

**ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ
DES EMPRISES DE LIGNES
DE TRANSPORT D'ÉNERGIE
ÉLECTRIQUE EN FORÊT MIXTE**

Rapport

présenté à

Hydro-Québec
Vice-présidence Environnement et Collectivités
Service Milieu naturel

Décembre 1996
par



**ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ
DES EMPRISES DE LIGNES
DE TRANSPORT D'ÉNERGIE
ÉLECTRIQUE EN FORÊT MIXTE**

Rapport

présenté à

Hydro-Québec
Vice-présidence Environnement et Collectivités
Service Milieu naturel

Décembre 1996
par





RAPPORT D'ÉTUDE : SOMMAIRE

Auteurs et titre (pour fins de citation) :

DESHAYE, J., J. BRUNELLE et F. MORNEAU. 1996. *Étude de la biodiversité des emprises de lignes de transport d'énergie électrique en forêt mixte*. Rapport pour la vice-présidence Environnement et Collectivités, Hydro-Québec. FORAMEC inc., Québec. 80 pages et annexes.

Résumé :

Cette étude décrit la contribution à la biodiversité d'une triple emprise de lignes de transport d'énergie électrique à 735 kV située en forêt mixte. Construite en 1965 et élargie en 1966 et 1973, cette emprise, située à Saint-Cassien-des-Caps, comté de Charlevoix, est étudiée en fonction de la diversité de 5 groupes d'organismes, soit les plantes vasculaires, les amphibiens, les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Les méthodes utilisées sont décrites pour chaque groupe d'organismes. Un total de 328 espèces ont été observées dans la zone d'étude, soit 241 plantes vasculaires, 62 oiseaux, 16 mammifères, 7 amphibiens et 2 reptiles. De ces nombres, 225 plantes vasculaires, au moins 40 oiseaux, 15 mammifères, 6 amphibiens et 2 reptiles sont présents dans l'emprise. Par ailleurs, la musaraigne fuligineuse et le campagnol-lemming de Cooper, espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec, ont été recensés dans l'emprise. Effectuée dans un contexte global de conservation de la biodiversité, cette étude apporte quelques observations concernant la dynamique des emprises ainsi que certains éléments d'évaluation concernant les écrans arbustifs utilisés comme mesure de protection des cours d'eau dans les emprises.

Mots-clés :

Biodiversité, flore vasculaire, amphibiens, reptiles, mammifères, oiseaux, faune aviaire, forêt mixte, emprise, lignes de transport, méthodes d'échantillonnage.



ÉQUIPE DE TRAVAIL

FORAMEC inc.

Direction du projet	Monsieur Jacques Ouzilleau
Botaniste	Monsieur Jean Deshayé
Chargée de projet - Biologiste	Madame Josée Brunelle
Géographe - Cartographe	Madame Brigitte Boucher
Technicien en protection de l'environnement	Monsieur Yan Larouche
Technicienne en protection de l'environnement	Madame Annie Plourde
Responsable de l'administration	Madame Louise Tourigny
Secrétariat	Madame Christiane Arpin

G.R.E.B.E. inc.

Omithologue	Monsieur François Morneau
-------------	---------------------------

HYDRO-QUÉBEC, vice-présidence Environnement et Collectivités

Chargé de programme - Ressources et habitats terrestres	Monsieur Marcel Laperle
Conseiller en recherche - Biologie terrestre	Monsieur G. Jean Doucet
Conseiller en recherche - Biologie terrestre	Monsieur Michel Giguère
Stagiaire universitaire en biologie	Monsieur Guillaume Larocque
Stagiaire universitaire en biologie	Madame Janie Larivière

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RAPPORT D'ÉTUDE : SOMMAIRE	iii
ÉQUIPE DE TRAVAIL	v
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES ANNEXES	xi
1 INTRODUCTION	1
2 OBJECTIFS ET DÉMARCHE	3
2.1 SÉLECTION DES CRITÈRES D'ANALYSE.....	3
2.2 LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE.....	6
2.3 TYPES D'ORGANISMES RETENUS	8
3 LA FLORE VASCULAIRE	11
3.1 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE.....	11
3.1.1 Approche générale	11
3.1.2 Plan d'échantillonnage.....	12
3.2 RÉSULTATS.....	14
3.2.1 Forêt	18
3.2.2 Emprise.....	21
3.2.3 Écrans arbustifs	24
3.3 ANALYSE.....	25
3.3.1 Flore vasculaire.....	25
3.3.2 Communautés	27
3.3.3 Dynamique de l'emprise.....	30
3.3.4 Indicateurs biologiques.....	31
3.4 DISCUSSION.....	32

TABLE DES MATIÈRES (SUITE)

	Page
4 L'AVIFAUNE	33
4.1 MÉTHODES	33
4.1.1 Dénombrement de l'avifaune	33
4.1.2 Échantillonnage.....	35
4.1.3 Description de l'environnement des parcelles-échantillons.....	37
4.1.4 Analyse des données.....	38
4.2 RÉSULTATS ET DISCUSSION	39
4.2.1 Généralités	39
4.2.2 Comparaison de l'environnement des strates	40
4.2.3 Comparaison de la diversité aviaire entre les strates	41
4.2.4 Comparaison des densités entre les strates.....	42
4.2.5 Discussion	46
5 LES AMPHIBIENS ET LES REPTILES	47
5.1 MÉTHODES	47
5.1.1 Plan d'échantillonnage.....	47
5.1.2 Inventaire.....	50
5.2 RÉSULTATS.....	53
5.3 DISCUSSION.....	57
6 LES MAMMIFÈRES	61
6.1 MÉTHODES	61
6.1.1 Insectivores, petits rongeurs.....	61
6.1.2 Autres espèces.....	62
6.2 RÉSULTATS.....	62
6.3 DISCUSSION.....	63
7 DISCUSSION GÉNÉRALE	67
8 CONCLUSION ET PERSPECTIVES	71
9 RÉFÉRENCES	73

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 2-1. Biodiversité maximale probable de la forêt mixte.	9
Tableau 3-1. Répartition des 241 espèces vasculaires recensées selon leurs affinités biogéographiques.	16
Tableau 3-2. Répartition des 167 espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités biogéographiques.	16
Tableau 3-3. Répartition de la fréquence (poids démographique) des espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités biogéographiques.	17
Tableau 3-4. Répartition des nombres d'espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités écologiques et l'habitat.	27
Tableau 3-5. Répartition de l'importance (poids démographique) des espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités écologiques et l'habitat.	27
Tableau 4-1. Effectif des parcelles-échantillons sélectionnées pour l'étude de l'avifaune.	37
Tableau 4-2. Description des variables utilisées pour décrire l'environnement des parcelles-échantillons.	38
Tableau 4-3. Comparaison des variables environnementales entre les strates « emprise », « lisière » et « forêt ».	41
Tableau 4-4. Comparaison de la richesse entre les strates.	42
Tableau 4-5. Comparaison de la densité totale entre les strates (nombre de couples/ha).	43
Tableau 4-6. Comparaison des abondances relatives (nombre de couples/parcelle-échantillon) des espèces d'oiseaux entre les strates.	44
Tableau 5-1. Localisation des stations d'échantillonnage (S) le long des transects de piégeage (T) dans la triple emprise de lignes à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.	48
Tableau 5-2. Localisation des stations d'échantillonnage (S) le long des transects de piégeage (T) dans les 2 écrans arbustifs de la triple emprise de lignes à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.	48
Tableