaux entre les saisons 1996-1997 et entre les deux méthodes utilisées. La corrélation de Spearman a été utilisée afin de déterminer s'il y avait une corrélation entre la masse des individus et la superficie des domaines vitaux. Un test de Lawley-Hotelling a été utilisé pour déterminer si le centroïde des localisations de chacun des individus pour les saisons 1996 et 1997 était au même endroit (White et Garrot, 1990). Deux individus ont été éliminés de cette analyse puisque pour une des deux saisons, le nombre de localisations n'était pas suffisant pour prétendre faire une estimation des domaines vitaux représentative de la saison ($n = 0$ pour certaines périodes d'activité). La distance séparant chacune des localisations au plan d'eau le plus proche a été comparée entre les sexes par une ANOVA et entre les années avec un test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Nous avons utilisé un test non-paramétrique de U Mann-Whitney pour comparer l'importance des déplacements minimums hebdomadaires

(DMH) entre le sexe et entre les saisons 1996 et 1997. Le logiciel Systat 7.0 a été utilisé pour faire le calcul des tests et analyses statistiques.

RÉSULTATS

Domaines vitaux

Pour les saisons 1996 et 1997, nous avons obtenu une moyenne de 22 localisations par individu. Les superficies moyennes des domaines vitaux par la méthode du polygone convexe (MPC; 95 %) étaient de 27,2 ha en 1996 (min. = 3,2 ha, max. = 122,1 ha) et de 29,3 ha en 1997 (min. = 1,4 ha, max. = 131,8 ha; Tableau 1). Les superficies moyennes obtenues par la méthode du polygone convexe ajustée (MPCa) étaient respectivement de 20,5 ha (min. = 3,3 ha, max. = 107,6 ha) et de 18,6 ha (min. = 1,4 ha, max. = 54,1 ha) pour les saisons 1996 et 1997. Pour la MPCa nous avons conservé en moyenne $95,1 \pm 5,8$ % des localisations en 1996 et $90,8 \pm 8,9$ % en 1997. La superficie des domaines vitaux était significativement différente entre les deux méthodes pour la saison 1996 ($t = 2,33$; $P < 0,05$) mais pas pour la saison 1997 ($t = 1,86$; $P > 0,05$). Selon les deux méthodes, il n'y avait pas de différence significative entre l'étendue des domaines vitaux et le sexe des individus (ANOVA $P > 0,05$; $F = 0,102$; en 1996; $F = 0,103$; $P > 0,05$ en 1997 pour MPC et $F = 0,154$ en 1996; $F = 0,001$ en 1997). Il n'y avait pas de corrélation significative entre la masse des individus et l'étendue des domaines vitaux pour les deux saisons pour

la MPC ($r_s = 0,052$; $P > 0,05$ et $r_s = 0,005$; $P > 0,05$) et la MPCa ($r_s = 0,015$; $P > 0,05$ et $r_s = 0,124$; $P > 0,05$).

Déplacements

Les déplacements minimums hebdomadaires moyens (DMH) étaient de 176,0 m (min. = 0, max. = 2838,2) en 1996 et de 195,3 m (min. = 0, max. = 1556,4) en 1997. Il n'y avait aucune différence significative entre les DMH de ces deux saisons (test de t pour échantillons indépendants, $t = -1,216$; $P > 0,05$). Il n'y avait aucune différence significative entre l'importance des DMH et le sexe pour les saisons 1996 et 1997 (test U Mann-Withney, $z = -0,379$; $P > 0,05$ en 1996 et $z = -0,261$; $P > 0,05$ en 1997).

Le déplacement le plus important au cours de la saison 1996 a été effectué par la femelle #18 qui a parcouru une distance de 2291 m en neuf jours (~255 m par jour) entre son site de ponte et son aire estivale. Cette tortue n'a pas été suivie au cours de la saison 1997. En 1997, le déplacement le plus important était de 1546 m en six jours (~258 m par jour) par la femelle #27 qui se rendait à son site de ponte. Les femelles #28, #78 et #97 ont également parcouru des distances impressionnantes (plus de 1000 m) en environ une semaine pour se rendre à leur site de ponte en 1996 et 1997. Plusieurs autres individus ont effectué des déplacements importants (plus de 500 m) à la fin de l'été ou au début de l'automne pendant les deux années.

Plusieurs tortues possédaient le même patron de déplacement entre les saisons 1996 et 1997, ce qui suggère l'existence d'une migration saisonnière telle qu'observée par Quinn et Tate (1991). Par exemple, la tortue #97 démontrait une excellente synchronisation de ses déplacements entre les deux saisons (Figure 4).

Il y avait des variations significatives dans l'importance des déplacements en fonction des périodes d'activité définies à partir de l'écologie et des déplacements de l'espèce pour les années 1996 et 1997 (ANOVA; $P < 0,001$). Les déplacements moyens étaient respectivement de $117,4 \pm 133,4$ m et de $110,4 \pm 223,8$ m en 1996 et 1997 pour la période de sortie d'hibernation alors qu'ils étaient maximaux pour la période de ponte ($371,0 \pm 508,9$ m et $320,0 \pm 297,2$ m). Les déplacements moyens en période estivale étaient de $146,1 \pm 241,2$ m et de $192,2 \pm 252,7$ m alors qu'ils étaient de $62,9 \pm 85,63$ m et de $109,01 \pm 250,7$ m pour la période de pré-hibernation pour les années 1996 et 1997.

Fidélité d'utilisation des sites

Les domaines vitaux des saisons 1996 et 1997 avaient un chevauchement moyen de $62,4 \pm 25,7$ % (min. = 4,5 %, max. = 98,8 %) (Tableau 3). Une analyse de Lawley-Hotelling a révélé que 88,8 % des tortues pour lesquelles nous avons des localisations bien réparties pour les deux saisons ($n = 18$) possédaient un centroïde qui n'était pas significativement différent entre 1996 et 1997 (Tableau 3). Deux tortues ont été éliminées de cette analyse parce qu'il nous a été impossible

de les localiser sur une longue période de temps à cause de bris d'émetteurs. Les tortues #2, #74 et #97 avaient un centroïde différent entre les deux saisons en raison de la forme allongée des domaines vitaux. Il n'en demeure pas moins que ces trois tortues occupaient sensiblement la même aire vitale entre les deux années.

Distance au plan d'eau le plus proche

Les distances moyennes séparant chacune des localisations au plan d'eau cartographié le plus proche ne variaient pas entre 1996 et 1997 (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 95,9$, $P > 0,05$; Figure 5) et étaient de $63,0 \pm 86,7$ m (min. = 0, max. = 493 m) en 1996 et de $58,6 \pm 93,1$ m (min. = 0, max. = 475 m) en 1997. Pour les années 1996 et 1997, des bandes riveraines de 350 m et 500 m englobaient respectivement 99 % et 100 % des localisations hebdomadaires. Il n'y avait pas de différence significative entre la distance séparant les localisations des tortues au plan d'eau le plus proche et le sexe des individus pour les années 1996 et 1997 (Kruskal-Wallis, $\chi^2 = 95,6$; $P > 0,05$). Il y avait une différence significative entre la distance séparant les localisations au plan d'eau cartographié le plus proche et les localisations retrouvées à l'intérieur des différentes périodes d'activité successives pour les années 1996 et 1997 (ANOVA, $P < 0,001$; Figure 5). Aucune différence n'a été détectée entre les femelles et les mâles quant aux distances séparant chacune des localisations au milieu aquatique le plus proche et l'orientation des domaines vitaux par rapport à l'axe de la rivière.

DISCUSSION

Domaines vitaux

L'étendue des domaines vitaux était très variable entre les individus et ce pour les deux méthodes employées. Le calcul de la méthode du polygone convexe (MPC; 95 %) permet de comparer nos résultats avec ceux d'autres études ayant utilisé cette méthode. En effet, nous considérons que la MPC 95 % surestime l'étendue des domaines vitaux, en incluant dans 33 % des cas dans le cadre de notre étude, des localisations faisant partie des déplacements vers le site de ponte ou encore des excursions hors du domaine vital. Lorsque nous incluons ces déplacements, l'étendue des domaines vitaux augmente de 100 % à 350 %, ce qui est comparable à ce qu'a obtenu Kaufmann (1995) pour une population de tortue des bois de Pennsylvanie.

La MPCa permet d'éliminer de façon subjective toutes les localisations faisant partie de la période de ponte et les déplacements inhabituels hors du domaine vital. L'utilisation de cette méthode demande une bonne connaissance de l'écologie de l'espèce afin d'optimiser le choix des localisations à éliminer pour l'estimation des domaines vitaux. De plus, cette méthode rend difficile la comparaison de l'étendue des domaines vitaux entre les individus. En effet, on ne peut pas comparer l'étendue des domaines vitaux entre les individus si on utilise pas la même proportion de localisations.

Cependant, dans le cadre du projet, l'objectif n'était pas de comparer l'étendue des domaines vitaux entre les individus, mais bien de cerner la superficie utilisée sur une base régulière pour faire l'étude de la sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux (*cf.* chap.2). Cette deuxième technique fournit un meilleur aperçu de la surface qui est utilisée sur une base régulière pour accomplir les activités journalières conformément à la définition du domaine vital de Jewell (1966). Nous avons donc considéré la méthode du polygone convexe ajustée comme étant le meilleur estimateur de l'étendue des domaines vitaux chez la tortue des bois.

Plusieurs études antérieures ont estimé l'étendue des domaines vitaux de la tortue des bois. Malgré le fait que cette estimation varie selon les méthodes employées, le nombre d'individus suivis, le nombre de localisations par individu et la période de suivi, il apparaît important de comparer nos résultats avec ceux obtenus par d'autres études (Tableau 2). Les comparaisons que nous avons faites avec la littérature se basent surtout sur la méthode du polygone convexe (MPC 95 %), puisque c'est la méthode qui a été privilégiée par la majorité des auteurs qui ont étudié les domaines vitaux chez la tortue des bois. Il est hasardeux de faire des comparaisons entre des méthodes différentes ou lorsque la taille des échantillons est différente, puisque cela peut donner des résultats significativement différents (Gallerani et Rodgers, 1994; Jennrich et Turner, 1968). Il faut donc demeurer prudent dans l'interprétation de ces résultats.

On remarque que les domaines vitaux des tortues de la région de la Mauricie sont plus grands que ceux des autres populations étudiées et ils possèdent des écarts-types plus grands qui reflètent une variabilité du territoire occupé entre les individus (Tableau 2). L'étendue des domaines vitaux des autres populations étudiées est beaucoup plus réduite et moins variable qu'en Mauricie. Il n'y a que les résultats obtenus par Quinn et Tate (1991) et tout récemment par Smith (1999) dans le Parc Algonquin en Ontario qui sont comparables à nos résultats. Ces populations, de la Mauricie et du Parc Algonquin, sont les plus septentrionales à avoir été étudiées sur l'aire de répartition de la tortue des bois et il semble qu'une augmentation en latitude soit associée à une augmentation de la taille des domaines vitaux.

L'augmentation de la latitude est souvent associée à une diminution de la productivité primaire des milieux : on peut donc s'attendre à ce que le domaine vital d'une espèce donnée augmente avec la latitude (Harestad et Bunnell, 1979). En effet, dans les habitats de forte productivité, les animaux ont des domaines vitaux plus petits que les animaux vivants dans des habitats de faible productivité. La difficulté à atteindre leurs exigences énergétiques en milieu plus pauvre peut expliquer les déplacements importants (quête alimentaire) et l'étendue des domaines vitaux plus élevée (Harestad et Bunnell, 1979; Kaufmann, 1995). La figure 6 illustre bien la relation existant entre l'étendue des domaines vitaux et la latitude chez la tortue des bois. La superficie des domaines vitaux varie donc en

fonction de la latitude (Harding et Bloomer, 1979). D'où l'importance de tenir compte de ce paramètre dans l'élaboration de mesures de conservation.

Déplacements

Les déplacements minimums journaliers (DMJ) observés dans la région de la Mauricie sont comparables avec ce qui a pu être observé jusqu'à présent (25,1 et 27,9 m pour 1996 et 1997). Strang (1983) a observé des (DMJ) de $139 \text{ m} \pm 81$ en Pennsylvanie alors que Ross *et al.* (1991) rapportent des DMJ de $41,9 \text{ m} \pm 40,5$ pour des mâles et de $27,4 \text{ m} \pm 26,3$ pour des femelles du Wisconsin.

On retrouve une grande variabilité dans l'amplitude des déplacements entre les individus de la Mauricie (0 à 2838 m de DMH en 1996). Certains individus se déplacent peu et on les retrouve près du lieu de capture dans un petit domaine vital alors que d'autres individus parcourent de grandes distances à l'intérieur d'un grand domaine vital. Harding et Bloomer (1979) rapportent que 63,8 % ($n = 30$) de leurs recaptures étaient à moins de 150 m du point de capture original alors que Carroll et Ehrenfeld (1978) ont régulièrement recapturé des individus sur une surface ayant un axe de 30-50 m ce qui laisse supposer des domaines vitaux relativement restreints. A l'opposé, il n'y a que l'étude de Quinn et Tate (1991) qui rapporte des déplacements importants à l'intérieur de vastes domaines vitaux suggérant que la tortue des bois soit plus mobile que ce que rapportent les autres études.

L'importance et l'hétérogénéité des déplacements en Mauricie pourraient s'expliquer par l'existence de périodes d'activité saisonnières pour certains individus qui n'arrivent pas à combler leurs besoins sur de petites surfaces. L'utilisation des habitats et l'importance des déplacements varieraient donc en fonction des différentes périodes d'activités saisonnières que l'on retrouve à l'intérieur de la saison active de la tortue des bois. Par exemple, les tortues #5, #6, #26 et #27 passent l'automne et l'hiver dans des sites qui sont relativement éloignés de leur site estival. Cela suggère une fragmentation dans l'utilisation des domaines vitaux et que certaines zones correspondent à une zone d'activité intensive visant l'accomplissement d'un comportement ou d'un besoin précis.

Une autre hypothèse pour expliquer ce phénomène serait l'hétérogénéité des perturbations humaines que l'on retrouve sur l'aire d'étude. En effet, les tortues #2, #5, #6, #26 et #27 qui se retrouvent sur les portions les plus perturbées de l'aire d'étude ont de grands domaines vitaux et parcourent de grandes distances.

La tortue des bois est sensible au dérangement et possède une tolérance modérée aux perturbations humaines (Harding et Bloomer, 1979; Harding, 1990; Garber et Burger, 1995). La fréquence des dérangements, étant susceptible d'être plus élevée en milieu perturbé que dans le reste de l'aire d'étude, pourrait

expliquer l'importance des déplacements et par le fait même, la taille des domaines vitaux.

La variation de l'importance des déplacements en fonction des différentes périodes d'activité était prévisible. En effet, le comportement nous permettant de bien identifier trois des quatre périodes d'activité est la ponte qui est associée à des déplacements importants. Les différences significatives observées pour les différentes périodes d'activité sont donc surtout occasionnées par les déplacements observés pour la période de ponte. L'utilisation de périodes d'activité pour l'ensemble de nos individus nous a permis de faire ressortir certaines informations mais comporte tout de même quelques inconvénients. Des 20 individus suivis par télémétrie, nous avons sept femelles pour lesquelles nous sommes assurés de la ponte. Le comportement de ces femelles nous a permis de bien isoler la période de ponte (2 juin au 13 juillet) que nous avons utilisée dans nos analyses pour l'ensemble de nos individus. Pour ce qui est des neuf autres femelles, nous ne sommes pas certains qu'elles aient toutes pondu même si plusieurs démontrent clairement le même type de patron de déplacements que celles ayant pondu (Montour, 1998). Regrouper tous les individus dans le même intervalle de temps (période de ponte) pour faire les analyses comporte donc un certain biais qui pourrait être évité en traitant les données pour chacun des individus de façon indépendante ou en faisant des regroupements (sexe, âge, comportements semblables).

Une migration peut se définir comme étant le déplacement d'un endroit à un autre et le retour au point de départ sur une base régulière (Alcock, 1993). Considérant cette définition, nous pouvons conclure que les femelles ayant pondu au cours des saisons 1996 et 1997 effectuent des migrations saisonnières, puisqu'elles se déplacent vers le site de ponte et reviennent par la suite à leur point de départ. Quinn et Tate (1991) concluent également que certaines femelles tortues des bois effectueraient des migrations. Obbards et Brooks (1980) arrivent à la même conclusion pour la tortue serpentine (*Chelydra serpentina*) dans le Parc Algonquin en Ontario.

Fidélité d'utilisation des sites

Nos résultats suggèrent que la tortue des bois était fidèle à l'utilisation des mêmes sites d'années en années étant donné l'importance des chevauchements des domaines vitaux pour chacun des individus entre les saisons 1996 et 1997. Harding et Bloomer (1979) ont constaté le même phénomène puisqu'une femelle a été observée à proximité ou sur la même bûche au cours des années 1971, 1972, 1974 et 1977. Foscarini (1994) a rapporté que les dix individus qu'elle a suivis montraient une fidélité d'utilisation de leur site et que les localisations étaient parfois prévisibles. Carroll et Ehrenfeld (1978) dans le cadre d'une étude sur le homing de la tortue des bois dans l'état de New York ont rapporté que 60 % (65/109) des individus qu'ils ont déplacés en territoire inconnu avaient une tendance marquée à retourner à leur site de capture. Barzilay (1980) a également

démontré que la tortue des bois montre une tendance à retourner à son site de capture initial.

Les femelles de la population de la Mauricie étaient fidèles à l'utilisation des mêmes sites de ponte d'années en années et, dans certains cas, la même femelle a pondu dans un périmètre de 1 m² pour les saisons 1996 et 1997 (Walde, 1998).

Les résultats de ces études suggèrent donc que les tortues des bois témoignaient de l'importance aux sites qu'elles utilisaient. Cette fidélité peut s'expliquer par le fait que les tortues en viendraient à posséder une connaissance de la valeur réelle des sites qu'elles fréquentent au fil des ans et que ces sites rencontrent leurs exigences (abris, alimentation et reproduction).

Pour utiliser les mêmes sites d'années en années et les retrouver après des déplacements importants, les individus doivent posséder au moins une image mentale et une mémoire sensorielle des lieux leur permettant de s'orienter (Grier, 1984). Carroll et Ehrenfeld (1978) et Barzilay (1980) se sont intéressés aux mécanismes d'orientation et de retour aux sites chez la tortue des bois. L'olfaction, l'apprentissage et la distance influenceraient l'orientation de la tortue des bois (Carroll et Ehrenfeld, 1978; Barzilay, 1980). Selon les résultats de Carroll et Ehrenfeld (1978), le succès de retour au site diminue considérablement lorsque la distance séparant la tortue de son point de capture originale excède 2 km. Nous

avons observé ce phénomène dans le cas de la tortue #97. Cette dernière s'est déplacée de 2,8 km en 13 jours pour se rendre à son site de ponte en 1997, et elle est repartie dans la mauvaise direction sur une distance de 1 km avant de rebrousser chemin et de retourner directement à son point de départ.

Distance aux plans d'eau le plus proche

Nos résultats suggèrent que la tortue des bois vit en association avec les plans d'eau et que cette association varie en fonction des périodes d'activité. Kaufmann (1992) rapporte sensiblement la même observation en Pennsylvanie et démontre que le degré d'association des tortues avec les plans d'eau varie en fonction de la température de l'air. Nous retrouvons 99 % des localisations en deçà de 350 mètres d'une des rives d'un des cours d'eau principaux alors qu'une bande de 500 mètres englobe 100 % des localisations. Nous pensons que la protection d'une bande riveraine ne devrait pas être inférieure à 500 m afin d'inclure la totalité des localisations. En effet, comme il s'agit d'une espèce de stratège K, le recrutement et le succès de reproduction sont très faibles. On estime que le recrutement annuel dans une population de tortue des bois est d'environ 1 %. Le maintien de la population repose donc sur la survie des adultes (reproduction). Une bande riveraine inférieure à 500 m exposerait des individus adultes en milieu non protégé. Si nous voulons assurer la pérennité de la population de la Mauricie, nous devons protéger au minimum la superficie couverte par les 20 individus que nous avons suivis (500 m). Ceci contribuera à diminuer les risques que le

recrutement soit inférieur à la mortalité + le prélèvement + l'émigration, sans quoi la population risque de ne pas pouvoir se maintenir à long terme.

Les tortues s'aventurent plus loin des cours d'eau principaux au cours de la période estivale (14-07 au 26-09). Harding et Bloomer (1979) et Strang (1983) rapportent également que les tortues s'aventurent loin des basses terres pendant l'été. La quête alimentaire et la température de l'air favorable à la thermorégulation de l'espèce sont probablement responsables des excursions estivales loin des cours d'eau. Les cours d'eau semblent donc agir à titre de base d'opération, puisque l'écologie de l'espèce et le cycle vital saisonnier de la tortue des bois débutent et finissent en association avec les cours d'eau. Les cours d'eau jouent également un rôle important lors de la torpeur hivernale et des accouplements qui ont tous lieu dans l'eau.

L'étendue des domaines vitaux, l'amplitude des déplacements et l'utilisation des habitats varient en fonction des populations, de la latitude et des saisons. Il est donc important d'ajuster les mesures de protection des habitats essentiels à la tortue des bois à une échelle relativement fine afin de s'assurer que les plans de conservation répondent aux exigences de la population visée. La protection de bandes riveraines (minimum 500 m) en bordure des plans d'eau principaux permettrait de protéger la grande majorité des individus présents dans le milieu. La protection des habitats prend encore plus d'importance si on considère que les tortues sont fidèles à l'utilisation des mêmes sites d'années en années. Des études

comparatives de l'étendue des domaines vitaux en milieux non perturbés et en milieux perturbés seraient utiles pour vérifier la validité de certaines hypothèses proposées dans cet article. Ceci permettrait également de déterminer si le degré d'association des individus avec les plans d'eau est le même afin de savoir si les bandes riveraines proposées dans cet article seraient suffisamment importantes dans ce type de milieu.

Tableau 1 : Étendue des domaines vitaux évaluée par les méthodes du polygone convexe (MPC 95 %) et du polygone convexe modifié (MPCa) pour 20 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des saisons 1996 et 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

Tortue	Masse (g)	Nombre de localisations		Étendue des domaines vitaux (ha)					
				MPC 95 % des localisations		MPCa		Proportion des localisations utilisée pour MPCa (%)	
				1996	1997	1996	1997	1996	1997
F05	930	26	21	16,8	13,8	19,5	18,0	100,0	95,2
F78	950	19	25	29,7	33,6	6,8	17,3	94,7	80,0
F04	990	23	24	4,6	4,6	4,7	4,6	96,0	95,8
F03	1010	18	19	6,5	8,9	4,1	11,0	94,4	100,0
F27	1050	25	25	48,9	92,9	26,8	54,1	88,0	72,0
F74	1050	24	20	12,5	11,4	12,5	13,5	96,0	80,0
F15	1060	22	24	4,9	5,6	5,8	7,7	100,0	100,0
F02	1180	22	24	122,1	131,8	107,6	38,5	90,9	83,3
F25	1100	23	23	3,2	1,4	3,4	1,4	100,0	95,6
F28	1250	23	28	8,9	21,8	3,3	21,8	86,9	96,4
F14	1280	23	26	4,3	7,9	4,9	2,7	100,0	88,5
F06	1340	24	16	28,9	34,9	37,8	34,9	100,0	100,0
F12	1430	20	24	10,2	7,7	9,9	7,7	95,2	95,8
F97	1500	19	25	60,4	35,2	20,8	6,7	79,0	92,0
M111	600	9	16	-	30,9	-	18,6	-	-
M07	990	21	23	5,2	7,9	6,1	7,8	100,0	86,9
M17	1080	23	17	87,6	45,5	74,2	15,7	95,7	76,5
M26	1150	20	23	29,6	36,1	15,2	42,8	95,2	100,0
M08	1360	8	23	-	51,9	-	19,3	-	86,9
M50	1600	26	23	5,8	2,3	6,4	3,5	100,0	100,0
Moyennes				27,2	29,3	20,5	17,4	95,1	90,8
Écart-types				33,1	32,9	27,8	14,6	5,8	8,9

MPC 95 % : Méthode du polygone convexe 95 % des localisations.

MPCa : Méthode du polygone convexe ajustée x % des localisations.

Tableau 2 : Comparaison de l'étendue des domaines vitaux de tortues des bois adultes à travers l'aire de répartition de l'espèce.

Endroits		Sexes	Domaines vitaux (ha) et é.-t.	Méthodes	N	n	Période de suivi	Références
Mauricie	1996	F	25,9 ± 32,9	MPC 95 %	14	21	Annuelle	Présente étude
Québec	1997	M	32,0 ± 38,7	MPC 95 %	6	20		
		F	29,5 ± 36,4	MPC 95 %	14	23		
		M	22,9 ± 21,1	MPC 95 %	6	22		
Mauricie	1996	F	19,1 ± 27,5	MPCa	14	21	Annuelle	Présente étude
Québec	1997	M	17,2 ± 14,9	MPCa	6	20		
		F	17,5 ± 17,7	MPCa	14	23		
		M	17,2 ± 14,9	MPCa	6	22		
Maitland river Ontario		F	6,4 ± 3,8	MPC 95 %	4	59*	Annuelle	Foscarini, 1994
	M	5,0 ± 3,7	MPC 95 %	6	59*			
Algonquin region Ontario			4,7 à 152,2	MPC 95 %	15	N.A.	Mai-août	Smith, 1999
Algonquin region Ontario			1 à 115 ha moyenne de 24,3 ha	MPC 95 %	6	14	Printemps-été	Quinn et Tate, 1991
Wisconsin		F	0,54 ± 0,3	MPC 95 %	4	21	Juin-août	Ross <i>et al.</i> , 1991
	M	0,25 ± 0,2	MPC 95 %	3				
Pennsylvania		F	N.A.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Ernst, 1968
	M	2,57	MPC 95 %	1	1			
Pennsylvania		F	2,55 ± 0,45	MSQ 95 %	4	534		Kaufmann, 1995
	M	3,79 ± 1,40	MSQ 95 %	6	900			
Maitland river Ontario		F	0,89 ± 0,25	MSQ 95 %	4	59*	Annuelle	Foscarini, 1994
	M	1,13 ± 0,27	MSQ 95 %	6	59*			
Wisconsin		F	1,05 ± 0,20	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Harding et Bloomer, 1979
	M	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.			

MPC 95 % : Méthode du polygone convexe utilisant 95 % des localisations.

MPCa : Méthode du polygone convexe utilisant un % de localisation ajusté pour chaque individu.

MSQ 95 % : Méthode de sommation des cadrats utilisant 95 % des localisations.

N : Nombre de tortues suivies dans l'étude.

n : Nombre moyen de localisations par tortue.

* : La μ a été estimée d'après le nombre total de localisations (592) et le nombre d'individus (10).

N.D. : Donnée non disponible.

Tableau 3 : Superficie commune entre les domaines vitaux de 1996 et 1997 et chevauchement existant entre les domaines vitaux de ces deux saisons pour 18 tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

Tortue	Superficie commune (ha) 1996-1997	Chevauchement (%) 1996-1997	Lawley-Hotelling (centroïdes) 1996-1997
F02	4,8	4,5	$P < 0,005$
F03	3,7	89,0	N.S.
F04	3,1	66,2	N.S.
F05	11,6	59,3	N.S.
F06	22,7	59,9	N.S.
M07	5,2	86,0	N.S.
F12	6,6	66,3	N.S.
F14	2,6	54,2	N.S.
F15	4,5	78,2	N.S.
M17	11,4	15,3	N.S.
F25	1,3	39,3	N.S.
M26	12,4	81,2	N.S.
F27	22,7	84,8	N.S.
F28	3,3	98,8	N.S.
M50	1,9	30,1	N.S.
F74	8,8	70,2	$P < 0,05$
F78	5,9	86,9	N.S.
F97	4,8	23,1	$P < 0,05$
Moyenne	7,6	62,4	
Écart-type	6,3	25,7	

N.S. : Non significatif.

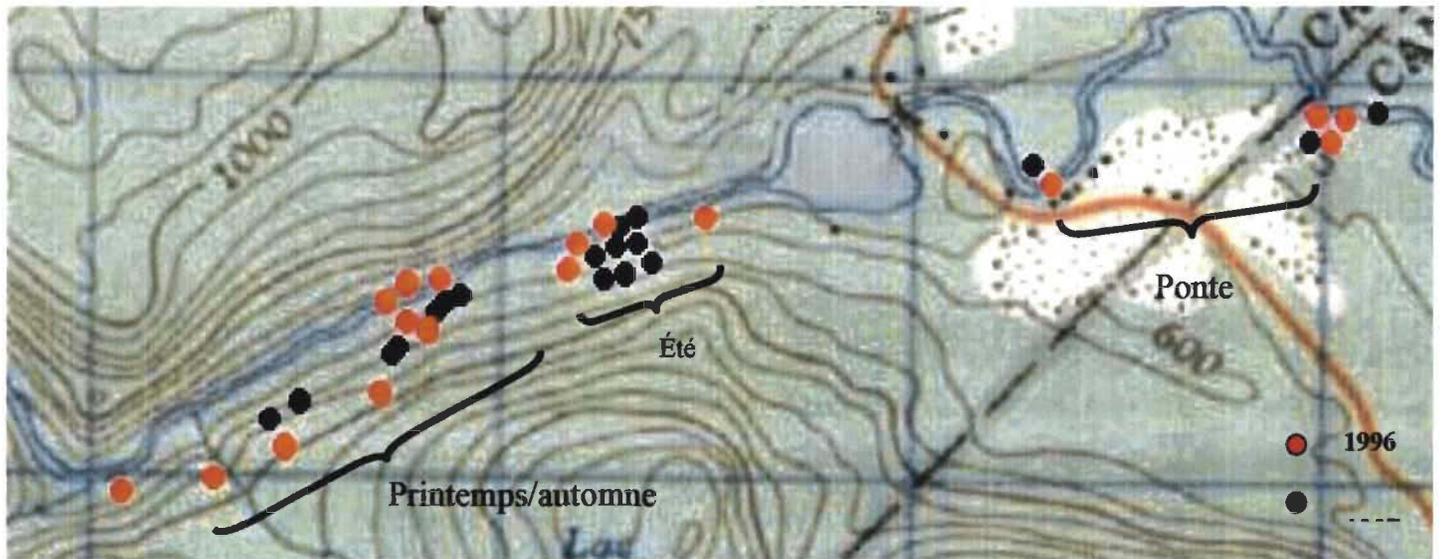


Figure 4 : Exemple de synchronisation des déplacements d'une femelle tortue des bois (F97) suivie par télémétrie au cours des saisons 1996 et 1997 en Mauricie, Québec, Canada.

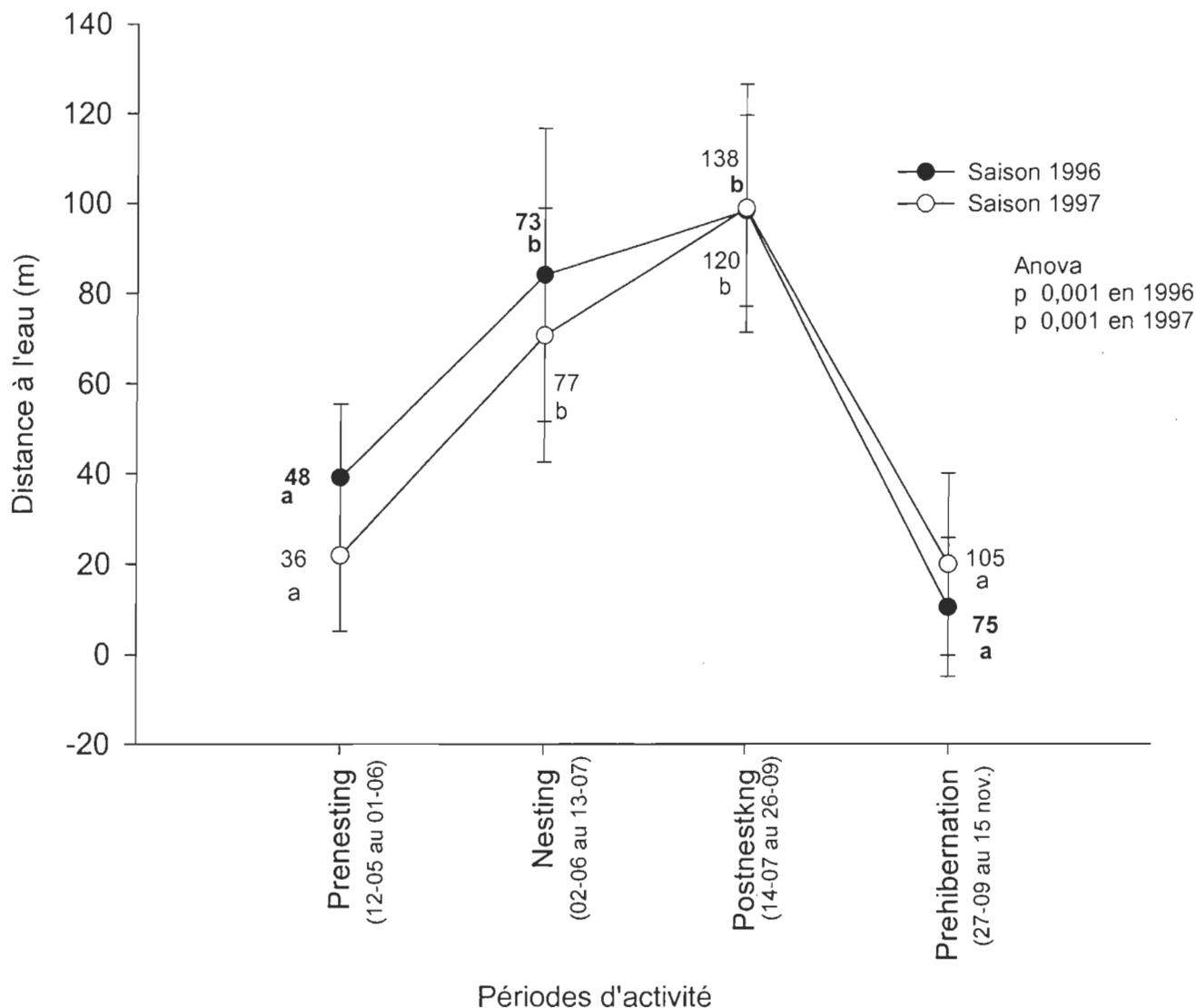


Figure 5: Distance moyenne séparant chacune des localisations au cours d'eau cartographié le plus proche pour 17 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des années 1996 et 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada. Les données sont présentées en fonction des différentes périodes d'activité.

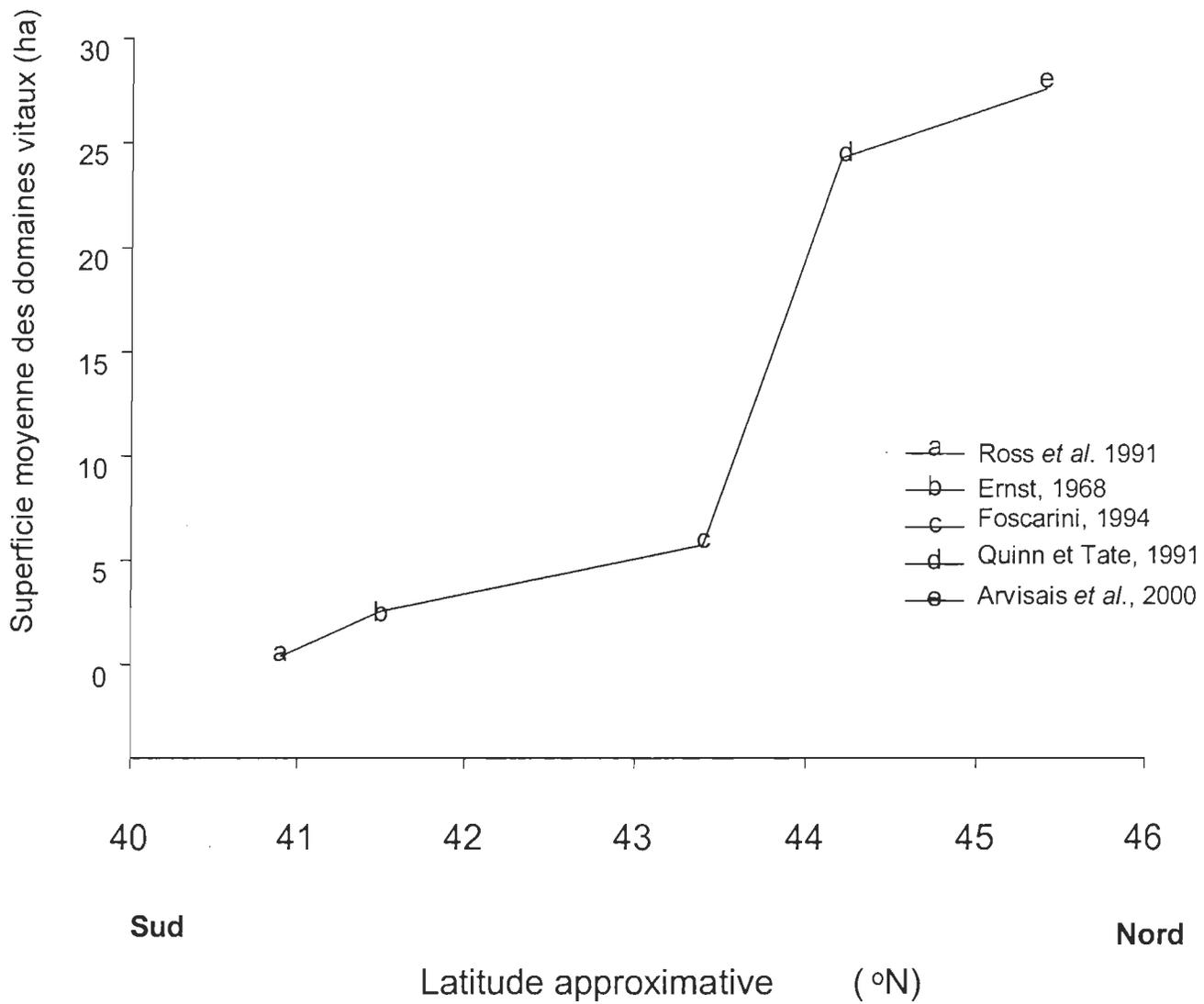


Figure 6 : Superficie moyenne des domaines vitaux évaluée par la méthode du polygone convexe 95% (MPC 95%) en fonction de la latitude approximative des populations de tortue des bois étudiées pour cinq études différentes.

RÉFÉRENCES

ALCOCK, J. 1993. Animal behaviour : an evolutionary approach. Fifth edition.

Sinauer assoc. Sunderland, Massachusetts. 625 p.

BARZILAY, S. 1980. Orientation and homing of the wood turtle (*Clemmys*

insculpta). Ph.D. Diss. Rutgers Univ. New Jersey. Rapport non publié.

189 p.

BEAULIEU, H. 1992. Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être

désignées menacées ou vulnérables. Ministère du Loisir, de la Chasse et de

la Pêche, Québec. 107 p.

BROOKS, R.J., SHILTON, C.M., BROWN, G.P., et N.W.S. QUINN. 1992. Body

size, age distribution, and reproduction in a northern population of wood

turtles (*Clemmys insculpta*). Can. J. Zool. 70: 462-469.

BUHLMANN, K.A. 1993. Legislation and conservation alert. Herp. Review. 24:125.

BURT, W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals.

J. Mammals 24: 346-352.

CAGLE, F.R. 1939. A system of marking turtles for future identification. *Copeia*. 1939:170-172.

CALHOME, 1990. Home range analysis program. Produit par U.S. service, Pacific southwest research station and California department of fish and game.

CARROLL, T.E., et D.W. EHRENFELD. 1978. Intermediate-range homing in the wood turtle, *Clemmys insculpta*. *Copeia*. 1978: 117-126.

ERNST, C.H., LOVICH, J.E. et R.W. BARBOUR. 1994. Turtles of the United States and Canada. Smithsonian Institution press. Washington.

FOSCARINI, D.A. 1994. Demography of the wood turtle (*Clemmys insculpta*) and habitat selection in the Maitland River valley. M.Sc. Thesis. University of Guelph, Canada. 108 p.

GALLERRANI, E.J. et A.R. RODGERS. 1994. Comparaison of several home range estimators computed in commonly used software packages. Center for northern forest ecosystem research. Northern prairie wildlife research center.

GALOIS, P., et J. BONIN. 1999. Rapport sur la situation de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au Québec. Société de la Faune et des Parcs du Québec. Direction de la Faune et des habitats. Québec. 45 p.

GARBER, S.D., et J. BURGER. 1995. A 20-yr study documenting the relationship between turtle decline and human recreation. *Ecol. Applications*. 5: 1151-1162.

GRIER, J.W. 1984. *Biology of animal behaviour*. Times mirror/Mosby Coll. Pub. St-Louis, Missouri. 693 p.

HARDING, J.H. 1990. A twenty year wood turtle study in Michigan : implications for conservation. First international Symposium on Turtles and Tortoises : Conservation and captive Husbandry. Chapman University, Orange, California, August, 1990. p. 31-35.

HARDING, J.H., et T.J. BLOOMER. 1979. The wood turtle, *Clemmys insculpta*...a natural history. (*Herp*) Bull. N.Y. Herp. Soc. 15: 9-26.

HARESTAD, A.S. et F.L. BUNNEL. 1979. Home range and body weight : a reevaluation. *Ecology*. 60(2) 389-402.

- JENNRICH, R.I et F.B. TURNER. 1968. Measurement of non-circular home range. J.Theoret. Biol. (1969) 22 :227-237.
- JEWELL, P.A. 1966. The concept of home range in mammals. Symp. zool. Soc. Lon. 18: 85-109.
- KAUFMANN, J.H. 1992. Habitat use by wood turtles in central Pennsylvania. J. Herpetol. 26: 315-321.
- KAUFMANN, J.H. 1995. Home ranges and movements of wood turtles, *Clemmys insculpta*, in central Pennsylvania. Copeia. 1995: 22-27.
- LITZGUS, J.D. et R.J. BROOKS. 1996. Status of the wood turtle, *Clemmys insculpta*, in Canada. Status assigned by COSEWIC. Canadian Wildlife Federation.
- MOHR, C.O. 1947. Table of equivalent populations of North American small mammals. Am. Midland Naturalist. 37(1) :223-249.
- MONTOUR, S., M. ARVISAIS et J-C. BOURGEOIS. 1999. Étude des déplacements quotidiens lors de la période de ponte chez la tortue des bois (*Clemmys insculpta*), population de la Mauricie. Université du Québec à Trois-Rivières. Rapport non publ. 16 p.

- OBBARDS, M.E. et R.J. BROOKS. 1980. Nesting migrations of the snapping turtle (*Chelydra serpentina*). *Herpetologica*. 36(2) :158-162.
- PATHFINDER OFFICE. 1995. Logiciel informatique. Trimble Navigation Limited. Sunnyvale, United-States.
- QUINN, N.W.S., et D.P. TATE. 1991. Seasonal movements and habitat of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in Algonquin Park, Canada. *J. Herpetol.* 25: 217-220.
- REMLEY, M. ET RHYMER, J. 1997. Nesting ecology and habitat use of wood turtles in western Maine. Rapport non publié.
- ROSS, D.A., BREWSTER, K.N., ETERSON, R.K., RATNER, N., et C.M. BREWSTER. 1991. Aspects of the ecology of wood turtles, *Clemmys insculpta*, in Wisconsin. *Can. Field-Nat.* 105: 363-367.
- SCHERRER, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur. Boucherville, Québec, Canada. 850 p.
- SMITH, K. 1999. Demography and home ranges size of wood turtle, *Clemmys insculpta*, in Algonquin park, Ontario. Réseau canadien de conservation des amphibiens et des reptiles. Résumé de conférence.

SOFTMAP 3.0. 1997. Logiciel informatique. Formatek inc. Québec, Canada.

STRANG, C.A. 1983. Spatial and temporal activity patterns in two terrestrial turtles.
J. Herpetol. 17: 43-47.

SYSTAT pour Windows 7.0. 1997. SPSS science Marketing Department. Chicago.

THOMAS, D.L. et E.J TAYLOR. 1990. Study designs and tests for comparing
resource use and availability. J. Wildl. Manage. 54(2) :322-330.

WALDE, A. 1998. Ecology of the wood turtle, *Clemmys insculpta*, Québec,
Canada. M. Sc. Thesis. McGill University, Québec, Canada. 95 p.

WHITE G.C. et R.A. GARROTT. 1990. Analysis of Wildlife radio-tracking data.
Academic press. London. 377 p.

CHAPITRE 2

CARACTÉRISATION ET SÉLECTION D'HABITATS CHEZ LA TORTUE DES BOIS (*CLEMMYS INSCULPTA*) AU NORD DE SON AIRE DE DISTRIBUTION, QUÉBEC, CANADA.

Par

Martin Arvisais¹, Esther Lévesque¹⁻³ et Jean-Claude Bourgeois²⁻³

¹ *Département de chimie-biologie
Université du Québec à Trois-Rivières
C.P. 500, Trois-Rivières (Québec)
G9A 5H7, Canada*

² *Société de la faune et des parcs du Québec
5575, St-Joseph
Trois-Rivières (Québec)
G8Z 4L7, Canada*

³ *Auteurs auxquels vous devez adresser la correspondance
Tél. : (819) 376-5053
Esther_Levesque@uqtr.quebec.ca
Jean-Claude_Bourgeois@uqtr.quebec.ca
Martin.Arvisais@tr.cgocable.ca*

RÉSUMÉ

Nous avons caractérisé les habitats utilisés par la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) dans la région de la Mauricie, Québec, Canada au cours de l'année 1997. Nous avons également déterminé si elle utilisait les habitats en fonction de sa disponibilité à l'intérieur des domaines vitaux (sélection 3^e ordre) et identifié les principaux paramètres pouvant jouer un rôle dans les processus de sélection d'habitats. Les habitats ont été caractérisés pour 20 tortues des bois qui ont été suivies par télémétrie sur une base hebdomadaire entre le 15 mai et le 15 novembre 1997. La tortue des bois a utilisé une grande diversité d'habitats terrestres (32 milieux) et aquatiques (8 milieux) au cours de sa saison active. L'utilisation de ces habitats était différentielle dans le temps. En effet, la tortue des bois était en association avec les milieux aquatiques lotiques et lentiques au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation alors qu'on l'a retrouvait dans tous les types de milieux au cours des périodes de ponte et estivale. Les tortues des bois n'utilisaient pas les habitats de façon aléatoire à l'intérieur de leur domaine vital, puisque 19 individus sur 20 utilisaient les habitats en disproportion de leur disponibilité. La sélection d'habitats s'effectue en relation avec des paramètres de la physiologie des peuplements qui sont susceptibles de jouer un rôle lors de la thermorégulation de l'espèce. En effet, de faibles recouvrements arborescents et arbustifs hauts, les couverts de feuillus, les coupes partielles, le mauvais drainage et la proximité de milieux aquatiques lotiques et lentiques favorisent la régulation de la température de la tortue des bois à un moment ou à un autre de son cycle vital.

Mots clés : Tortue des bois; habitats; chronologie; sélection; domaines vitaux; thermorégulation; conservation.

INTRODUCTION

La tortue des bois (*Clemmys insculpta*) est la tortue la plus terrestre de la famille des Émydés à l'exception des deux tortues faisant partie du genre *Terrapene* spp. (Kaufmann, 1992). Sur la majorité de son aire de répartition, la tortue des bois possède ou est en voie d'obtenir un statut officiel de protection. Au Québec, cette dernière est sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables (Beaulieu, 1992). Un rapport de situation de l'espèce publié en février 1999 suggère de lui attribuer le statut d'espèce vulnérable (Galois et Bonin, 1999). La destruction et la fragmentation des habitats essentiels à l'espèce seraient une des principales causes de disparition et de déclin de populations de tortue des bois (Harding et Bloomer, 1979).

L'utilisation d'habitats chez la tortue des bois est un aspect méconnu de l'écologie de l'espèce, surtout au nord de l'aire de répartition. En effet, peu d'études détaillées ont porté sur l'utilisation des habitats chez cette espèce, et ces dernières ont été réalisées sur des populations plus méridionales que celle que nous avons étudiée (Harding et Bloomer, 1979; Strang, 1983; Quinn et Tate, 1991; Brewster et Brewster, 1991; Kaufmann, 1992; Foscarini, 1994 et Remley et Rhymer, 1997). De façon générale, ces études ont démontré que la tortue des bois utilise une grande variété d'habitats aquatiques et terrestres et que cette utilisation varie en fonction des saisons (Harding et Bloomer, 1979; Kaufmann, 1992; Remley et Rhymer, 1997) et de la géographie (Harding et Bloomer, 1979).

La sélection d'habitats chez la tortue des bois adulte n'a été étudiée que par Kaufmann (1992) en Pennsylvanie et Foscarini (1994) en Ontario. Leurs résultats révèlent que la tortue des bois n'utilise pas les habitats en fonction de leur disponibilité; ce qui suggère que la tortue des bois sélectionne des habitats. Lorsqu'une ressource est utilisée en disproportion de sa disponibilité, l'utilisation de cette ressource est dite sélective (Johnson, 1980). Il existe plusieurs échelles de sélection (Owen, 1972; Johnson, 1980) : 1) l'aire de répartition géographique d'une espèce donnée constitue la sélection de premier ordre; 2) l'établissement d'un domaine vital à l'intérieur de cette aire de répartition géographique représente la sélection de deuxième ordre; 3) l'utilisation des habitats présents à l'intérieur des domaines vitaux constitue la sélection de troisième ordre; 4) alors que l'utilisation de ressources précises à l'intérieur de chacun des habitats constitue la sélection de quatrième ordre (Johnson, 1980). Jusqu'à présent, aucune étude n'a porté sur la sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux (3^e ordre) chez la tortue des bois de même qu'aucune étude n'a pu identifier les paramètres susceptibles de jouer un rôle dans le processus de sélection d'habitats chez cette espèce.

Les objectifs de l'étude étaient de caractériser l'utilisation des habitats pour la tortue des bois dans la région de la Mauricie, Québec, Canada et de déterminer s'il y a une chronologie dans l'utilisation des différents habitats. Nous voulions également établir s'il y avait sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux (3^e ordre) chez cette espèce et identifier les paramètres environnementaux et végétaux susceptibles d'influencer le processus de sélection d'habitats.

Finalement, nous proposerons des mesures de conservation et de gestion des habitats essentiels à l'espèce.

Comme l'ont fait remarquer Harding et Bloomer (1979), malgré le fait que la tortue des bois soit en déclin, elle demeure relativement abondante là où on retrouve des habitats convenables. Nous avons donc l'opportunité de prendre des mesures pour assurer le maintien de l'espèce avant que la situation ne devienne critique comme elle l'est pour tant d'autres espèces.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Site d'étude

L'étude s'est déroulée dans la région de la Mauricie, Québec, Canada sur une portion de 9 km de rivière. L'emplacement exact du site d'étude n'est pas dévoilé conformément aux recommandations de conservation formulées par Litzgus et Brooks (1996). La petite rivière sinueuse a une largeur d'environ 5 à 10 m et une profondeur maximale de 2 m en période estivale. Le substrat de la rivière est généralement grossier (rocheux à sablonneux) et l'eau est d'excellente qualité. Peu de perturbations humaines (habitations, coupes et gravières exploitées) sont présentes sur l'aire d'étude comparativement aux habitats des autres populations ayant été étudiées ailleurs sur l'aire de répartition de l'espèce. En effet, notre aire d'étude ne comporte pas de perturbation agricole en bordure des plans d'eau principaux et les rivages sont relativement peu perturbés sur une

bonne partie de l'aire d'étude. Les milieux forestiers se trouvant sur l'aire d'étude ont cependant subi des coupes forestières qui datent pour la plupart d'environ 10 ans. Cependant, les perturbations humaines semblent être en augmentation depuis quelques années.

La rivière et ses tributaires s'écoulent dans une mosaïque de groupements végétaux. Les groupements d'aulnes rugueux (*Alnus rugosa*) qui croient en bordure des plans d'eau sont les plus abondants sur la portion basse de l'aire d'étude. Les marais, marécages et étangs à castors (*Castor canadensis*) sont abondants et bien répartis sur l'aire d'étude et ces milieux humides sont tous fréquentés par la tortue des bois.

Les groupements forestiers de sapins baumier (*Abies balsamea*), de peupliers faux-trembles (*Populus tremuloïdes*), de bouleaux (*Betula* spp.) et d'épinettes blanches (*Picea glauca*) sont également abondants sur l'aire d'étude. La strate herbacée est diversifiée et variable entre ces différents peuplements. Certaines espèces cosmopolites se retrouvent cependant dans l'ensemble des groupements forestiers, les principales espèces étant : le maïentème du Canada (*Maïanthemum canadense*), le triental boréale (*Trientalum borealis*), la clintonie boréale (*Clintonia borealis*), le cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*), l'oxalide de montagne (*Oxalis montana*) et plusieurs espèces de fougère.

Échantillonnage

Suivi télémétrique

Les tortues utilisées dans le cadre de cette étude proviennent d'une campagne d'échantillonnage qui s'est effectuée au printemps 1996 (*cf.* chap.1). De l'ensemble des individus capturés (39), 20 (14 femelles et 6 mâles) ont été équipés d'un émetteur Holohil AI-2M(4) pour être suivis par télémétrie (*cf.* chap.1). Le suivi télémétrique hebdomadaire s'est effectué sur les 20 individus entre le 15 mai et le 15 novembre 1997. Des récepteurs de type ATS R2000 et Lotek suretrack 2000 ont été utilisés pour faire la télémétrie. L'emplacement de chacune des localisations était indiqué sur une carte topographique 1:20 000 et on marquait le lieu de la localisation à l'aide d'un ruban de couleur vive disposé au-dessus de la tortue. Lorsque les tortues étaient situées en milieu terrestre, les localisations s'effectuaient jusqu'à ce que nous ayons un contact visuel avec l'animal alors que lorsqu'elles étaient dans l'eau (pas de contact visuel), nous estimons que la précision des localisations était d'environ 1 m. Une coordonnée géographique (UTM, NAD83) a été prise à chacune des localisations avec un appareil GPS de marque Trimble, modèle geoexplorer I (précision < 3 m après correction différentielle). Nous avons obtenu un total de 408 localisations hebdomadaires au cours de la saison 1997. Des données provenant d'un suivi télémétrique comparable effectué en 1996 ont également été utilisées pour effectuer certaines comparaisons avec l'année 1997 (pour plus de détail, *cf.* chap. 1).

Caractérisation des habitats

Afin de ne pas modifier le comportement de la tortue des bois, qui est sensible aux dérangements (Harding et Bloomer, 1979; Garber et Burger, 1995), l'échantillonnage des sites s'effectuait une semaine après la localisation télémétrique. Chaque localisation était le centre d'une parcelle ronde de 400 m² qui a été délimitée avec l'aide d'une corde de 11,28 m de longueur (rayon) (Figure 7). Une série de paramètres sur la physionomie du milieu et la composition végétale ont été évalués par un minimum de deux évaluateurs selon une méthode mise au point conjointement par le ministère des Ressources Naturelles et la Société de la faune et des parcs du Québec (Annexe 2). Les évaluateurs ont reçu une formation intensive avec un ingénieur forestier afin d'assurer la constance, la cohérence et la répétitivité des évaluations. Les évaluateurs ont également reçu une visite mensuelle du même ingénieur forestier sur le terrain tout au long de la campagne d'échantillonnage pour s'assurer de la constance des évaluations dans le temps.

Physionomie du milieu

Recouvrement des strates

Les classes de recouvrement d'un peuplement représentent la proportion de la surface du point d'observation occupée par la projection au sol des cimes ou du feuillage de l'ensemble des espèces végétales présentes au niveau de la strate évaluée. Le recouvrement des strates arborescente (> 4 m), arbustive haute (entre

1 m et 4 m), arbustive basse (<1 m), herbacée (non ligneux) et muscinale a été évalué par classe de 10 %.

Recouvrement total ligneux arborescent

Le pourcentage de la parcelle, qui était recouvert par la projection des cimes au sol de tous les individus ligneux arborescents pour les parcelles situées en milieu forestier, a été évalué par classe de 25 % (D : 0-25 %, C : 26-50 %, B : 51-75 % et A : 76-100 %).

Type forestier

Le type forestier a été déterminé à partir de la clé de Lalumière et Thibault (1988) selon la hauteur et l'abondance des espèces arborescentes vivantes dominantes et co-dominantes qui étaient présentes à l'intérieur de la parcelle.

Type de couvert forestier

Le type de couvert forestier permet de classer un peuplement en fonction de la proportion de recouvrement des cimes au sol des essences résineuses. Nous avons considéré trois types de couvert forestier, soit résineux (≥ 75 % de couvert d'espèces résineuses), mélangé (entre 25 et 75 % de couvert d'espèces résineuses) et feuillu (≤ 25 % de couvert d'espèces résineuses).

Hauteur et âge des peuplements

La hauteur des peuplements a été évaluée de façon visuelle et assignée à l'une des six classes suivantes : 1 : 1-4 m, 2 : 4-7 m, 3 : 7-12 m, 4 : 12-17 m, 5 : 17-22 m et 6 : 22 m et plus. Les tailles critiques ont été estimées avec un clinomètre de boussole. L'âge a été mesuré sur une ou deux carottes qui ont été prélevées à hauteur de poitrine à l'aide d'une sonde de Presler sur les arbres les plus représentatifs de la taille du peuplement d'après leur hauteur et leur diamètre et classé par intervalle de 10 ans.

Texture et pierrosité du sol

La texture et la pierrosité des sols ont été évaluées pour toutes les parcelles se trouvant au sol (et non à l'eau) dans un pédon d'une profondeur de un mètre. La texture a été évaluée avec l'aide d'une clé d'identification (Saucier *et al.*, 1994) selon 12 classes différentes (de sable à argile). La pierrosité du sol correspond au pourcentage de son volume qui est constitué de particules rocheuses de plus de 2 mm. Nous avons évalué la pierrosité en pourcentage en utilisant les classes de tailles suivantes : graviers : 2 mm à 75 mm, cailloux : 75 mm à 250 mm, pierres : 250 mm à 600 mm et blocs : 600 mm et plus, conformément au Point d'observation écologique (Saucier *et al.*, 1994).

Drainage

Le drainage est un critère de stratification qui indique la quantité d'eau disponible dans le sol pour la végétation. Le drainage a été évalué sur le terrain

selon sept classes (0 : excessif; 1 : rapide; 2 : bon; 3 : modérément bon; 4 : imparfait; 5 : mauvais; 6 : très mauvais) avec l'aide d'une clé d'identification (Saucier *et al.*, 1994).

Type d'humus et pente

L'humus désigne l'ensemble des résidus végétaux et animaux plus ou moins décomposés à la surface du sol minéral. Le type d'humus a été déterminé à l'aide de la clé du Point d'observation écologique (Saucier *et al.*, 1994) selon les classes suivantes : mull, moder, mor, tourbe, anmoor. La pente a été mesurée avec un clinomètre de boussole et exprimée en degré par classe de 10 degrés.

Perturbations

Nous avons identifié les perturbations d'origine anthropique et naturelle présentes à l'intérieur des parcelles. Les principales perturbations considérées sont les coupes partielles, les coupes totales, les chablis, les feux, les épidémies et la présence de chemins ou de structures (habitations).

Milieus aquatiques

Lorsqu'une tortue était localisée dans l'eau, nous avons identifié quel était le type de milieu aquatique (rivière, ruisseau, lac, marais, marécage, étang, étang à castors, méandre abandonné, prairie humide) de même que la profondeur du plan d'eau et sa vitesse d'écoulement. Les vitesses d'écoulement ont été évaluées de façon visuelle et classées selon les classes nulle, faible, moyenne et élevée.

Même si les localisations se trouvaient à l'eau, nous avons appliqué le protocole de caractérisation des habitats sur une surface de 400 m² sauf pour les caractéristiques du sol. Si nous ne pouvions identifier un type forestier, nous l'appelions indéterminé.

Composition végétale

Inventaire floristique

Toutes les espèces vivantes de la strate arborescente et arbustive qui étaient enracinées dans la parcelle ont été identifiées (Annexe 3). Un indice d'abondance (classe de 10 %) basé sur l'importance relative de la projection des cimes au sol a été assigné pour chacune des espèces.

La strate herbacée a été inventoriée à l'intérieur de cinq microparcelles rondes de 1,13 m de rayon (4 m²) situées au centre (tortue) et une à la marge de la parcelle de 400 m² pour chacun des points cardinaux (Figure 7). Toutes les espèces présentes dans ces parcelles ont été identifiées et leur recouvrement évalué à l'aide d'un indice d'abondance en classe de 10 %. Les espèces herbacées présentes dans la parcelle de 400 m² qui n'ont pas été répertoriées dans les microparcelles ont également été notées. Un total de 399 localisations ont ainsi été caractérisées pour la saison 1997.

Sélection d'habitats

Pour déterminer si la tortue des bois sélectionnait des habitats à l'intérieur des domaines vitaux, nous avons d'abord évalué l'étendue des domaines vitaux à partir des coordonnées géographiques de chacune des localisations télémétriques (*cf.* chap.1). Nous avons employé deux méthodes pour évaluer la superficie des domaines vitaux, soit la méthode du polygone convexe (MPC 95 %) et la méthode du polygone convexe ajusté (MPCa; *cf.* chap.1). L'évaluation de la superficie des domaines vitaux par la méthode du polygone convexe ajusté (MPCa) a été retenue pour faire l'étude de la sélection d'habitat à l'intérieur des domaines vitaux. En effet, cette méthode nous permet de mieux cerner la superficie qui est utilisée sur une base régulière en éliminant les déplacements associés à la ponte et les excursions hors du domaine vital (*cf.* chap.1).

Les domaines vitaux ont été reproduits sur une mosaïque d'orthophotos photointerprétées dans le logiciel Softmap 3.0 afin de pouvoir évaluer la proportion des différents types de milieux présents à l'intérieur de chacun des domaines vitaux (disponibilité; Figure 8). Les photographies aériennes que nous avons utilisées ont été photointerprétées par le ministère des Ressources Naturelles et possèdent une précision variant entre un et quatre hectares. Ces photographies aériennes ont été digitalisées et corrigées (orthophotos) par la compagnie Formatek inc., Québec, Canada et possèdent une précision d'environ cinq mètres (Figure 8).

Nous avons ensuite évalué quelle était l'utilisation de ces différents milieux pour chacun des individus en déterminant la proportion des localisations que nous retrouvions dans chacun des différents groupements présents dans le domaine vital (utilisation).

Pour identifier les facteurs pouvant jouer un rôle dans le processus de sélection d'habitats, nous avons comparé les parcelles de localisations de tortues avec des parcelles témoins. Les parcelles témoins ont été tirées de façon aléatoire grâce à une grille de cases (1 cm x 1 cm) contenant chacune 25 points équidistants (0,2 cm) superposée à l'aire d'étude (1:20 000). Deux numéros étaient tirés de façon aléatoire avec Excel (1997) afin de localiser chacune des parcelles témoins à inventorier. Le premier numéro correspondait à une case de la grille alors que le second correspondait à l'un des 25 points de la case.

La superficie, qui a été considérée pour le tirage aléatoire des parcelles témoins, était composée d'une bande riveraine de 250 m de largeur en bordure des cours d'eau principaux utilisés par la tortue des bois. La largeur de la bordure de même que les cours d'eau à considérer pour le tirage aléatoire des parcelles témoins ont été établis à partir d'études préliminaires réalisées en 1996. Un total de 196 parcelles témoins ont été caractérisées selon le même protocole que les localisations de tortues au cours de la saison 1997 à raison d'environ 10 parcelles par semaine. Les parcelles témoins nous permettent également d'avoir une vue d'ensemble des types de milieux que nous retrouvions sur l'aire d'étude.

Périodes d'activité

L'écologie de l'espèce et le patron général de déplacements permettent d'identifier quatre périodes d'activité distinctes à l'intérieur de la saison active de la tortue des bois (cf. chap.1 et Annexe 1). Les périodes d'activité sont : la sortie d'hibernation (début mai et le 1^{er} juin), la ponte (2 juin et 13 juillet), la période estivale (14 juillet au 26 septembre) et la période de pré-hibernation (27 septembre à la mi-novembre et +). La notion de périodes d'activité a été utilisée dans le cadre de plusieurs analyses pour faire des comparaisons dans le temps.

Approche analytique

Analyses multivariées

Les écosystèmes sont très complexes et sont constitués d'une multitude d'interactions entre les composantes biotiques et abiotiques du milieu. Un problème commun en écologie des communautés est de découvrir comment une multitude d'espèces répondent à des facteurs externes comme les facteurs environnementaux et les polluants (Ter Braak, 1988). Les ordinations sont souvent utilisées en écologie pour tenter de comprendre comment les variables abiotiques influencent la composition biotique d'un milieu (Jongmann *et al.*, 1987).

Deux imposantes matrices de données ont résulté de la collecte de données sur le terrain, soit : 1) une matrice portant sur la composition végétale de chacune des parcelles inventoriées (595 parcelles x 181 espèces) et 2) une matrice portant

sur les caractéristiques environnementales prévalant dans chacune des parcelles (595 parcelles x 60 paramètres environnementaux). Ces deux matrices combinées comportaient 143 395 champs de données. Pour extraire les informations d'intérêt de ces imposantes matrices de données, et pour mettre en relation l'utilisation des différents habitats par la tortue des bois avec la composition végétale et la physionomie du milieu, nous avons utilisé des analyses de classification divisive et d'ordination.

L'analyse de classification divisive d'espèces indicatrices à deux critères de classification (TWINSPAN; two-way indicator species analysis) permet de classer les parcelles selon leur degré de similitude en termes de composition végétale et d'abondance spécifique des taxons présents dans chacune des parcelles.

Les ordinations servent à ordonner les parcelles le long de gradients théoriques (axes) en relation avec la composition végétale et les paramètres de l'environnement. Ces analyses multivariées permettent de dégager un patron de distribution des parcelles inventoriées et de quantifier l'importance relative des paramètres floristiques et environnementaux. Elles permettent également d'identifier de façon objective les paramètres de l'environnement et les associations végétales ayant la plus grande influence sur la distribution des parcelles.

Analyses statistiques

Pour faire l'analyse des 595 parcelles (399 tortues et 196 témoins), nous avons principalement utilisé des analyses statistiques multivariées de classification divisive (TWINSpan) de même que des ordinations indirectes (analyse factorielle des correspondances redressée; AFCR) et directes (analyses canoniques des correspondances; ACC). Ces analyses servent principalement à déterminer le degré de similarité dans la composition végétale entre les différentes parcelles (tortues vs témoins). Elles permettent également d'expliquer la variabilité de l'abondance des espèces végétales retrouvées à chacune des parcelles en relation avec des paramètres de la physionomie du milieu mesurés sur le terrain. On peut mettre les paramètres de l'environnement en relation avec la composition végétale de façon indirecte (AFCR) ou directe (ACC) (TerBraak, 1986)

Analyse de classification divisive (TWINSpan)

Pour classer les données, l'analyse de classification divisive de type TWINSpan force une dichotomie selon l'abondance des espèces végétales retrouvées dans chacune des parcelles de localisations de tortues à chacun des différents niveaux (Hill, 1979). La configuration par défaut a été utilisée dans le calcul de l'analyse. Nous avons utilisé cinq niveaux dans le cas de cette analyse pour un total de 27 divisions. Les résultats de l'analyse illustrent, sous forme de dendrogramme, les espèces végétales indicatrices présentes dans les principaux milieux utilisés par la tortue des bois.

Ordination indirecte (AFCR)

L'ordination indirecte est surtout utilisée lorsqu' aucune donnée relative aux caractéristiques des paramètres de l'environnement n'a été récoltée ou lorsque l'on veut isoler uniquement l'effet de la composition végétale sur la distribution des parcelles. Il est possible de superposer à posteriori les paramètres de l'environnement dans une ordination indirecte.

Nous avons utilisé une analyse d'ordination indirecte AFCR₁ afin d'explorer nos données. Cette analyse permet de visualiser le degré de similitude des parcelles avec un graphique à deux dimensions (x, y) et de mettre en relation de façon indirecte la composition et l'abondance des espèces végétales des parcelles avec les paramètres environnementaux. Nous avons utilisé les 595 parcelles de végétation, les 181 espèces et les 60 paramètres environnementaux dans l'analyse. La AFCR₁ a démontré que l'abondance des espèces végétales des parcelles suit une réponse unimodale , puisque la longueur du gradient des deux premiers axes était supérieure à deux (axe 1 = 3,645 et axe 2 = 4,082) (Tableau 4) (TerBraak, 1986).

Ordination directe (ACC)

L'ordination directe est en quelque sorte une combinaison de régressions et d'ordinations qui ordonne les parcelles en fonction de leur composition végétale et des paramètres de l'environnement de façon directe. Contrairement à l'ordination indirecte, l'ordination directe ne peut pas être effectuée sans des données relatives

à l'environnement (Jongmann *et al.*, 1987). Les ordinations directes sont à même de détecter des relations entre la composition spécifique et les paramètres de l'environnement (Ter Braak, 1988). L'analyse d'ordination directe que nous avons utilisée est une analyse de correspondance canonique (ACC_1). Cette analyse assume une réponse unimodale de l'abondance des espèces (longueur de gradient > 2) en relation avec les facteurs de l'environnement conformément à la Loi de tolérance de Shelford (Odum, 1971).

La première ACC_1 a porté sur les parcelles de localisations de tortues et les parcelles témoins. Nous avons considéré l'ensemble des espèces végétales de même que la totalité des paramètres de la physionomie des milieux pour cette analyse. L' ACC_1 a été effectuée avec une diminution de l'importance des espèces rares. Une diminution de l'importance des espèces rares signifie que l'influence des espèces, qui ont été rencontrées peu souvent lors des inventaires végétaux, est minimisée dans le calcul de l'analyse (diminue la variabilité). Suite à cette analyse, nous avons décidé d'éliminer les paramètres environnementaux suivants : texture du sol, type d'humus, pierrosité, épidémies, perturbation de castors et mare temporaire. La corrélation entre les paramètres environnementaux n'était pas extrême (facteur d'inflation < 20 , Ter Braak, 1986); néanmoins, puisque l'élimination de ces paramètres n'affecte pas de façon importante le résultat de l'analyse nous avons décidé de les éliminer. De plus, la plupart de ces paramètres sont relativement longs, donc coûteux à récolter sur le terrain et ils étaient peu utiles en termes d'interprétation et de gestion.

L'utilisation des habitats a été illustrée et caractérisée par une seconde ACC₂ sur les parcelles de localisations de tortues uniquement. Cette analyse a porté sur 394 sites, 181 espèces végétales et 34 paramètres de la physiologie des milieux. Cette ACC₂ a été effectuée avec une diminution de l'importance des espèces rares et l'élimination de cinq parcelles (T50L13, T14L11, T14L12, T14L13 et T14L14) qui sont des sites forestiers âgés et composés d'arbres de grandes tailles comparativement aux groupements des autres sites. Leur élimination a permis d'avoir une meilleure dispersion des parcelles sur le graphique (axe 1 vs axe 2) nous permettant d'interpréter l'influence des paramètres environnementaux sur la répartition des autres parcelles.

Afin de mettre en relation l'abondance et la composition végétale des parcelles témoins et des parcelles de localisations de tortues avec les principaux facteurs environnementaux nous avons effectué une troisième analyse de correspondance canonique (ACC₃) avec les mêmes paramètres que dans l'analyse ACC₂ (Ter Braak, 1986). Cette analyse a porté sur 595 parcelles, 181 espèces végétales et 34 paramètres de la physiologie des milieux. L'ACC₃ a été effectuée avec une diminution de l'importance des espèces rares et permet de visualiser les différences de distribution des parcelles entre les localisations de tortues et les parcelles témoins (sélection d'habitats).

Pour les CCA₁₋₂₋₃, nous avons également effectué un test de permutations de Monte Carlo pour savoir si la contribution des axes était significative. Ce test

génère une distribution aléatoire spécifique aux données qui permet de comparer les matrices aléatoires avec la matrice réelle. Nous avons effectué 999 permutations des données pour chacun des tests de Monte Carlo (Tableau 4). Une probabilité inférieure à 0,05 signifie que la relation espèces - environnement était significative (non aléatoire) car l'analyse des données des 999 matrices aléatoires diffère de l'analyse des données réelles (probabilité 0,05).

Pour déterminer s'il y avait sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux, nous avons confronté la disponibilité des habitats avec l'usage à l'aide d'un test de comparaison de fréquence de Chi-carré (Scherrer, 1984; Thomas et Taylor, 1990; White et Garrot, 1990). Nous avons utilisé une analyse discriminante (stepwise backward) afin d'identifier les paramètres de l'environnement les plus dissemblables entre les parcelles de localisations de tortues et les parcelles témoins. Les paramètres environnementaux texture du sol, type d'humus, pierrosité, épidémies, perturbation de castors et mare temporaire ont été éliminés de l'analyse pour suivre le raisonnement des analyses précédentes.

Les analyses et les tests statistiques ont été calculés avec les logiciels TWINSPAN (1987, Hill, 1979), CANOCO 4.0 pour Windows (Ter Braak, 1986) et Systat 7.0.

RÉSULTATS

Habitats retrouvés sur l'aire d'étude

Les 196 parcelles témoins échantillonnées de façon aléatoire au cours de la saison 1997 reflètent la composition des peuplements végétaux retrouvés sur l'aire d'étude. Elles nous ont permis d'échantillonner dans 40 groupements forestiers distincts (des résineux aux feuillus) répartis sur l'ensemble de l'aire d'étude (Annexe 4). La composition végétale des groupements végétaux inventoriés était également très diversifiée puisque nous avons identifié un total de 181 taxa végétales (Annexe 3). De ce nombre, 32 taxa composent la strate arborescente, 69 se retrouvent dans les strates arbustives haute et basse et 117 font partie de la strate herbacée. La diversité des groupements végétaux et des espèces, qui les composent, démontre bien l'hétérogénéité du milieu étudié.

Habitats utilisés par la tortue des bois

La figure 9 illustre les deux premiers axes de la deuxième analyse de correspondance canonique. Chacun des points sur le graphique représente une parcelle de localisation de tortue des bois (cercle). Les points qui sont rapprochés représentent des parcelles qui sont similaires dans leur composition végétale et leurs paramètres environnementaux alors que les points éloignés représentent des parcelles dissemblables. Les flèches symbolisent les paramètres environnementaux des peuplements. Leur longueur et leur orientation indiquent respectivement l'importance et la direction de la contribution de ces paramètres de

l'environnement en relation avec l'abondance des espèces végétales des parcelles de tortues.

On observe une grande variabilité des données pour les parcelles de tortues, ce qui reflète la diversité des milieux utilisés. La composition végétale des parcelles de localisations de tortues explique 10,8 % de la variabilité des données sur les quatre axes. Nous expliquons 38,3 % de la variabilité des données sur les deux premiers axes en tenant compte de la relation espèces - environnement alors que 52,4 % de la variabilité des données est expliquée sur les quatre axes (Tableau 4). Un test de permutation de Monte Carlo (999 permutations) a révélé que la relation espèces - environnement était significative ($P < 0,005$) pour l'ensemble des axes canoniques.

Le premier axe reflète un gradient d'humidité avec les milieux humides à gauche et les milieux forestiers à droite (Figure 9). Le deuxième axe permet d'abord de diviser les milieux forestiers en deux groupes, soit les milieux forestiers perturbés (D; coupes forestières) et les milieux forestiers sans évidence de perturbations anthropiques récentes ayant des groupements plus âgés, plus hauts et plus denses (C; âge, hauteur, recouvrement arborescent). Cet axe divise également de façon moins évidente les milieux humides en deux groupes, soit les milieux humides lotiques (A; rivière, ruisseaux) et les milieux humides lenticques (B; marais, marécage, étang à castors, prairie humide, méandre abandonné).

De façon générale, les tortues des bois fréquentent une très grande diversité d'habitats à l'intérieur de l'aire d'étude, et ce, tant au niveau terrestre qu'aquatique puisque l'on a retrouvé des tortues dans l'ensemble de ces milieux.

La figure 10 représente un dendrogramme réalisé d'après une analyse de classification divisive de type TWINSpan. Cette analyse nous a permis de classer les parcelles de végétation selon leur degré de similitude en termes de composition végétale. De plus, cette analyse identifie les principales espèces végétales permettant de distinguer les groupements végétaux (le détail en Annexe 5). Le premier niveau de division sépare les milieux forestiers des milieux humides grâce à l'espèce *Alnus rugosa* qui est un arbuste typique des milieux humides (valeur propre = 0,322). Les deuxième et troisième niveaux vont dans le même sens et permettent de séparer de façon plus fine les milieux forestiers secs des milieux forestiers humides de même que les milieux plus humides comme les aulnaies et les prairies humides.

Lorsque l'on superpose les périodes d'activité à ce dendrogramme, on constate que l'utilisation des différents groupements fait l'objet d'une utilisation différentielle dans le temps (Figure 10). En effet, la tortue des bois semble favoriser les milieux humides au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation alors qu'on la retrouve davantage dans les milieux forestiers au cours des périodes de ponte et estivale. Il est de plus intéressant de constater que plusieurs des espèces indicatrices que l'on retrouve dans les milieux forestiers et

les milieux humides font partie de l'alimentation de la tortue des bois (*Rubus idaeus*, *Maianthemum canadense*, *Alnus rugosa*; Caron *et al.*, 1998).

Chronologie d'utilisation des habitats

Les milieux fréquentés par la tortue des bois font l'objet d'une utilisation différentielle dans le temps comme l'illustre la figure 11 qui représente exactement les mêmes résultats que la figure 9, sauf que les localisations faisant partie des différentes périodes d'activité ont été mises en évidence en les représentant en plus gros, et que les vecteurs canoniques n'ont pas été représentés afin d'alléger la figure.

Le patron de dispersion des localisations sur les deux premiers axes de l'ACC est similaire pour les périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation (Figures 11-I et 11-IV). Les facteurs environnementaux (physionomie du milieu), caractérisant les milieux utilisés pendant ces deux périodes d'activité, sont tous en relation avec les milieux humides (rivière, ruisseau, marais, marécage, étang à castors, méandre abandonné, vitesse de courant et drainage). La diversité de milieux utilisés lors de ces deux périodes est faible comparativement au reste de la saison.

La période de ponte et la période estivale sont caractérisées par l'utilisation d'une grande diversité d'habitats (Figures 16-II et 16-III). En effet, on retrouve des localisations de tortues dans pratiquement tous les habitats présents sur l'aire

d'étude. Les principaux facteurs de la physionomie du milieu caractérisant les périodes de ponte et estivale sont en relation avec les milieux forestiers perturbés ou non perturbés (couvert, recouvrement, âge, hauteur, coupes totales) et les milieux humides lotiques et lentiques.

De façon plus spécifique, on constate que les aulnaies sont utilisées de façon très importante pour les périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation avec respectivement 68,4 % et de 80,5 % des localisations de tortues (Figure 12). Très peu d'autres peuplements ont été utilisés au cours de ces deux périodes d'activité et leur utilisation respective était de moins de 5 %. Pour la période de ponte et la période estivale, une plus grande diversité de milieux a été fréquentée par la tortue des bois. Les groupements d'aulnes rugueux étaient encore les milieux les plus utilisés avec des proportions de 19,8 % pour la période de ponte et de 23,3 % pour la période estivale (Figure 12). Les autres peuplements sont utilisés dans des proportions variant de 0,6 % à 10,8 %. Pour les périodes de ponte et estivale, nous avons 14,4 % et 12,3 % des localisations qui sont regroupées dans la classe autres (peuplements fréquentés dans moins de 1 % des cas) : ce qui illustre la grande diversité de milieux fréquentés par la tortue des bois au cours de ces deux périodes. L'utilisation d'une gravière dans 7,2 % des cas pour la période de ponte correspond à l'utilisation d'une gravière exploitée par les femelles ayant pondu en 1997. En effet, sept femelles ont utilisé de façon très intensive une gravière exploitée au cours de la période de ponte de la saison 1997 (Walde, 1998).

Le degré d'association entre les tortues et les plans d'eau (cartographiés ou non) varie également en fonction des différentes périodes d'activité pour les saisons 1996 et 1997 (Figure 13). On retrouve exactement le même patron de variation dans l'intensité d'utilisation des milieux aquatiques entre les deux années. Les tortues des bois occupent les milieux aquatiques de façon très importante au cours de la période de pré-hibernation pendant les deux années ($x = 91,4 \%$). Les milieux aquatiques sont utilisés la moitié du temps au cours de la période estivale ($x = 44,9 \%$) alors que l'utilisation des milieux humides est moins importante au cours des périodes de sortie d'hibernation ($x = 21,9 \%$) et de ponte ($x = 18,7 \%$).

Sélection d'habitats

Lorsque l'on inclut dans la même analyse de correspondance canonique (ACC_3) les parcelles de localisations de tortues et les parcelles témoins aléatoires, nous sommes en mesure de déterminer si les parcelles de ces deux catégories suivent le même patron de dispersion. La figure 14 présente les deux premiers axes d'une analyse de correspondance canonique (ACC_3) comparant les parcelles témoins aux parcelles de localisations de tortues. Cette analyse sépare les parcelles en quatre types d'habitat de la même façon que l' ACC_1 . On retrouve donc les milieux humides lotiques (A) et lenticques (B) de même que des milieux forestiers matures (C) et perturbés (D). La composition végétale des parcelles explique la variabilité des données à 11,4 % sur quatre axes. Les deux premiers axes de l'analyse expliquent 43,9 % de la variabilité des données par la relation espèces - environnement alors que sur quatre axes, on explique 62,4 % de la

variabilité (Tableau 4). Un test de permutation de Monte Carlo (999 permutations) a révélé que la relation espèces - environnement était significative ($P < 0,005$) pour l'ensemble des axes canoniques.

Le patron de dispersion des parcelles témoins et des parcelles de localisations de tortues est similaire, puisque ces deux catégories couvrent l'ensemble de la variabilité des données. La différence entre ces deux groupes réside principalement dans l'intensité de l'utilisation et la surreprésentation de certains milieux (humide pour les parcelles tortues et forestier pour les témoins). Les milieux humides lotiques (rivière, ruisseau) et lentiques (marais, marécage, étang à castors, prairie humide, méandre abandonné) sont utilisés de façon très importante par les tortues des bois comparativement à leur abondance relative sur l'aire d'étude (parcelles témoins, Figure 14). À l'opposé, on retrouve davantage de parcelles témoins dans les milieux forestiers (ce qui est représentatif de l'aire d'étude) qui sont composés de peuplements plus hauts, plus vieux et ont un recouvrement plus grand que la majorité des parcelles de localisations de tortues. On retrouve plusieurs localisations de tortues dans les milieux forestiers où il y a présence de chablis (6 %). Il y a deux fois plus de parcelles témoins (15 %) en milieux perturbés (coupes totales) que de localisations de tortues (7 %).

Les différences observées, dans le patron de dispersion des parcelles de localisations de tortues et des parcelles témoins, permettent de conclure que les tortues démontrent une préférence pour les habitats humides tout en utilisant de

façon différentielle dans le temps et plus ou moins intensivement les autres habitats présents sur l'aire d'étude.

De façon plus spécifique, parmi la grande diversité de peuplements fréquentés par la tortue des bois, il n'y a que 19 groupements qui ont été utilisés dans plus de 1 % des localisations. En considérant ces 19 groupements végétaux, on inclut 73,4 % des parcelles témoins et 80,8 % des parcelles de tortues. Le reste des parcelles témoins (26,6 %) et de localisations de tortues (19,2 %) est représenté par des sites où le peuplement était indéterminé, et par d'autres groupements végétaux qui ont rarement été inventoriés durant l'année 1997 (moins de 1 %).

La figure 15 illustre les 19 milieux les plus fréquemment rencontrés pour les parcelles témoins et les localisations télémétriques au cours de la saison 1997. La proportion des localisations retrouvées dans les différents peuplements dans le cas des localisations télémétriques et des parcelles témoins nous permet de comparer ce qui est disponible dans le milieu (témoins) à ce qui est utilisé (localisations). Par exemple, dans le cas des aulnaies, celles-ci représentent seulement 7,1 % des parcelles témoins alors que 38,8 % des localisations de tortues se trouvent dans les groupements d'aulnes rugueux (Figure 9). Les autres peuplements sont utilisés de façon moins importante par la tortue des bois dans des proportions inférieures à 10 % (0,2 % à 8,1 %; Figure 15).

La majorité des localisations de tortues était en milieux aquatiques (59,1 %) contre 40,9 % en milieux terrestres alors que 13,8 % des localisations témoins se retrouvaient à l'eau contre 86,2 % en milieux terrestres. Les parcelles témoins ont permis d'échantillonner dans cinq milieux aquatiques différents dans des proportions de moins de 10 % (0,5 % à 5,6 %; Figure 16) tandis que huit milieux aquatiques ont été visités par la tortue des bois. Les milieux aquatiques les plus utilisés par la tortue des bois sont la rivière et les étangs à castors dans des proportions respectives de 26,2 % et 10,3 %. Les autres milieux aquatiques sont utilisés dans moins de 10 % des cas (2,4 à 5,4 %; Figure 16).

Les tortues des bois n'utilisent pas les habitats disponibles dans les domaines vitaux en fonction de leur disponibilité. En effet, 95 % des individus utilisent les habitats en disproportion de leur disponibilité (Tableau 5). Il n'y a que la tortue #25 qui utilise les milieux présents dans son domaine vital en fonction de sa disponibilité. On retrouve 21 localisations de cette tortue sur une surface de 1,46 ha comparativement à une moyenne de 17,4 ha pour les domaines vitaux des autres individus (*cf.* chap. 1). Cette tortue limite ses activités estivales à un milieu de prairie humide, et il semblerait que l'ensemble de ses besoins soient comblés par cette petite superficie. Il est donc possible que l'établissement de ce domaine vital soit une sélection en soi (2^e ordre).

Une analyse discriminante « stepwise backward » a permis d'identifier plusieurs paramètres pouvant jouer un rôle dans le processus de sélection

d'habitat chez la tortue des bois (Tableau 6). Cette analyse a permis de reclasser 84 % des parcelles témoins dans le groupe témoin et 75 % des parcelles de localisations de tortues dans le groupe tortue en utilisant sept classes de paramètres (Tableau 6). Les paramètres utilisés, par le modèle discriminant pour effectuer la reclassification, peuvent être considérés comme étant les paramètres les plus dissemblables entre ces deux groupes, donc comme étant susceptibles d'influencer la sélection d'habitats particuliers par la tortue des bois.

Le recouvrement arborescent moyen des parcelles témoins était de 42 % contre 25 % pour les localisations de tortues (Tableau 7). Une plus grande proportion de parcelles témoins ont été inventoriées dans des milieux où le recouvrement total était élevé (classe A et B) comparativement aux localisations de tortues alors qu'on retrouve plus de localisations de tortue dans les milieux arbustifs. Les groupements des parcelles témoins sont plus âgés ($x = 29$ ans) et plus hauts (4 à 7 m) que les groupements des parcelles de localisations de tortues qui ont en moyenne 16 ans et mesurent en moyenne 1 à 4 m. De façon générale, on retrouve beaucoup plus de localisations en milieux aquatiques chez la tortue des bois comparativement aux parcelles témoins aléatoires (Tableau 7).

Habitats essentiels de la tortue des bois

Les analyses effectuées de même que les observations de terrain ont permis d'identifier plusieurs habitats que nous considérons comme étant des habitats essentiels pour la tortue des bois. Par habitats essentiels, nous entendons

le regroupement des habitats indispensables (habitats critiques) à l'espèce et des habitats jouant un rôle déterminant de façon permanente ou temporaire (habitats capitaux) pour l'espèce (Houde *et al.*, 1998). Nous avons donc identifié les milieux humides comme étant des habitats essentiels à l'espèce, mais plus particulièrement les aulnaies et le cours d'eau principal qui semblent être le centre nerveux de l'écologie de l'espèce. En effet, 65 % des localisations de la saison 1997 se retrouvaient, soit dans des aulnaies, soit dans la rivière. De plus, durant les périodes d'activité de sortie d'hibernation et de pré-hibernation, on retrouve plus de 70 % des localisations en association avec les groupements d'aulnes rugueux (*Alnus rugosa*). Ceci illustre très bien l'intensité avec laquelle les tortues des bois utilisent ces milieux. Ce type de groupement est donc un habitat essentiel à l'espèce étant donné l'importante utilisation qu'en font les tortues des bois.

Nous avons également identifié le site de ponte principal comme étant un habitat essentiel à l'espèce. En effet, depuis 1996, on retrouve en moyenne 31 nids par année sur ce site de ponte (30 à 36 nids). Le succès moyen d'éclosion des nids depuis 1996 est de l'ordre de 75 % (Prud'homme, 2000 rapp. non publ.). La grande quantité de nids retrouvés sur ce site de même que l'utilisation intensive qu'en font les femelles tortues des bois pendant le printemps en font un habitat capital à l'espèce et essentiel à protéger pour assurer la continuité de la population.

Chez la tortue des bois, les hibernacula pourraient également être considérés comme étant des habitats essentiels. En effet, cette espèce est reconnue pour hiberner en groupes (jusqu'à 70 individus) (Bloomer, 1978). L'étude que nous avons menée ne nous a pas permis d'identifier un hibernaculum en particulier qui était susceptible de contenir plusieurs individus. Nous avons cependant identifié certaines sections de rivières où nous retrouvions plusieurs individus (4 à 5) enfouis dans les berges sur une distance de moins de 100 m. La protection des berges revêt donc une importance capitale pour la tortue des bois, puisque cette dernière les utilise de façon très importante lors de la torpeur hivernale.

DISCUSSION

Nos résultats démontrent que la tortue des bois utilise une grande gamme d'habitats tant en milieu terrestre (32 peuplements forestiers) qu'en milieu aquatique (8 milieux aquatiques) au cours des années 1996 et 1997. La grande diversité d'habitats terrestres et aquatiques utilisés par la tortue des bois semble démontrer, à prime abord, que cette dernière serait opportuniste dans l'utilisation des habitats. Cependant, ce n'est pas le cas puisqu'un patron d'utilisation des habitats se dégage pour tous les individus suivis par télémétrie au cours des deux années qu'a duré notre étude. En effet, l'intensité d'utilisation des différents habitats varie dans le temps en fonction des quatre périodes d'activité que nous

avons identifiées. Ceci suggère que l'utilisation des habitats varie dans le temps en fonction des besoins des tortues des bois à mesure que la saison active avance.

Chronologie d'utilisation des habitats

Sortie d'hibernation et pré-hibernation

Nos résultats démontrent que le milieu le plus utilisé par la tortue des bois au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation est l'aulnaie (68,4 % et 80,5 % respectivement). Ces milieux sont pour la plupart en association avec les plans d'eau lotiques et lenticules situés sur la portion basse de l'aire d'étude. L'étroite association entre les tortues et les aulnaies au cours de ces deux périodes pourrait s'expliquer par le fait que les tortues des bois passent l'hiver en torpeur hivernale dans un milieu aquatique et que ces milieux sont presque tous bordés par des bandes d'aulnes rugueux. De plus, les déplacements des tortues sont limités au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation, (température basse) les tortues utilisent donc principalement les bandes riveraines (aulnaies). Une autre hypothèse pour expliquer l'association entre les tortues des bois et les aulnaies serait par la sélection de caractéristiques propres aux aulnaies que rechercheraient les tortues des bois. En effet, les rives de la rivière sont constituées de peuplements relativement variés, et ces peuplements sont très peu utilisés comparativement aux aulnaies.

La proximité de l'eau au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation permet aux individus d'avoir accès à des ressources alimentaires, de contrôler leur température (Foscarini, 1994) et de s'hydrater (Strang, 1983; Foscarini, 1994). La structure des groupements d'aulnes rugueux favorise également la pénétration de la lumière jusqu'au sol et nous avons observé l'émergence hâtive de la végétation au printemps. Ceci permet à la tortue des bois de se chauffer au soleil pour augmenter son métabolisme et d'avoir accès à des ressources alimentaires (aquatiques et terrestres).

Le bain de soleil est le principal moyen utilisé par la tortue des bois pour contrôler sa température (Meek et Avery, 1988). D'ailleurs, la grande majorité des individus que nous avons capturés ou recapturés se chauffaient au soleil sur les berges d'un cours d'eau dans un groupement d'aulnes rugueux. Même si ces groupements sont utilisés de façon plus intensive au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation, ceux-ci sont également utilisés plus que tout autre milieu au cours de toute la saison active de la tortue des bois.

Des études de Quinn et Tate (1991) dans le parc Algonquin en Ontario et de Kaufmann (1992) en Pennsylvanie rapportent également que les aulnaies sont les milieux les plus utilisés par la tortue des bois dans des proportions respectives de 30 % et 25 %. Une étude de Strang (1983) a démontré que la tortue des bois préfère les groupements situés sur la portion basse de l'aire d'étude. Il attribue ceci à la disponibilité alimentaire qui y est présente puisqu'on y retrouve beaucoup

d'herbacées, d'invertébrés et de champignons qui sont tous des aliments consommés par la tortue des bois. Nous avons fait sensiblement la même observation, puisque tous les aliments retrouvés dans des fèces de tortue des bois (12 échantillons) se retrouvaient dans les peuplements d'aulnes rugueux (Caron *et al.*, 1998).

Période de ponte

Durant la période de ponte, les tortues des bois sont réparties dans pratiquement tous les habitats terrestres et aquatiques présents sur l'aire d'étude. Au cours de la période de ponte, les individus font des déplacements importants pour se rendre et revenir de leur site de ponte et rencontrent une grande diversité d'habitats riverains et forestiers lors de ces déplacements. De plus, la majorité des mâles et des femelles, qui ne vont pas pondre, sont également en déplacement au cours de cette période puisque ces tortues se dirigent vers leur aire estivale. Ces facteurs expliquent probablement l'utilisation d'une grande gamme d'habitats au cours de cette période d'activité.

Période estivale

Tout comme pendant la période de ponte, les tortues utilisent presque tous les habitats, tant aquatiques que terrestres, présents sur l'aire d'étude au cours de la période estivale. Cette période est caractérisée par une alimentation intensive de la tortue des bois qui doit accumuler des graisses pour passer l'hiver (Meritt, 1980). La quête alimentaire pousse sans doute les individus à se déplacer et à

utiliser différents habitats pour s'alimenter. Une étude de Strang (1983) a démontré que la tortue des bois recherche sa nourriture en se déplaçant. L'apparition des petits fruits, l'émergence des champignons (Kaufmann, 1992) et la diversité végétale retrouvée dans les milieux forestiers poussent les individus à s'aventurer plus loin à l'intérieur des terres au cours de la période estivale pour fins de quête alimentaire. La température de l'air relativement chaude au cours de cette période favorise le déplacement de plusieurs individus vers les milieux terrestres durant la période estivale.

Au cours de cette période, 44 % des localisations sont à l'eau. Ce qui est plus élevé que ce que rapportent d'autres études. Harding et Bloomer (1979) rapportent qu'il était rare de retrouver des tortues des bois dans l'eau lors des mois d'été sauf lors des périodes sèches. Une moyenne que nous avons calculée à partir de l'étude de Kaufmann (1992) indique que 23 % des localisations étaient en milieux aquatiques au cours de la période estivale.

Des tortues des bois étudiées dans le parc Algonquin (Strang, 1983) étaient dans les milieux aquatiques dans 14 % des observations. On constate donc que les tortues des bois de la région de la Mauricie sont plus aquatiques comparativement à d'autres populations étudiées. Nos résultats semblent donc aller à l'encontre de l'hypothèse avancée par Pentecost et Vogt (1976) qui suggère que les populations situées à l'ouest de l'aire de répartition seraient plus

aquatiques que celles situées à l'est. En effet, la population à l'étude est très aquatique même si cette dernière se situe à l'est de son aire de répartition.

Milieux aquatiques

Malgré une utilisation plus intensive d'habitats forestiers au cours de la période de ponte et la période estivale, un plan d'eau est toujours à proximité des localisations. Ceci permet aux tortues de contrôler leur température lorsque celle-ci est trop basse ou trop haute et d'éviter la dessiccation en retournant périodiquement à l'eau (Strang, 1983). Les nombreux types de milieux aquatiques utilisés par la tortue des bois (marais, marécage, étang à castors, prairie humide, ruisseau, rivière) de même que l'importance de la proportion de localisations retrouvée en milieu aquatique (59,1 %) illustre bien le caractère semi-terrestre de la tortue des bois.

Le degré d'association entre les plans d'eau et les individus varie en fonction du temps. En effet, la proportion des localisations retrouvées dans l'eau varie entre 13 % et 92 % entre les périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation. Le degré d'association entre les individus et les plans d'eau est probablement en relation avec le contrôle de la température (métabolisme), l'hydratation des individus, la quête alimentaire et la reproduction. Lors de la période de sortie d'hibernation, la température de l'air est plus chaude que la température de l'eau. Les individus occupent alors le milieu terrestre (rives) afin d'augmenter leur métabolisme après la torpeur hivernale. Au cours de la période

de ponte, la majorité des individus sont en déplacement via les cours d'eau et le milieu terrestre pour se rendre à leur site de ponte. Les déplacements par le biais des cours d'eau et le réchauffement de la température de l'eau peuvent expliquer la légère augmentation de l'occupation des milieux aquatiques entre la période de sortie d'hibernation et la période de ponte. Durant la période de pré-hibernation, les individus retournent en association avec les cours d'eau afin de contrôler leur température, rechercher un site pour passer l'hiver en torpeur et pour s'accoupler.

Une étude de Kaufmann (1992) suggère que la chronologie d'utilisation des habitats soit en relation avec la température de l'air et l'émergence de la végétation. Parallèlement, Remley et Rhymer (1997) considèrent que la chronologie d'utilisation des habitats serait en relation avec un changement des besoins des individus à mesure que la saison avance. Nos résultats et observations permettent d'appuyer ces deux hypothèses. En effet, notre étude suggère que la chronologie d'utilisation des habitats est en relation avec un changement de comportements se reflétant par l'existence de périodes d'activité distinctes. Ces changements de comportements semblent intimement liés avec la température de l'air.

La chronologie dans l'utilisation des habitats est une notion importante à considérer dans l'établissement de plans de conservation des habitats et de gestion du territoire. Cela permet de prendre conscience de la diversité des habitats utilisés par la tortue des bois dans le temps et de connaître dans quels

milieux se trouvent les individus aux différents moments de l'année. La connaissance de ce phénomène facilite les décisions relatives à la gestion des interventions humaines sur une zone où l'on retrouve des tortues des bois.

Sélection d'habitats

Nos résultats démontrent que la tortue des bois n'utilise pas les habitats de façon aléatoire. En effet, conformément à la définition de Johnson (1980), l'utilisation des habitats n'est pas fonction de leur disponibilité. Des études de Kaufmann (1992) en Pennsylvanie et Foscarini (1994) en Ontario concluent également que la tortue des bois sélectionne des habitats au niveau de la sélection de deuxième ordre (aire de répartition géographique). A l'opposé, Quinn et Tate (1991) affirment que la tortue des bois est opportuniste dans l'utilisation des habitats et que la préférence pour l'utilisation des aulnaies résulte d'une sélection d'habitats ripariens. La tortue sélectionne effectivement des habitats ripariens au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation, mais l'utilisation des ces habitats n'est pas opportuniste. En effet, la grande majorité des localisations se concentre dans les peuplements d'aulnes rugueux alors que d'autres groupements sont présents sur les rivages. Certaines caractéristiques propres aux aulnaies semblent donc pousser la tortue des bois à les sélectionner.

De façon générale, la tortue des bois démontre une préférence dans l'utilisation des milieux humides lotiques (rivières et ruisseau) et lentiques (marais, marécage, étang, étang à castors, prairie humide, méandre abandonné), puisque

le nombre de localisations de tortues dans ce type de milieu est de beaucoup supérieur au nombre de parcelles témoins. Comme les parcelles témoins sont aléatoires, elles sont représentatives d'une utilisation des milieux qui se ferait sans préférence. Les différences d'intensité d'utilisation des habitats nous permettent donc d'identifier les milieux privilégiés par la tortue des bois.

Les milieux forestiers matures ayant un fort recouvrement, composés d'arbres de grandes tailles et âgés sont moins recherchés par la tortue des bois que les milieux humides, puisque le nombre de localisations de tortues des bois est inférieur au nombre de parcelles témoins retrouvées dans ce type de milieu (Figure 14). Le peu de lumière atteignant le sol de même que l'abondance des plantes herbacées étant moins importante que dans des milieux plus ouverts pourraient contribuer à expliquer ce phénomène. La présence de perturbations par des chablis dans les milieux forestiers semble favoriser la présence de l'espèce. Les ouvertures créées par cette perturbation augmentent la quantité de lumière au sol qui est susceptible de favoriser le développement de végétation et la thermorégulation de la tortue des bois.

On retrouve pratiquement autant de localisations de tortues dans des milieux perturbés par des coupes totales que de parcelles témoins. Les coupes totales utilisées par la tortue des bois ne sont pas récentes (10 à 15 ans). Ce sont donc davantage des milieux en régénération où on y retrouve une abondance de petits fruits comestibles (*Rubus idaeus*, *Rubus pubescens*, *Ribes glandulosum*) de

même qu'un couvert arbustif fournissant des abris et n'empêchant pas complètement la lumière de pénétrer jusqu'au sol assurant ainsi la thermorégulation de l'espèce. A l'opposé, les coupes totales récentes ne sont pas utilisées par la tortue des bois. En effet, deux tortues qui utilisaient assidûment un site dans une ancienne coupe totale vieille de 15 ans ont cessé de la fréquenter après que celle-ci ait subi une nouvelle coupe en 1998. Il semblerait donc qu'une coupe totale perturbe le milieu le rendant défavorable à la tortue des bois jusqu'à ce qu'il y ait une régénération de la végétation entraînant une augmentation d'espèces d'intérêt pour la tortue des bois (petits fruits comestibles, couvert herbacé et arbustif). Ce genre de perturbation du milieu, surtout à grande échelle, semble donc peu favorable à l'espèce et serait à éviter dans un milieu où on retrouve des tortues des bois.

Le principal facteur limitant pour la tortue des bois est la température de l'air (Bobyne et Brooks, 1994). En effet, comme cette espèce est poikilotherme, sa température corporelle est régit par la température de l'air et/ou de l'eau. Les facteurs que nous avons identifiés comme jouant un rôle dans le processus de sélection d'habitats (d'après une analyse discriminante « stepwise backward ») peuvent tous influencer la thermorégulation de l'espèce à un moment ou un autre du cycle vital. En effet, les recouvrements arborescents et arbustifs faibles, les couverts de feuillus et les coupes partielles favorisent la pénétration de la lumière du soleil jusqu'au sol. Les milieux mal drainés de même que les milieux aquatiques lotiques et lentiques sont importants pour contrôler la température des tortues lors

des périodes trop froides ou trop chaudes. Les milieux possédant une ou plusieurs de ces caractéristiques sont donc en mesure de répondre à un besoin vital de l'espèce, soit maintenir une température corporelle optimale.

Une étude de Foscarini (1994) en Ontario a démontré qu'il y avait une relation entre l'utilisation de différents habitats et la température. Les milieux utilisés par les tortues des bois variaient en fonction de la relation existant entre la température de l'air des milieux utilisés et la température corporelle des individus. De plus, Foscarini (1994) a démontré que la température corporelle des individus était normalement bien en dessous de la température maximale critique qui est de 41,3 °C (Hutchinson *et al.*, 1966). En effet, les tortues maintenaient leur température corporelle moyenne à 21,2 °C (0,5 °C et 40 °C). Les résultats obtenus par Foscarini (1994) viennent donc appuyer notre hypothèse en suggérant que les milieux utilisés fassent l'objet d'une sélection en relation avec la température ambiante (thermorégulation). D'autres facteurs viennent sûrement influencer les processus de sélection d'habitats chez la tortue des bois en relation avec des besoins et des comportements différents (alimentation, repos, accouplement, ponte), mais les données que nous avons récoltées ne nous permettent pas de les identifier.

Conclusion

De façon générale, la tortue des bois recherche les groupements d'aulnes rugueux de même que les habitats aquatiques lotiques et lentiques, et ce, plus particulièrement au cours des périodes de sortie d'hibernation et de pré-hibernation. L'utilisation des milieux forestiers se fait tout au long de la saison active de la tortue des bois, mais de façon plus importante au cours de la période estivale et de la période de ponte. Les groupements forestiers, qui seraient les plus prisés par la tortue des bois sont relativement jeunes, ont un recouvrement arborescent faible, un recouvrement arbustif haut modéré (35 %), un recouvrement total faible (25 %), la présence d'un couvert de feuillus de même que la proximité d'un milieu aquatique lotique ou lentique.

Même si la tortue des bois utilise des peuplements variés, elle n'utilise pas les habitats de façon aléatoire. En effet, la tortue des bois sélectionne les habitats qu'elle utilise. Nous avançons l'hypothèse que le processus de sélection d'habitats chez la tortue des bois serait en relation avec les besoins de thermorégulation de l'espèce.

D'autres études de sélection portant sur l'utilisation de ressources précises (4^e ordre) pourraient apporter des éclaircissements et identifier d'autres paramètres jouant un rôle dans la sélection d'habitats. Une étude plus détaillée de la sélection alimentaire et l'analyse des données sur les températures de l'air et de l'eau pour

chacune des localisations nous permettrait également de tester certaines des hypothèses que nous avons proposées.

Les paramètres que nous avons identifiés sont utiles et fournissent des indications relativement précises du où et du quand de l'utilisation de certains milieux. Il reste maintenant à préciser le pourquoi de l'utilisation de ces habitats. Les paramètres identifiés pourront être utiles pour élaborer des mesures de conservation et pour développer des outils comme un indice de qualité d'habitats (IQH). De plus, la grande diversité d'habitats utilisés de même que la superficie couverte par les individus étudiés tendent à démontrer que les mesures de protection à apporter aux habitats ne devront pas se limiter uniquement à la protection de quelques peuplements précis, mais bien à la protection d'un amalgame de peuplements variés couvrant une vaste superficie. Une protection intégrale des groupements d'aulnes rugueux, de la rivière et du site de pont principal serait primordiale à considérer pour assurer la protection de cette population. En effet, ces habitats ont été identifiés comme étant des habitats essentiels à l'espèce en raison de leur utilisation intensive et du rôle qu'ils jouent dans l'écologie de l'espèce.

Tableau 4 : Sommaire d'une analyse factorielle des correspondances redressée (AFCR₁) et d'analyses canoniques des correspondances (ACC₁, ACC₂) ayant porté sur les parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399) et les parcelles témoins aléatoires (n = 196).

Analyse	Valeur propre des axes		Corrélation Espèces-Environnement		Variance expliquée						Inertie totale	Longueur du gradient		Monte Carlo
	λ_1	λ_2	r_1	r_2	Espèces			Esp.-env.				L.G. Axe 1	L.G. Axe 2	
					Axe 1	Axe 2	Tous les axes	Axe 1	Axe 2	Tous les axes				
AFCR ₁	0,342	0,214			7,2	11,6	17,2				4,78	3,645	4,082	
ACC ₁	0,247	0,159	0,856	0,814	5,2	8,5	12,3	21,3	35,1	50,8	4,78			p < 0,005
ACC ₂	0,248	0,098	0,850	0,758	5,6	7,9	10,8	27,4	38,3	52,4	4,39			p < 0,005
ACC ₃	0,232	0,149	0,830	0,792	4,9	8,0	11,4	26,7	43,9	62,4	4,52			p < 0,005

Tableau 5 : Comparaison par Chi-carré entre l'usage et la disponibilité des habitats à l'intérieur des domaines vitaux pour 17 tortues des bois suivies pas télémétrie au cours de l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

Tortue	Disponibilité vs utilisation	
	X ²	Probabilité
02	64,2	*
03	33,3	*
04	14,4	*
05	522,0	*
06	147,9	*
07	74,3	*
08	174,4	*
12	257,3	*
14	64,1	*
15	59,8	*
16	55,9	*
17	131,1	*
25	1,3	N.S
26	388,9	*
27	2173,6	*
28	130,9	*
50	15,0	*
74	94,3	*
78	198,9	*
97	67,1	*

* : $p < 0,005$

N.S : Non significatif ($p > 0,05$).

Tableau 6 : Principales variables utilisées par le modèle discriminant pour reclasser les parcelles témoins (n = 196) et les parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399).

Paramètre	F-to-remove	Tolérance	Ordre
Physionomie du milieu			
Recouvrement arbustif haut	37,05	0,73	2
Recouvrement arborescent	21,34	0,80	6
Couvert de feuillus	16,54	0,94	8
Coupes partielles	12,43	0,90	10
Drainage	7,60	0,75	12
Milieux aquatiques lotiques			
Rivière	67,93	0,65	1
Ruisseau	8,97	0,91	11
Milieux aquatiques lentiques			
Étang à castors	34,82	0,85	3
Marais	28,53	0,87	4
Marécage	24,47	0,89	5
Prairie humide	17,01	0,86	7
Lac	13,34	0,85	9
Jackknifed classification matrix			
	Témoins	Tortues	% correcte
Témoins	144	28	84
Tortues	101	297	75

Tableau 7 : Principales caractéristiques et différences dans la physionomie des groupements végétaux pour les parcelles témoins (n = 196) et les parcelles de localisations de tortues des bois (n = 399) d'après une analyse discriminante.

Paramètre	Localisation de tortue	Témoin
Recouvrement		
Arborescent	25 %	42 %
Arbustif haut	35 %	32 %
Arbustif bas	17 %	18 %
Herbacé	26 %	29 %
Muscinale	14 %	20 %
Recouvrement total ligneux		
A (76-100 %)	2 %	12 %
B (51-75 %)	11 %	31 %
C (26-50 %)	19 %	19 %
D (0-25 %)	10 %	8 %
Milieu arbustif	59 %	31 %
Hauteur du peuplement	1-4 m	4-7 m
Âge	16 ans	29 ans
Coupes partielles	15 %	15 %
Coupes totales	7 %	15 %
Châblis	6 %	9 %
Milieux aquatiques lotiques		
Rivière	26 %	6 %
Ruisseau	6 %	2 %
Milieux aquatiques lenthiques		
Étang à castors	11 %	2 %
Marais	6 %	0 %
Marécage	5 %	0 %
Prairie humide	2 %	1 %
Lac	3 %	1 %

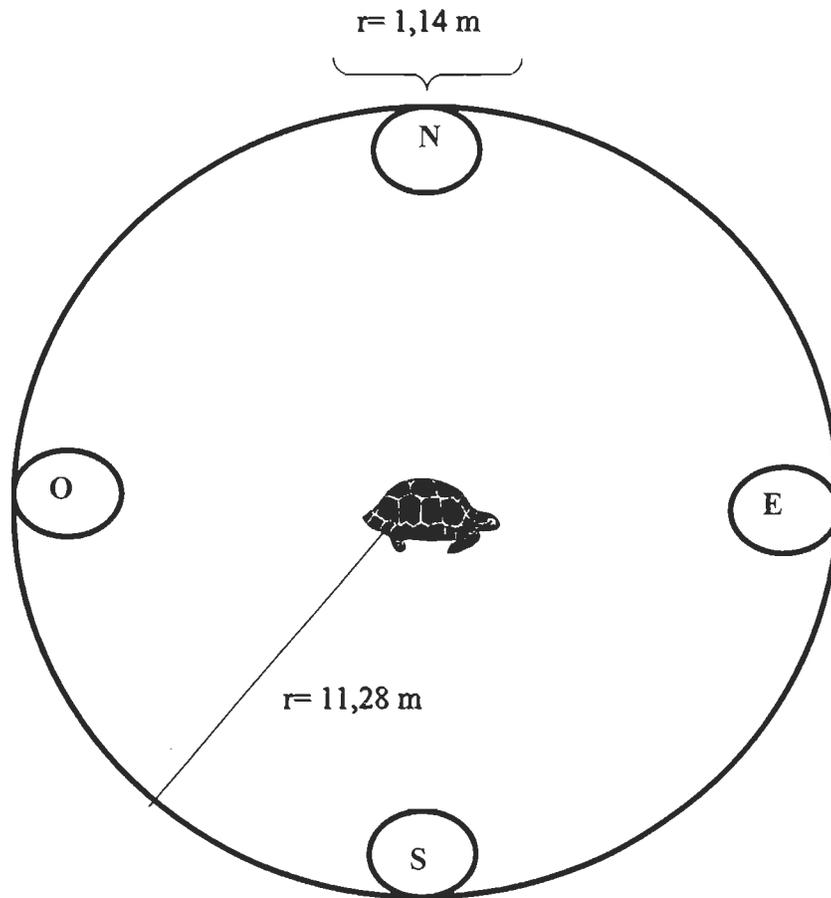


Figure 7 : Schéma illustrant une parcelle échantillon ronde de 400 m^2 utilisée pour délimiter la superficie à échantillonner afin de caractériser les habitats des localisations télémétriques de tortue des bois et des parcelles témoins aléatoires.

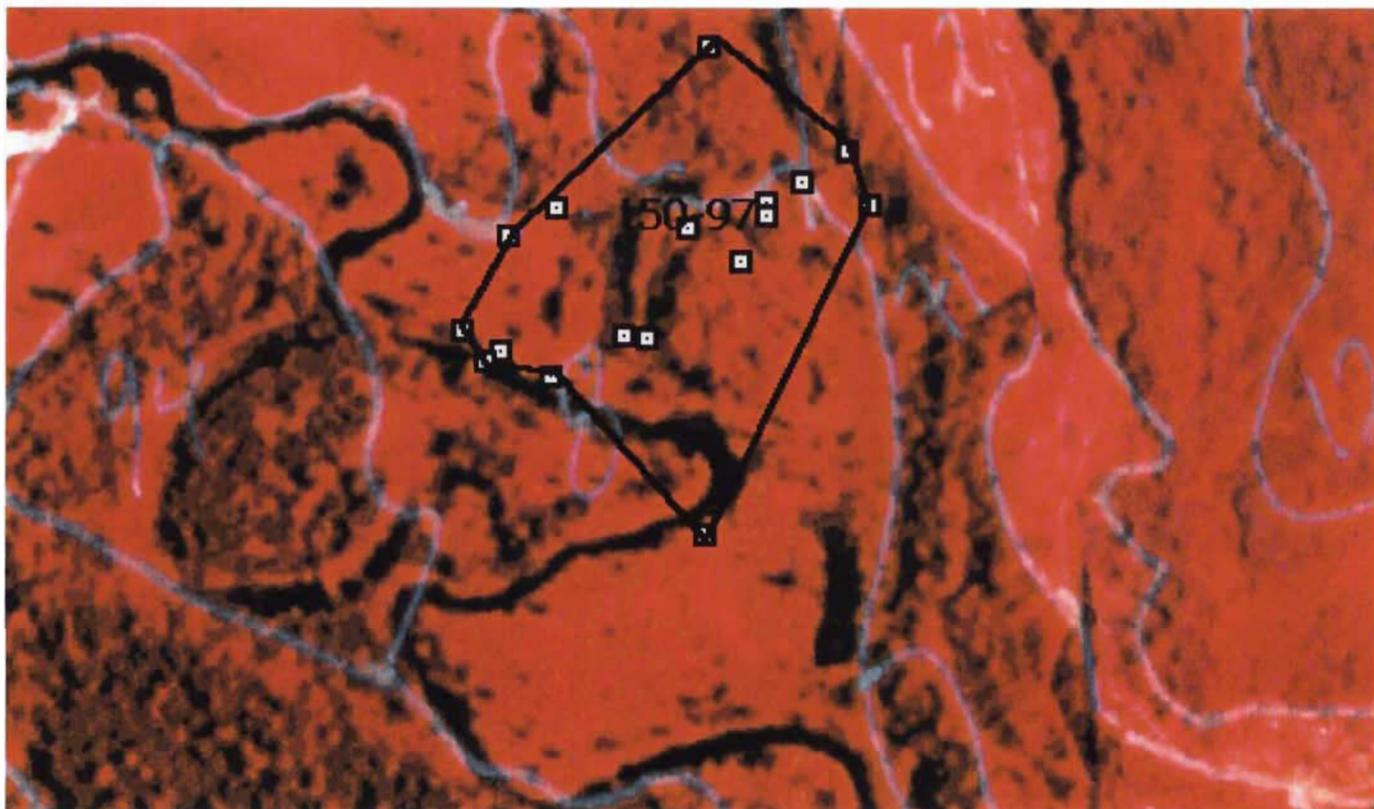


Figure 8 : Domaine vital de la tortue M50 par la méthode du polygone convexe ajusté (MPCa) superposé à une mosaïque d'orthophotos infrarouges (1:15 000) pour l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

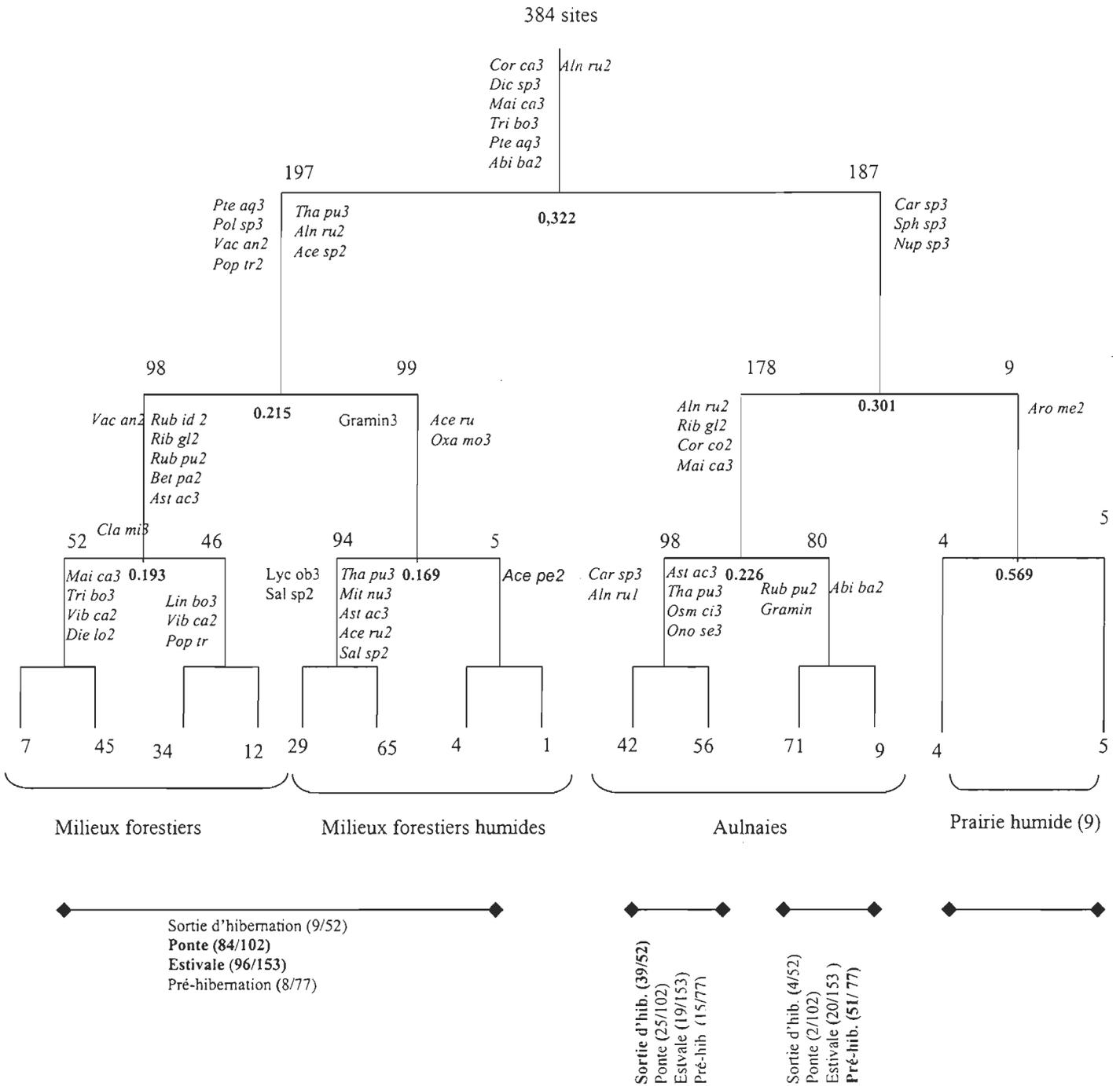


Figure 10 : Dendrogramme simplifié d'une analyse de classification divisive (TWINSpan; Two Way Indicator Species Analysis) ayant porté sur 384 parcelles de localisations de tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

Les valeurs propres sont indiquées sous chacune des divisions et les espèces indicatrices sont représentées par les trois premières lettres du genre et deux ou trois lettres pour l'espèce selon la strate. Lorsque la troisième lettre de l'espèce est remplacée par un chiffre, cela indique la strate : 2 : strate arbustive, 3 : strate herbacée. Si l'espèce est composée de trois lettres, il s'agit de la strate arborescente. Trois cent quatre-vingt-quatre sites ont été retenus par l'analyse puisque pour les 15 sites manquants, il n'y avait aucune espèce végétale présente.

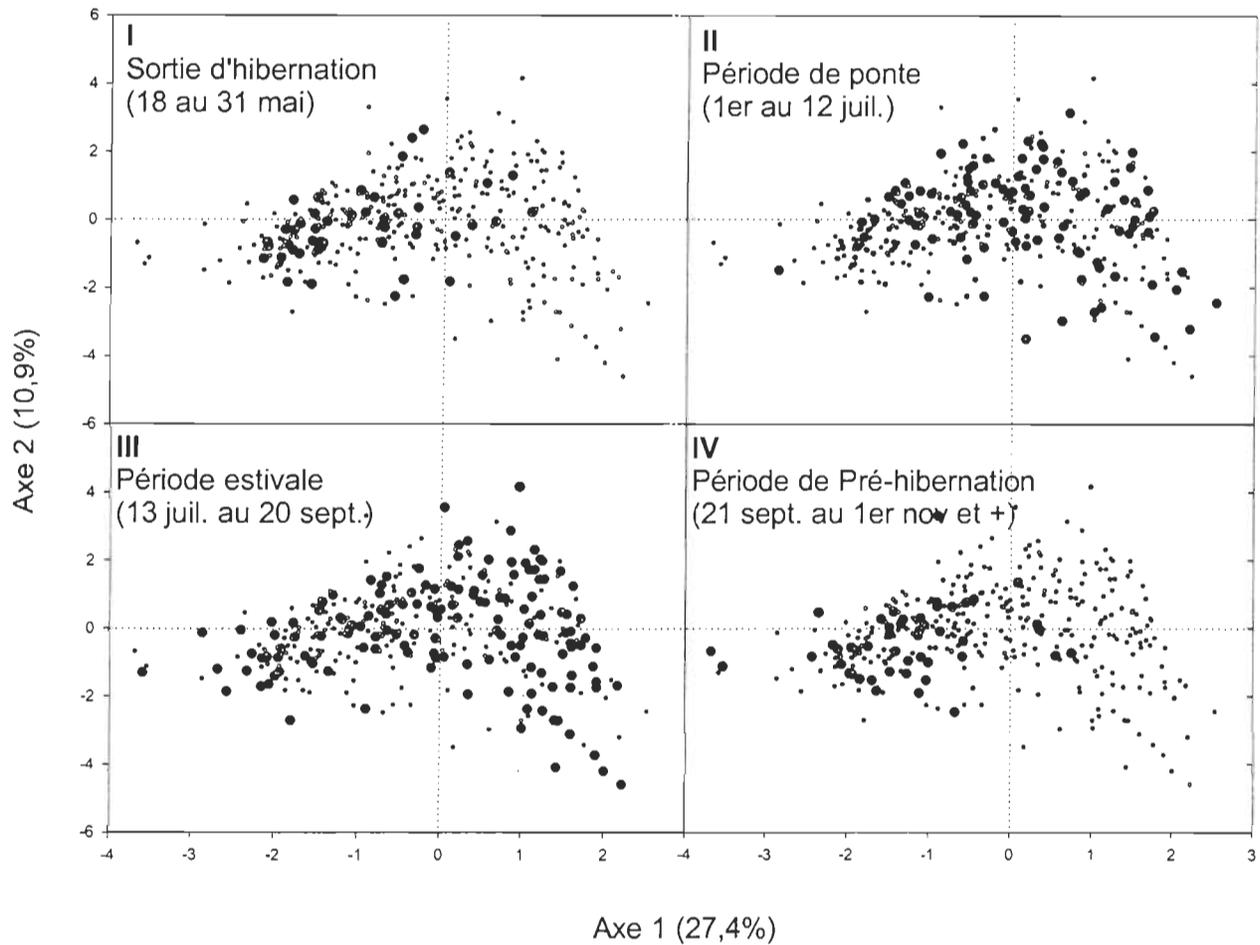


Figure 11: Diagrammes de dispersions des parcelles de localisations de tortues des bois ($n= 399$) et des parcelles témoins aléatoires ($n= 196$) sur les deux premiers axes d'une analyse de correspondance canonique (ACC) pour 20 tortues suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

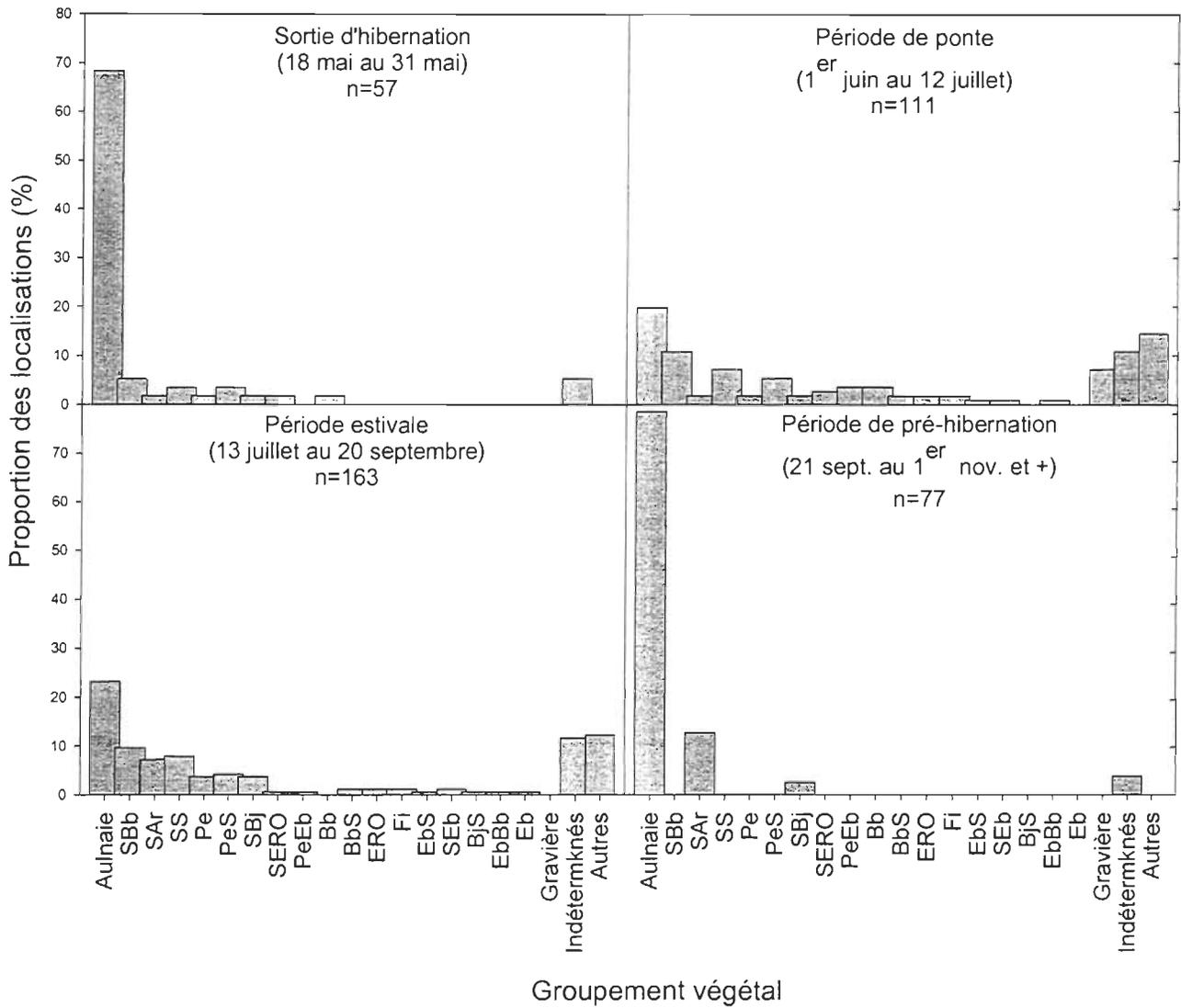


Figure 12: Proportion des localisations de tortue des bois retrouvées dans chacun les principaux groupements végétaux visités par la tortue des bois au cours de l'année 1997 pour différentes périodes d'activité dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

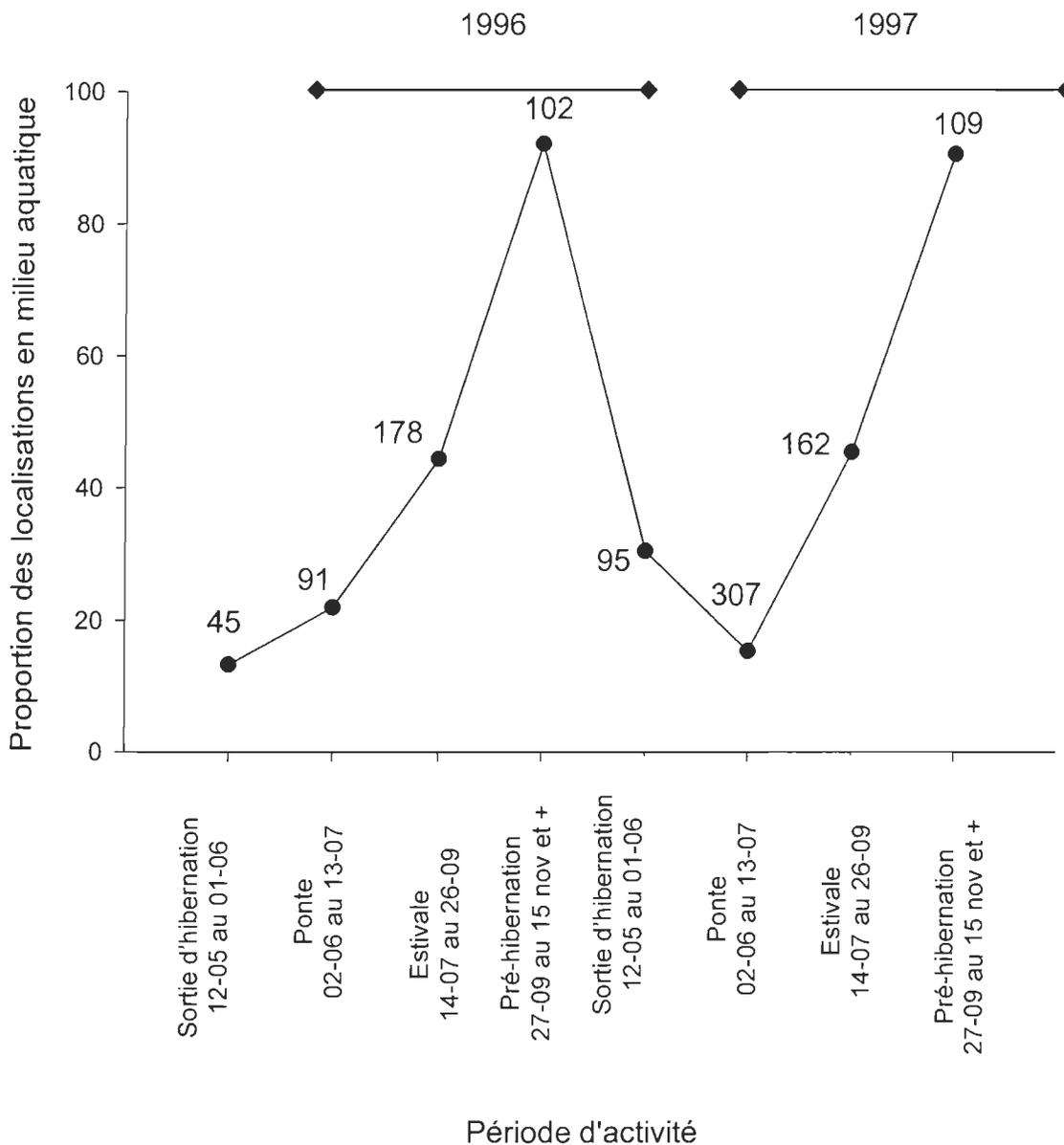


Figure 13: Proportion des localisations quotidiennes et hebdomadaires retrouvées en milieu aquatique pour les différentes périodes d'activité chez 20 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des saisons 1996-1997 en Mauricie. Les chiffres indiquent le nombre de localisations faisant partie de chacune des périodes d'activité.

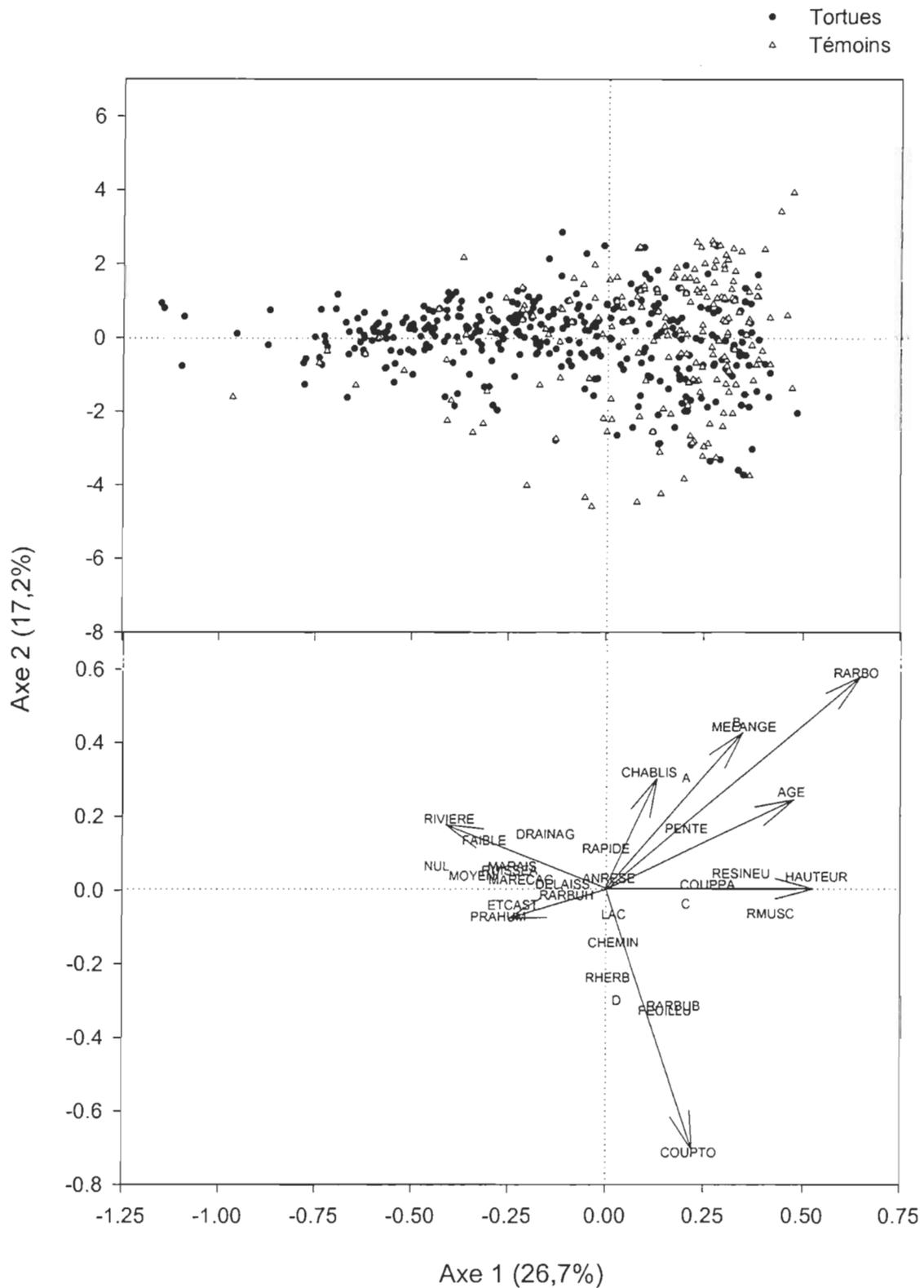


Figure 14 : Diagrammes de dispersion des parcelles de localisations de tortues des bois ($n = 399$) et des parcelles témoins aléatoires ($n = 196$) sur les deux premiers axes d'une analyse de correspondance canonique (ACC) pour 20 tortues des bois suivies par télémétrie dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

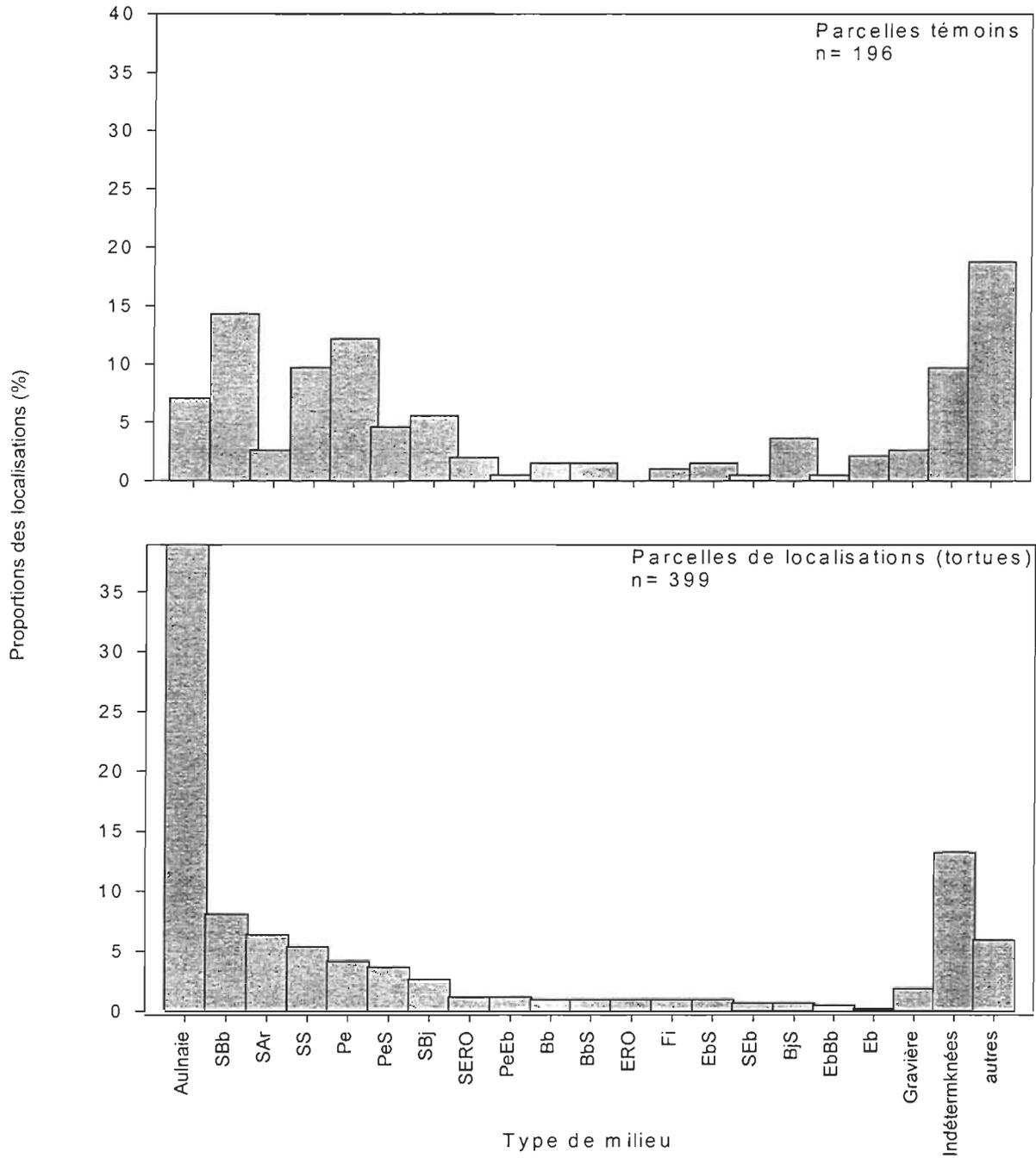


Figure 15 : Proportion des localisations retrouvées dans différents milieux terrestres pour les 196 parcelles témoins aléatoires et les 399 localisations télémétriques de 20 tortues des bois suivies au cours de l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.

SBb : sapinière à bouleaux blancs, SAR : Sapinière à aulnes rugueux, SS : Sapinière à sapins beaumiers, Pe : Peupleraie, PeS : Peupleraie à sapins beaumiers, SBj : Sapinière à bouleaux jaunes, SERO : Sapinière à érables rouges, PeEb : Peupleraie à épinettes blanches, Bb : Bétulaie blanche, BbS : Bétulaie blanche à sapins, ERO : Érablière rouge, Fi : Feuillus intolérants, EbS : Pessière blanche à sapins beaumiers, SEb : Sapinière à épinettes blanches, BJS : Bétulaie jaune à sapins beaumiers, EbBb : Pessière blanche à bouleaux blancs.

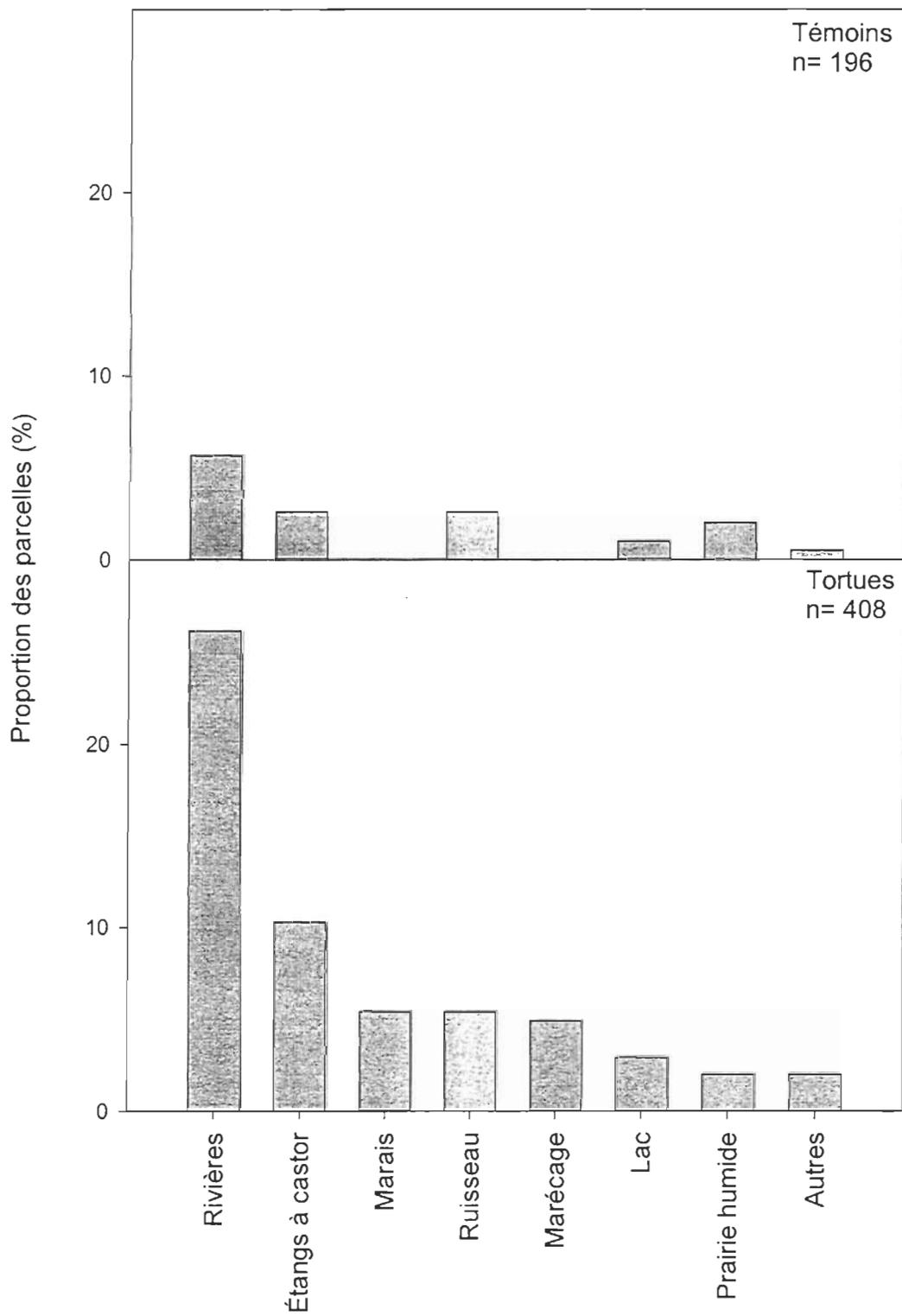


Figure 16 : Proportion des localisations retrouvées dans différents milieux aquatiques pour les 196 parcelles témoins aléatoires et les 399 localisations télémétriques de 20 tortues des bois suivies au cours de l'année 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada

RÉFÉRENCES

- BOBYN, M.L. et J. BROOKS. 1994. Incubation conditions as potential factors limiting the northern range distribution of snapping turtles, *Chelydra serpentina*. *Can. J. Zool.* 72:28-37.
- BREWSTER, K.N., et C.M. BREWSTER. 1991. Movement and microhabitat use by juvenile wood turtles introduced into a riparian habitat. *J. Herpetol.* 25: 379-382.
- CANOCO 4.0. 1998. Logiciel informatique. Ordination canonique des communautés. Microcomputer power. Ithaca, New-York.
- CARON, G., M. ARVISAIS et J.C. BOURGEOIS. 1998. Détermination de l'alimentation de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) en Mauricie par analyse de fèces. Université du Québec à Trois-Rivières. Rapp. non publ. 20 p.
- FOSCARINI, D.A. 1994. Demography of the wood turtle (*Clemmys insculpta*) et habitat selection in the Maitland River valley. M.Sc. Thesis. University of Guelph, Canada. Rapport non publié. 108 p.

- GALOIS, P., et J. BONIN. 1999. Rapport sur la situation de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au Québec. Faune et Parcs Québec. Direction de la Faune et des habitats. Québec. 45 p.
- GARBER, S.D., ET J. BURGER. 1995. A 20-yr study documenting the relationship between turtle decline et human recreation. *Ecol. Applications* 5: 1151-1162.
- HARDING, J.H., ET T.J. BLOOMER. 1979. The wood turtle, *Clemmys insculpta*...a natural history. (*Herp*) Bull. N.Y. Herp. Soc. 15: 9-26.
- HILL, M.O. 1979. TWINSPAN- A Fortran programm for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, New York, USA. 90 p.
- HOUDE, L., N. PERREAULT et J.P. DRAPEAU. 1998. La protection des habitats fauniques sur les terres privées. Rapport de l'équipe de réalisation du chantier. Environnement et faune Québec. 160 p.
- HUTCHINSON, V.H., A. VINEGAR et R. KOSH. 1966. Critical thermal maxima in turtles. *Herpetologica* 22:32-41
- JOHNSON, D.H. 1980. The comparaison of usage and avaibility mesearements for evaluating resource preference. *Ecology*. 61(1) 65-71.

JONGMANN, R.H.G., 1987. Data analysis in community and landscape ecology.
Pudoc Wageningen.

KAUFMANN, J.H. 1992. Habitat use by wood turtles in central Pennsylvania. J.
Herpetol. 26: 315-321.

LALUMIÈRE, R. et M. THIBAUT. 1988. Les forêts du Parc national de la
Mauricie, au Québec. Les presses de l'Université Laval. Québec, Canada.
495 p.

LITZGUS, J.D. ET R.J. BROOKS. 1996. Status of the wood turtle, *Clemmys*
insculpta, in Canada. Status assigned by COSEWIC. Draft copy, Canadian
Wildlife Federation.

MEEK, R. et R.A. AVERY. 1988. Thermoregulation in Chelonians. Herp. J. 1:253-
259.

MERITT, D.A. 1980. The wood turtle, *Clemmys insculpta*. Natural history,
behaviour and food habits. Bull. Chi. Herp. Soc. 15:6-9

ODUM, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology 3rd edition, W.B. Saunders
Company, Philadelphia.

OWEN, M. 1972. Some factors affecting food intake and selection in white-fronted geese. *J. Anim. Ecol.* 41:79-92.

PENTECOST, E.D. et R.C. VOGT. 1976. Amphibians and reptiles of the Lake Michigan drainage basin In : *Environmental status of the Lake Michigan region*. Vol. 16. Argonne Nat. Lab. 69 p.

PRUD'HOMME, C. 2000. Synthèse et analyse des connaissances sur la population de tortue des bois du Parc national de la Mauricie et du bassin de la rivière Shawinigan. Société de la Faune et des Parcs du Québec. Rapport préliminaire non publié. 124 p.

QUINN, N.W.S., et D.P. TATE. 1991. Seasonal movements and habitat of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in Algonquin Park, Canada. *J. Herpetol.* 25: 217-220.

REMLEY, M. et J. RHYMER. 1997. Nesting Ecology and Habitat Use of Wood Turtles in Western Maine. Rapport non publié. 29 p.

SAUCIER, J-P., J-P. BERGER, H. D'AVIGNON et P. RACINE. 1994. Le point d'observation écologique. Gouvernement du Québec. Ministère des ressources naturelles. 116 p.

- SCHERRER, B. 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin éditeur. Boucherville, Québec, Canada. 850 p.
- STRANG, C.A. 1983. Spatial et temporal activity patterns in two terrestrial turtles. J. Herpetol. 17: 43-47.
- SOFTMAP 3.0. 1997. Logiciel informatique. Formatek inc. Québec, Canada.
- SYSTAT 7.0 pour Windows. 1997. Logiciel informatique. SPSS science Marketing Department. Chicago.
- TER BRAAK, C.J.F. 1986. Canonical correspondence analysis : a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. Ecology. 67(5) 1167-1179.
- THOMAS, D.L. et E.J.TAYLOR. 1990. Study designs and tests for comparing resource use and availability. J. Wildl. Manage. 54(2) 322-330.
- TWINSpan. 1987. Logiciel informatique. Cornell university. Ithaca, New-York.
- WALDE, A. ET R. BIDER. 1999. Ecology of the wood turtle, *Clemmys insculpta*, at the northern limite of its range. Québec, Canada. En préparation.

WHITE G.C. ET R.A. GARROTT. 1990. Analysis of Wildlife radio-tracking data.

Academic press. London. 377 p.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Cette étude amène des résultats intéressants et inédits sur la sélection d'habitats à l'intérieur des domaines vitaux chez la tortue des bois en Mauricie. Ces résultats sont certes précieux en termes d'acquisition de connaissances sur l'espèce, mais également en termes de gestion des habitats et de conservation des populations de tortue des bois. Nos résultats permettront de faciliter les décisions relatives à l'application de mesures de gestion des habitats et pourront mener à l'élaboration de plans de rétablissement de l'espèce, si le besoin s'en fait sentir. Notre étude permet de formuler certaines recommandations qui seraient importantes à considérer pour assurer le maintien de la population de la Mauricie, pour élaborer des plans de rétablissement de l'espèce et de gestion des habitats essentiels à la tortue des bois.

1- Adopter le statut d'espèce vulnérable : Étant donné que les populations de tortue des bois sont considérées comme étant en déclin sur l'ensemble de l'aire de répartition, qui est relativement limitée, et que les exigences d'habitats de cette espèce sont particulières (non aléatoires) et variées dans le temps et dans l'espace; l'adoption du statut d'espèce vulnérable serait souhaitable pour la population étudiée afin de protéger ces habitats essentiels que l'on ne retrouve pas partout.

2- Création d'une bande de protection riveraine : La protection d'une bande riveraine d'au moins 500 m permettrait d'inclure 100 % des localisations des 20 individus que nous avons suivis au cours des saisons 1996 et 1997. Toute la superficie utilisée par ces tortues serait protégée par la mise en place de cette mesure. Il faut cependant rester prudent, car ces conclusions se basent sur des résultats obtenus à partir du suivi d'un faible pourcentage des individus composant la population de la Mauricie. Il est probable que d'autres individus s'aventurent plus loin des cours d'eau que ceux que nous avons suivis. C'est pourquoi la protection d'une bande riveraine de 500 m constitue un minimum dans l'élaboration des plans de conservation.

Le maintien de la population repose sur la survie des adultes et le recrutement de jeunes. Cependant, une étude réalisée dans le Michigan rapporte qu'il faudrait réimplanter de 50 à 100 tortues des bois juvéniles dans un milieu pour compenser la perte d'une seule tortue adulte dans une population (Harding, 1990). On ne peut donc pas se permettre d'exposer les individus adultes aux aléas du milieu qui sont susceptibles d'être néfastes au maintien de la population (coupes, cueillettes, fragmentation des habitats).

De plus, comme la majorité des activités de la tortue des bois se concentre en milieu riverain et que celle-ci est sensible aux dérangements, nous suggérons de limiter les perturbations des milieux riverains (chalet, route, pont, agriculture). Nous suggérons également de limiter au maximum les perturbations et le

dérangement par les activités humaines (pêche, chasse, randonnée, canot) dans les zones où l'on retrouve des populations de tortue des bois afin de limiter la collecte de spécimens en milieu naturel.

3- Protection intégrale des groupements d'aulnes rugueux : Comme les groupements d'aulnes rugueux sont utilisés de façon intensive tout au long de la saison active de la tortue des bois, nous suggérons d'apporter des mesures de protection intégrale de ce type de peuplement.

4- Prescription de coupe forestière compatible avec le maintien et l'augmentation des habitats recherchés par la tortue des bois : Idéalement, on devrait limiter au maximum les coupes forestières sur de grandes superficies, puisque ces dernières semblent défavorables à l'espèce sur une longue période. Les coupes partielles sur de petites superficies (imitant les chablis) seraient susceptibles de créer des habitats favorables à l'espèce en milieu forestier par la création de trouées. De plus, si des coupes forestières doivent être réalisées sur l'aire d'étude, nous suggérons que ces dernières soient effectuées durant l'hiver alors que les tortues des bois sont dans l'eau pour la torpeur hivernale. Nous déconseillons fortement que les coupes forestières aient lieu à une autre saison, puisque des individus sont susceptibles de se retrouver en milieu terrestre.

5- Faire un suivi de la population aux deux ans pour connaître la tendance de celle-ci : Les données recueillies jusqu'à présent suggèrent que la population de la Mauricie se porte bien (Walde, 1998), mais on ne peut tirer de conclusions sur l'état de la population qu'en effectuant un suivi à long terme. Plusieurs préoccupations ont été soulevées dans la région de notre zone d'étude et qui ont trait aux effets néfastes du dérangement humain et de la perte d'habitats riverains associés au développement de la villégiature et de zones d'habitations. Nous suggérons d'effectuer un suivi des habitats, des développements riverains et parallèlement de la population de tortue des bois aux deux ans afin de suivre l'évolution du milieu et de la population de tortue des bois. Ce suivi permettrait de dresser un patron d'évolution du milieu et de connaître la tendance de la population de la Mauricie (stable, croissance, déclin) qui n'est pas connue à ce jour (absence de données historiques). Une fréquence de deux ans est suggérée, puisqu'une étude réalisée en Ontario (Maitland river) a démontré qu'une population de tortue des bois aurait décliné de 50 % entre 1997 et 1999 (Brooks, 1999).

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES DE L'INTRODUCTION
ET DE LA CONCLUSION GÉNÉRALE**

- ALCOCK, J. 1993. Animal behavior : an evolutionary approach. Sinauer associates, inc. Publishers. 625 p.
- BARZILAY, S. 1980. Orientation and homing of the wood turtle (*Clemmys insculpta*). Ph.D. Diss. Rutgers Univ. New Jersey. 189 p.
- BEAULIEU, H. 1993. Liste des espèces de la faune vertébrée susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec. 107 p.
- BIDER, R. et S. MATTE. 1994. Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec. Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent et Ministère de l'environnement et de la faune du Québec, Direction de la faune et des habitats.
- BLOOMER, T.J. 1978. Hibernacula congregating in the genus *Clemmys*. J. NOAH 4: 37-42.

- BREWSTER, K.N., et C.M. BREWSTER. 1991. Movement and microhabitat use by juvenile wood turtles introduced into a riparian habitat. *J. Herpetol.* 25: 379-382.
- BROOKS, J.R. 1999. Wood turtle (*Clemmys insculpta*) numbers in southern Ontario. Résumé de conférence. Réseau canadien de conservation des amphibiens et reptiles. Québec.
- CARROLL, T.E., et D.W. EHRENFELD. 1978. Intermediate-range homing in the wood turtle, *Clemmys insculpta*. *Copeia* 1978:117-126.
- DAIGLE, C. 1996. Inventaires de la tortue des bois au Québec. Rapport d'étape. Années 1994 et 1995. Direction de la faune et des habitats. Service de la faune terrestre. Ministère de l'Environnement et de la Faune.
- ERNST, C.H. 1968. A turtle's territory. *Int. Turt. et Tort. Soc. J.* 2: 9-34.
- ERNST, C.H. 1986. Environmental temperatures and activities in the wood turtle, *Clemmys insculpta*. *J. Herpetol.* 20: 222-229.
- ERNST, C.H., J.E. LOVICH et R.W. BARBOUR. 1994. Turtles of the United States and Canada. Smithsonian institution press, Washington, D.C. 578 p.

- FARRELL, R.F., et T.E. GRAHAM. 1991. Ecological notes on the turtle *Clemmys insculpta* in northwestern New Jersey. J. Herpetol. 25: 1-9.
- FOSCARINI, D.A. 1994. Demography of the wood turtle (*Clemmys insculpta*) and habitat selection in the Maitland River valley. M.Sc. Thesis. University of Guelph, Canada. 108 p.
- GALLERANI E. J. et A. R. RODGERS. 1994. Comparaison of several home range estimators computed in commonly used software packages. Northern prairie wildlife research center.
- GALOIS, P., et J. BONIN. 1999. Rapport sur la situation de la tortue des bois (*Clemmys insculpta*) au Québec. Faune et Parcs Québec. Direction de la Faune et des habitats. Québec. 45 p.
- GARBER, S.D., J. BURGER, J. HARDING, C. ERNST, S. TUTTLE et J. DAVIS. 1994. Petition for the listing of the north american wood turtle as a threatened species- Executive summary. Unpublished summary report to th United States Fish and Wildlife Service. 3 p.
- GARBER, S.D., et J. BURGER. 1995. A 20-yr study documenting the relationship between turtle decline and human recreation. Ecol. Applications 5: 1151-1162.

- GRAHAM, T.E., et J. DADAH-TOSTI. 1981. Temperature effects on locomotor patterns in the wood turtle, *Clemmys insculpta*. Bull. Maryland Herp. Soc. 17: 74-77.
- GRAHAM, T.E., et J.E. FORSBERG. 1991. Aquatic oxygen uptake by naturally wintering wood turtles *Clemmys insculpta*. Copeia 1991: 836-838.
- HARDING, J.H. 1990. A twenty years turtle study in Michigan : implications for conservation. First international Symposium on Turtles and Tortoises : Conservation and captive Husbandry.
- HARDING, J.H., et T.J. BLOOMER. 1979. The wood turtle, *Clemmys insculpta*...a natural history. (Herp) Bull. N.Y. Herp. Soc. 15: 9-26.
- HARESTAD, A. S., et BUNNELL, F. L., 1979. Home range and body weight : a reevaluation. Ecology, 60(2) 389-402.
- HUTCHINSON, V.H., VINEGAR, A., ET R. KOSH. 1966. Critical thermal maxima in turtles. Herpetologica 22: 32-41.
- JEWELL, P.A. 1966. The concept of home range in mammals. Symp. Zool. Soc. Lon. 18: 85-109.

- JOHNSON, D.H. 1980. The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference. *Ecology* 61(1) 65-71.
- KAUFMANN, J.H. 1992. Habitat use by wood turtles in central Pennsylvania. *J. Herpetol.* 26: 315-321.
- KAUFMANN, J.H. 1995. Home ranges and movements of wood turtles, *Clemmys insculpta*, in central Pennsylvania. *Copeia* 1995: 22-27.
- KLEMENS, M.W. 1991. Proposal to amend CITES Appendix II, with addition : Wood turtle, *Clemmys insculpta* (Le Conte). Dept. Herpetology, New-York. 7 p.
- LITZGUS, J.D. et R.J. BROOKS. 1996. Status of the wood turtle, *Clemmys insculpta*, in Canada. Status assigned by COSEWIC. Draft copy, Canadian Wildlife Federation.
- OWEN, M. 1972. Some factors affecting food intake and selection in white-fronted geese. *J. Anim. Ecol.* 41:79-92.
- PARMALEE, P.W. et W.E. KLIPPEL. 1981. Remains of the wood turtle *Clemmys insculpta* (Le Conte) from late pleistocene deposit in middle Tennessee. *Amer. Midl. Nat.* 105(2) 413-416.

- QUINN, N.W.S., et D.P. TATE. 1991. Seasonal movements and habitat of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in Algonquin Park, Canada. J. Herpetol. 25: 217-220.
- REMLEY, M. et J. RHYMER. 1997. Nesting Ecology and Habitat Use of Wood Turtles in Western Maine. Rapport non publié.
- ROSE, B. 1982. Lizard home ranges : Methodology and functions. J. of herp. 16(3) 253-269.
- ROSS, D.A., BREWSTER, K.N., ETERSON, R.K., RATNER, N., et C.M. BREWSTER. 1991. Aspects of the ecology of wood turtles, *Clemmys insculpta*, in Wisconsin. Can. Field-Nat. 105: 363-367.
- SAUMURE, R. 1997. Growth, mutilation, and age structure of two populations of wood turtles (*Clemmys insculpta*) in southern Québec. Thesis. McGillUniversity, Montréal.
- SOUTHWOOD, T. R. 1966. Ecological methods : with particular reference to the study of insect population. London.
- THOMAS, D. L. ET TAYLOR, E. J. 1990. Study designs and tests for comparing ressource use and avaibility. J. Wildl. Manage. 54(2) 322-330.

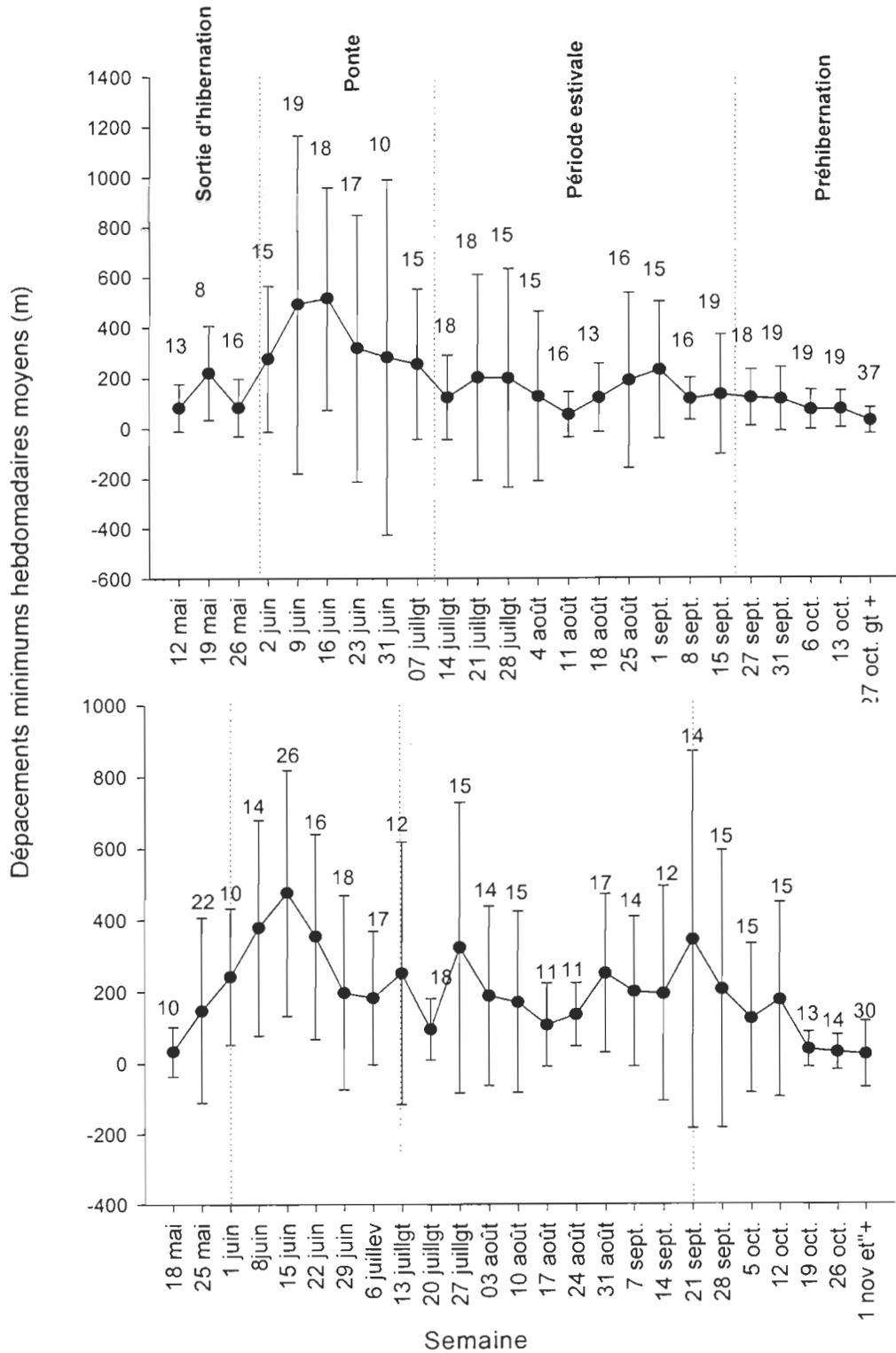
ULTSCH, G.R. 1989. Ecology et physiology of hibernation et overwintering among freshwater fishes, turtles, et snakes. Biol. Rev. 64: 435-516.

WALDE, A. et J.R. BIDER. 1998. Démographie et écologie de la nidification de la tortue des bois *Clemmys insculpta*, dans la région de la Mauricie, Québec. Rapport pour Parcs Canada-Patrimoine canadien. 42 p.

WOODS, G.T. 1945. Rate of travel of the wood turtle. Copeia 1945: 49.

ANNEXE 1

Patron général des déplacements minimums hebdomadaires moyens pour 20 tortues des bois suivies par télémétrie au cours des années 1996 et 1997 dans la région de la Mauricie, Québec, Canada.



ANNEXE 2

Liste des paramètres environnementaux qui ont été évalués sur le terrain avec les valeurs moyennes de chacun de ces paramètres pour les localisations de tortues et les parcelles témoins aléatoires.

Paramètres	Classes de paramètres	Tortues	Témoins
Recouvrement des strates	Arborescente	25 %	42 %
	Arbustive haute	35 %	32 %
	Arbustive basse	17 %	18 %
	Herbacée	26 %	29 %
	Muscinale	14 %	20 %
Recouvrement total ligneux	A (76-100 %)	2 %	12 %
	B (51-75 %)	11 %	31 %
	C (26-50 %)	19 %	19 %
	D (0-25 %)	10 %	8 %
	Milieu arbustif	59 %	31 %
Type de couvert	Feuillu	4 %	15 %
	Mélangé	30 %	43 %
	Résineux	9 %	19 %
Hauteur	1 (1-4 m)	X	
	2 (4-7 m)		X
	3 (7-12 m)		
	4 (12-17 m)		
	5 (17-22 m)		
	6 (22 m et +)		
Âge	1 (0-10 ans)		
	2 (11-20 ans)	X	
	3 (21-30 ans)		X
	4 (31-40 ans)		
	5 (41-50 ans)		
	6 (51-60 ans)		
	7 (61-70 ans)		
	8 (71-80 ans)		
	9 (81 ans et +)		
Perturbations	Ancien réservoir	2 %	1 %
	Castor (coupes)	7 %	2 %
	Chablis	6 %	9 %
	Chemin	1 %	3 %

(Suite)

Paramètres	Classes de paramètres	Tortues	Témoins
	Coupe partielle	15 %	15 %
	Coupe totale	7 %	15 %
	Épidémie partielle	0	0
	Épidémie grave	1 %	0
	Feu	3 %	10 %
Texture du sol	Limon	2 %	2 %
	Loam limoneux	5 %	10 %
	Loam	0	10 %
	Loam argileux	1 %	3 %
	Loam limono-argileux	3 %	1 %
	Argile limoneuse	0	0
	Argile	2 %	3 %
	Argile sableuse	0	0
	Loam sablo-argileux	0	0
	Loam sableux	5 %	5 %
	Sable loameux	15 %	20 %
	Sable	21 %	32 %
Pierrosité	Graviers (2-75 mm)	1 %	3 %
	Cailloux (75-250 mm)	0	3 %
	Pierres (250-600 mm)	0	2 %
	Blocs (600 mm et +)	5 %	14 %
Type d'humus	Mull	3 %	4 %
	Moder	45 %	63 %
	Mor	3 %	10 %
	Tourbe	2 %	1 %
	Anmoor	0	0
	Minérale	10 %	12 %
Drainage	1 (Rapide)		
	2 (Bon)	X	X
	3 (Modérément bon)		
	4 (Imparfait)		
	5 (Mauvais)		
	6 (Très mauvais)		
Milieus aquatiques	Ancien réservoir	1 %	0,3 %
	Délaissé	1 %	0
	Étang à castors	11 %	2 %
	Lac	3 %	1 %
	Marais	6 %	0
	Marécage	5 %	0
	Mare temporaire	0,2 %	0
	Prairie humide	2 %	1 %

(Suite)

Paramètres	Classes de paramètres	Tortues	Témoins
	Rivière	27 %	6 %
	Ruisseau	6 %	2 %
Vitesse de courant	Nulle	28 %	6 %
	Faible	14 %	3 %
	Moyen	13 %	4 %
	Rapide	0,3 %	1 %
Pente (degré)	1 (0-10)	X	
	2 (11-20)		X
	3 (21-30)		
	4 (31-40)		
	5 (41-50)		
	6 (51-60)		
	7 (61-70)		
	8 (71-80)		
	9 (81-90)		

Épaisseur de la lithière.

Profondeur de l'eau.

ANNEXE 3

Liste des espèces des strates arborescente, arbustive et herbacée
qui ont été identifiées au cours de la saison 1997.

Nom latin	Nom français	Code
Strate arborescente		
<i>Abies balsamea</i>	Sapin beaumier	<i>Abi bal</i>
<i>Acer pennsylvanicum</i>	Érable de Pennsylvanie	<i>Ace pen</i>
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge	<i>Ace rub</i>
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	<i>Ace sac</i>
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épi	<i>Ace spi</i>
<i>Alnus rugosa</i>	Aulne rugeux	<i>Aln rug</i>
<i>Betula alleghaniensis</i>	Bouleau jaune	<i>Bet all</i>
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau blanc	<i>Bet pap</i>
<i>Betula populifolia</i>	Bouleau gris	<i>Bet pop</i>
<i>Corylus cornuta</i>	Noisetier à long bec	<i>Cor cor</i>
<i>Fagus grandifolia</i>	Hêtre à grande feuilles	<i>Fag gra</i>
<i>Fraxinus americana</i>	Frêne d'Amérique	<i>Fra ame</i>
<i>Fraxinus nigra</i>	Frêne noir	<i>Fra nig</i>
<i>Larix laricina</i>	Mélèze laricin	<i>Lar lar</i>
<i>Picea glauca</i>	Épinette blanche	<i>Pic gla</i>
<i>Picea mariana</i>	Épinette noir	<i>Pic mar</i>
<i>Pinus banksiana</i>	Pin gris	<i>Pin ban</i>
<i>Pinus resinosa</i>	Pin rouge	<i>Pin res</i>
<i>Pinus strobus</i>	Pin blanc	<i>Pin str</i>
<i>Populus balsamifera</i>	Peuplier baumier	<i>Pop bal</i>
<i>Populus deltoides</i>	Peuplier deltoïde	<i>Pop del</i>
<i>Populus grandidentata</i>	Peuplier à grandes dents	<i>Pop gra</i>
<i>Populus tremuloides</i>	Peuplier faux tremble	<i>Pop tre</i>
<i>Prunus virginiana</i>	Cerisier de Virginie	<i>Pru vir</i>
<i>Prunus pennsylvanica</i>	Cerisier de Pennsylvanie	<i>Prun pen</i>
<i>Salix</i> sp.	Saule sp.	<i>Sal sp</i>
<i>Sorbus americana</i>	Sorbier d'Amérique	<i>Sor ame</i>
<i>Thuja occidentalis</i>	Thuja occidentale	<i>Thu occ</i>
<i>Tsuga canadensis</i>	Pruche	<i>Tsu can</i>
<i>Ulmus americana</i>	Orme d'Amérique	<i>Ulm ame</i>
<i>Ulmus rubrum</i>	Orme rouge	<i>Ulm rub</i>
<i>Viburnum cassinoides</i>	Viorne cassinoïde	<i>Vib cas</i>

Strate arbustive

<i>Abies balsamea</i>	Sapin beaumier	<i>Abi ba2</i>
<i>Acer saccharinum</i>	Érable argenté	<i>Ace ar2</i>
<i>Acer pennsylvanicum</i>	Érable de Pennsylvanie	<i>Ace pe2</i>
<i>Acer rubrum</i>	Érable rouge	<i>Ace ru2</i>
<i>Acer saccharum</i>	Érable à sucre	<i>Ace sa2</i>
<i>Acer spicatum</i>	Érable à épis	<i>Ace sp2</i>
<i>Actea rubra</i>	Actée rouge	<i>Act ro2</i>
<i>Alnus rugosa</i>	Aulne rugueux	<i>Aln ru2</i>
<i>Amélanchier sp.</i>	Amélanchier sp.	<i>Ame sp2</i>
<i>Apocynum androseamifolium</i>	Apocym à feuilles d'androsèmes	<i>Apo an2</i>
<i>Aronia melanocarpa</i>	Aronia noir	<i>Aro me2</i>
<i>Betula alleghaniensis</i>	Bouleau jaune	<i>Bet al2</i>
<i>Betula papyrifera</i>	Bouleau blanc	<i>Bet pa2</i>
<i>Betula populifolia</i>	Bouleau gris	<i>Bet po2</i>
<i>Cassandra calyculata</i>	Cassandre caliculé	<i>Cas ca2</i>
<i>Cornus alternifolia</i>	Cornouiller à feuilles alternes	<i>Cor al2</i>
<i>Corylus cornuta</i>	noisetier à long bec	<i>Cor co2</i>
<i>Cornus stolonifera</i>	Cornouiller stolonifère	<i>Cor st2</i>
<i>Diervilla lonicera</i>	Dierville chevrefeuille	<i>Die lo2</i>
<i>Dirca palustris</i>	Dirca palustris	<i>Dir pa2</i>
<i>Epigea repens</i>	Épigée rampante	<i>Epi re2</i>
<i>Rhus radicans</i>	Herbe à puce	<i>Rhu ra2</i>
<i>Fagus grandifolia</i>	Hêtre à grandes feuilles	<i>Fag gr2</i>
<i>Fraxinus americana</i>	Frêne d'Amérique	<i>Fra am2</i>
<i>Fraxinus nigra</i>	Frêne noir	<i>Fra ni2</i>
<i>Fragaria virginiana</i>	Fraisier de Virginie	<i>Fra vi2</i>
<i>Gaultheria procubens</i>	Thé des bois	<i>Gau pr2</i>
<i>Kalmia angustifolia</i>	Kalmia à feuilles étroites	<i>Kal an2</i>
<i>Larix laricina</i>	Mélèze laricin	<i>Lar la2</i>
<i>Ledum groenlandicum</i>	Thé du labrador	<i>Led gr2</i>
<i>Lonicera canadensis</i>	Chevrefeuille du Canada	<i>Lon ca2</i>
<i>Rubus sp.</i>	Mûrier sp.	<i>Mur sp2</i>
<i>Myrica gale</i>	Myrique beaumier	<i>Myr ga2</i>
<i>Némopanthus mucronatus</i>	Némopanthe mucroné	<i>Nem mu2</i>
<i>Picea glauca</i>	Épinette blanche	<i>Pic gl2</i>
<i>Picea mariana</i>	Épinette noir	<i>Pic ma2</i>
<i>Pinus banksiana</i>	Pin gris	<i>Pin ba2</i>
<i>Pinus resinosa</i>	Pin rouge	<i>Pin re2</i>
<i>Pinus strobus</i>	Pin blanc	<i>Pin st2</i>
<i>Populus balsamifera</i>	Peuplier beaumier	<i>Pop ba2</i>
<i>Populus deltoides</i>	Peuplier deltoïde	<i>Pop de2</i>
<i>Populus grandidentata</i>	Peuplier à grandes dents	<i>Pop gr2</i>

Strate arbustive (suite)

<i>Populus tremuloides</i>	Peuplier faux tremble	<i>Pop tr2</i>
<i>Prunus pennsylvanica</i>	Cerisier de Pennsylvanie	<i>Pru pe2</i>
<i>Prunus virginiana</i>	cerisier de Virginie	<i>Pru vi2</i>
<i>Quercus rubra</i>	Chêne rouge	<i>Que ru2</i>
<i>Rhus thypina</i>	Vinaigrier	<i>Rhu ty2</i>
<i>Ribes glandulosum</i>	Gadellier glanduleux	<i>Rib gl2</i>
<i>Ribes lacustre</i>	Gadellier lacustre	<i>Rib la2</i>
<i>Ribes triste</i>	Gadellier amer	<i>Rib tr2</i>
<i>Rubus idaeus</i>	Framboisier	<i>Rub id2</i>
<i>Rubus pubescens</i>	Ronce pubescente	<i>Rub pu2</i>
<i>Salix sp.</i>	Saule sp.	<i>Sal sp2</i>
<i>Sambucus canadensis</i>	Sureau blanc	<i>Sam ca2</i>
<i>Sambucus pubens</i>	Sureau rouge	<i>Sam pu2</i>
<i>Sorbus americana</i>	Sorbier d'amérique	<i>Sor am2</i>
<i>Spiraea latifolia</i>	Spirée à larges feuilles	<i>Spi la2</i>
<i>Taxus canadensis</i>	If du Canada	<i>Tax ca2</i>
<i>Thuja occidentalis</i>	Thuya occidental	<i>Thu oc2</i>
<i>Tsuga canadensis</i>	Tsuga du Canada	<i>Tsu ca2</i>
<i>Ulmus americana</i>	Orme d'Amérique	<i>Ulm am2</i>
<i>Vaccinium angustifolium</i>	Airelle à feuilles étroites	<i>Vac an2</i>
<i>Vaccinium myrtilloides</i>	Airelle fausse myrtille	<i>Vac my2</i>
<i>Vaccinium sp.</i>	Airelle sp.	<i>Vac sp2</i>
<i>Viburnum alnifolium</i>	Viorne à feuilles d'aulne	<i>Vib al2</i>
<i>Viburnum cassinoïdes</i>	Viorne cassinoïde	<i>Vib ca2</i>
<i>Viburnum trilobul</i>	Viorne trilobée	<i>Vib tr2</i>
<i>Vitis riparia</i>	Vigne des rivages	<i>Vit ri2</i>

Strate herbacée

<i>Achillea millefolium</i>	Achillée mille-feuilles	<i>Ach mi3</i>
<i>Actea rubra</i>	Actée rouge	<i>Act ru3</i>
<i>Anaphalis margaritacea</i>	Anaphale marguerite	<i>Ana ma3</i>
<i>Aralia nudicaulis</i>	Aralie à tige nue	<i>Ara nu3</i>
<i>Aralia racemosa</i>	Aralie à grappe	<i>Ara ra3</i>
<i>Arisaema atrorubens</i>	Petit prêcheur	<i>Ari at3</i>
<i>Asclepias sp.</i>	Asclépiade sp.	<i>Asc sp3</i>
<i>Aster acuminatus</i>	Aster acuminée	<i>Ast ac3</i>
<i>Aster macrophyllus</i>	Aster à grandes feuilles	<i>Ast ma3</i>
<i>Aster sp.</i>	Aster sp.	<i>Ast sp3</i>
<i>Athrium filix-femina</i>	Athrium fougère-femelle	<i>Ath ff3</i>
<i>Bazzania trilobata</i>	Bazzanie trilobée	<i>Baz tr3</i>
<i>Calamagrostis canadensis</i>	Calamagrostis du Canada	<i>Cal ca3</i>
<i>Carum carvi</i>	Carvi commun	<i>Car ca3</i>

Strate herbacée (suite)

<i>Carex</i> sp.	<i>Carex</i> sp.	<i>Car</i> sp3
<i>Champignon</i>	Champignon	<i>champi</i> 3
<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Marguerite	<i>Chr</i> le3
<i>Cirsium</i> sp.	Chardon sp.	<i>Cir</i> sp3
<i>Claytonie caroliniana</i>	Claytonie de Caroline	<i>Cla</i> ca3
	Cladonie à tête rouge	<i>Cla</i> cr3
<i>Cladina mitis</i>	Cladine douce	<i>Cla</i> mi3
<i>Clintonia borealis</i>	Clintonie boréale	<i>Cli</i> bo3
<i>Coptis groenlandica</i>	Coptide du Groenland	<i>Cop</i> gr3
<i>Cornus canadensis</i>	Quatre-temps	<i>Cor</i> ca3
<i>Cypripedium</i> sp.	sabot de la vierge	<i>Cyp</i> sp3
<i>Dalibarda repens</i>	Dalibarde rampante	<i>Dal</i> re3
<i>Dicranum</i> sp.	Dicrane sp.	<i>Dic</i> sp3
<i>Drosera rotundifolia</i>	Rosolis à feuilles rondes	<i>Dro</i> ro3
<i>Dryopteris disjuncta</i>	Dryoptéride disjointe	<i>Dry</i> di3
<i>Dryopteris marginalis</i>	Dryoptéride marginale	<i>Dry</i> ma3
<i>Dryopteris novaboracensis</i>	Dryoptéride de New-York	<i>Dry</i> no3
<i>Dryopteris phegopteris</i>	Dryptéride du Hêtre	<i>Dry</i> ph3
<i>Dryopteris spinulosa</i>	Dryptéride spinuleuse	<i>Dry</i> sp3
<i>Echinocystis lobata</i>	Concombre grimpant	<i>Ech</i> lo3
<i>Epilobium angustifolium</i>	Épilobe à feuilles étroites	<i>Epi</i> an3
<i>Equisetum</i> sp.	Prêle	<i>Equ</i> sp3
<i>Eupatorium maculatum</i>	Eupatoire maculée	<i>Eup</i> ma3
<i>Gailium</i> sp.	Gaillet sp.	<i>Gal</i> sp3
<i>Gentiana andrewsii</i>	Gentiane d'Andrews	<i>Gen</i> an3
<i>Gentiana linearis</i>	Gentiane à feuilles linéaires	<i>Gen</i> li3
<i>Geum rivale</i>	Benoîte des ruisseau	<i>Geu</i> ri3
Graminé sp.	Graminé sp.	<i>Gramin</i> 3
<i>Hieracium</i> sp.	Épervière sp.	<i>Hie</i> sp3
<i>Hypericum</i> sp.	Millepertuis	<i>Hyp</i> sp3
<i>Impatiens capensis</i>	Impatiente du cap	<i>Imp</i> ca3
<i>Iris versicolor</i>	Iris versicolore	<i>Iri</i> ve3
<i>Juncus</i> sp.	Joncs sp.	<i>Jun</i> sp3
<i>Lemna minor</i>	Lentille d'eau	<i>Lem</i> mi3
<i>Linnea borealis</i>	Linnée boréale	<i>Lin</i> bo3
<i>Lycopodium clavatum</i>	Lycodode claviforme	<i>Lyc</i> cl3
<i>Lycopodium complanatum</i>	Lycopode aplati	<i>Lyc</i> co3
<i>Lycopodium lucidulum</i>	Lycopode brillant	<i>Lyc</i> lu3
<i>Lycopodium obscurum</i>	Lycopode obscure	<i>Lyc</i> ob3
<i>Lycopus uniflorus</i>	Lycope uniflore	<i>Lyc</i> un3
<i>Maianthemum canadense</i>	Maienthème du Canada	<i>Mai</i> ca3
<i>Medeola virginiana</i>	Médéole de Virginie	<i>Med</i> vi3
<i>Melilotus</i> sp.	Mélilot sp.	<i>Mel</i> sp3

Strate herbacée (suite)

<i>Mentha canadensis</i>	Menthe du Canada	<i>Men ca3</i>
<i>Mitrella nuda</i>	Mitrelle nue	<i>Mit nu3</i>
<i>Mnum</i> sp.	Mnie sp.	<i>Mnie3</i>
<i>Monotropa uniflora</i>	Monotope uniflore	<i>Mon un3</i>
<i>Nuphar</i> sp.	Nénuphar sp.	<i>Nup sp3</i>
<i>Onoclea sensibilis</i>	Onoclée sensible	<i>Ono se3</i>
<i>Osmunda cinnamomea</i>	Osmonde cannelle	<i>Osm ci3</i>
<i>Osmunda claytoniana</i>	Osmonde de Clayton	<i>Osm cl3</i>
<i>Osmunda regalis</i>	Osmonde royale	<i>Osm re3</i>
<i>Oxalis montana</i>	Oxalide de montagne	<i>Oxa mo3</i>
<i>Panax</i> sp.	Ginseng sp.	<i>Pan sp3</i>
<i>Plantago</i> sp.	Plantain	<i>Pla sp3</i>
<i>Poa</i> sp.	Pâturin sp.	<i>Poa sp3</i>
<i>Polystichum braunii</i>	Polystic de Braun	<i>Pol br3</i>
<i>Polygonatum pubescens</i>	Sceau salomon	<i>Pol pu3</i>
<i>Polytrichum</i> sp.	Polytric sp.	<i>Pol sp3</i>
<i>Polypodium virginianum</i>	Polypode de virginie	<i>Pol vi3</i>
<i>Pontederia cordata</i>	Pontédérie cordée	<i>Pon co3</i>
<i>Potamogeton natans</i>	Potamogeton flottant	<i>Pot na3</i>
<i>Prenanthes trifoliata</i>	Prenanthe trifoliée	<i>Pre tr3</i>
<i>Prunella vulgaris</i>	Prunelle vulgaire	<i>Pru vu3</i>
<i>Pteridium aquilinum</i>	Ptéridium des aigles	<i>Pte aq3</i>
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	Hypne cimier	<i>Pti cc3</i>
<i>Pyrola asarifolia</i>	Pyrole à feuilles d'Asaret	<i>Pyr as3</i>
<i>Pyrola elliptica</i>	Pyrole elliptique	<i>Pyr el3</i>
<i>Pyrola secunda</i>	Pyrole unilatérale	<i>Pyr se3</i>
<i>Pyrola</i> sp.	Pyrole sp.	<i>Pyr sp3</i>
<i>Sagittaria</i> sp.	Sagitaire sp.	<i>Sag sp3</i>
<i>Sarracenia purpurea</i>	Sarracénie pourpre	<i>Sar pu3</i>
<i>Scutellaria epilobifolia</i>	Scutellaire à feuilles d'épilobe	<i>Scu ep3</i>
<i>Scutellaria</i> sp.	Scutellaire sp.	<i>Scu sp3</i>
<i>Silene cucubalus</i>	Silène renflée	<i>Sil cu3</i>
<i>Smilacina racemosa</i>	Smilacine à grappes	<i>Smi ra3</i>
<i>Smilacina trifolia</i>	Smilacine trifoliée	<i>Smi tr3</i>
<i>Solidago</i> sp.	Verge d'or	<i>Sol sp3</i>
<i>Sphagnum</i> sp.	Sphaigne sp.	<i>Sph sp3</i>
<i>Spiraea latifolia</i>	Spirée à larges feuilles	<i>Spi la3</i>
<i>Steironema ciliatum</i>	Steironema cilié	<i>Ste ci3</i>
<i>Streptopus amplexifolius</i>	Streptope amplexicaule	<i>Str am3</i>
<i>Streptopus roseus</i>	Streptope rose	<i>Str ro3</i>
<i>Taraxacum officinale</i>	Pissenlit	<i>Tar of3</i>
<i>Thalictrum pubescens</i>	Pigamon pubescent	<i>Tha pu3</i>
<i>Tiarella cordifolia</i>	Tiarelle cordifoliée	<i>Tia co3</i>

Strate herbacée (suite)

<i>Trientalis borealis</i>	Trientale boréale	<i>Tri bo3</i>
<i>Trillium erectum</i>	Trille rouge	<i>Tri er3</i>
<i>Trillium grandiflorum</i>	Trille blanc	<i>Tri gr3</i>
<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des champs	<i>Tri pr3</i>
<i>Typha angustifolia</i>	Quenouille à feuilles étroites	<i>Typ an3</i>
<i>Typha latifolia</i>	Quenouille à feuilles larges	<i>Typ la3</i>
<i>Uvularia sessifolia</i>	Uvulaire à feuilles sessiles	<i>Uvu se3</i>
<i>Vicia cracca</i>	Vesce jargeau	<i>Vic cr3</i>
<i>Viola</i> sp.	Violette sp.	<i>Vio sp.</i>

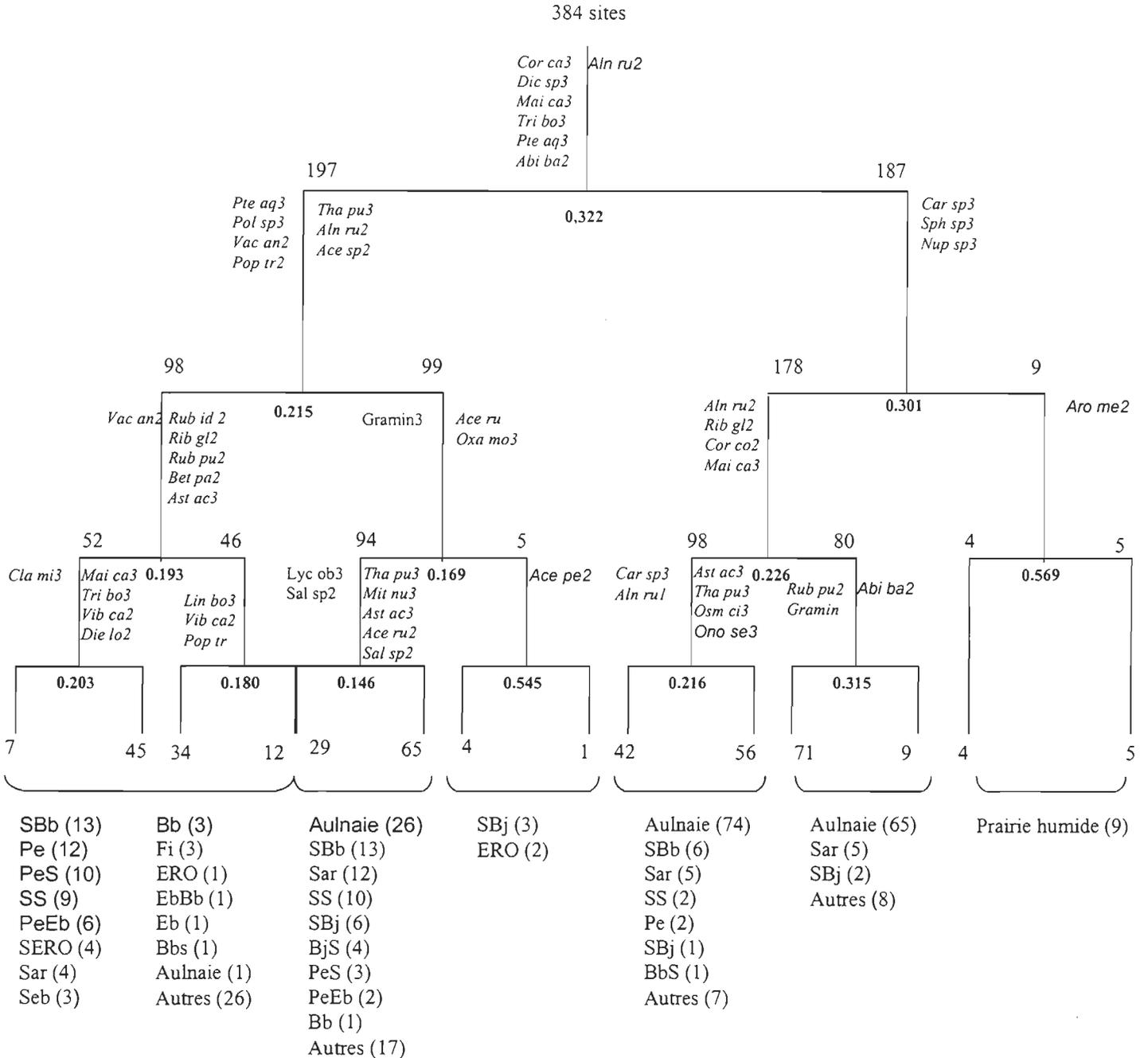
ANNEXE 4

Liste des groupements qui ont été inventoriés au cours de la saison 1997 pour les parcelles témoins et les localisations de tortues.

Peuplement	Abréviation
Bétulaie	B
bétulaie blanche	Bb
bétulaie blanche à épinettes blanches	BbEb
bétulaie blanche à peupliers faux-tremble	BbPe
bétulaie blanche à sapins	BbS
betulaie jaune	BJ
betulaie jaune à peupliers faux-tremble	BJPE
betulaie jaune à sapins	BJS
bétulaie jaune à sapins et pruches	BjSPu
bétulaie jaune à sapins et thujas occidentals	BjSC
cédrière à sapins	CS
éablière à sucre à bouleaux jaunes	ESBJ
éablière à sucre à sapins beaumiers et bouleaux jaunes	ESSBJ
éablière rouge	ERO
éablière rouge à bouleaux jaunes	EROBJ
éablière rouge à peupliers faux-tremble	EROPE
feuillus intolérants	FI
frenaie noire	FN
frenaie noire à aulnes rugueux	FNAR
frenaie noire à sapins	FnS
pessière blanche à bouleaux blancs	EbBb
pessière blanche à bouleaux jaunes et thujas occidentals	EbBjC
pessière blanche à érables rouges et bouleaux blancs	EbEroBb
pessière blanche à feuillus intolérants	EbFi
pessière blanche à frênes noirs	EbFn
pessière blanche à peupliers faux-tremble	EbPe
pessière blanche à pins blancs	EBPB
pessière blanche à pins blancs et à sapins	EbPbS
pessière blanche à sapins	EbS
pessière blanche à sapins et thujas occidentals	EbSC
pessière noire à sapins	EMS
Peupleraie	Pe
peupleraie à bouleaux blancs et érables rouges	PEBBERO
peupleraie à épinettes blanches	PeEb
peupleraie à érables à épis	PEESP
peupleraie à sapins	PeS
pinède blanche à épinettes blanches	PbEb
pinède blanche à épinettes blanches et à thujas occidentals	PBEBC
pinède blanche à épinettes noires	PBEN

Peuplement	Abréviation
pinède blanche à sapins	PBS
pinède grise à sapins	PgS
pinède rouge à sapins	PRS
sapinière à aulnes rugueux	Sar
sapinière à bouleaux blancs	SBb
sapinière à bouleaux blancs et érables rouges	SBBERO
sapinière à bouleaux blancs et thujas occidentals	SBBC
sapinière à bouleaux jaunes	SBj
sapinière à bouleaux jaunes et thujas occidentals	SBjC
sapinière à épinettes blanches	Seb
sapinière à érables bâtards	SEE
sapinière à érables rouges	Sero
sapinière à feuillus intolérants	Sfi
sapinière à frênes noirs	SFn
sapinière à peupliers faux-tremble	SPE
sapinière à pins rouges	SPR
sapinière à sapins	SS
sapinière à thujas occidentals et pins blancs	SCPb

ANNEXE 5



Dendrogramme de 384 parcelles de localisations de tortues des bois divisées par une analyse de TWINSpan (Two Way Indicator Species Analysis). Les valeurs propres sont indiquées à chacune des divisions, et les espèces indicatrices sont représentées par les trois premières lettres du genre et deux ou trois lettres pour l'espèce selon la strate : 2 : strate arbustive, 3 : strate herbacée. Si l'espèce est composée de trois lettres, il s'agit de la strate arborescente. Trois cent quatre-vingt-quatre sites ont été retenus par l'analyse, puisque pour les 15 sites manquants, il n'y avait aucune espèce végétale présente.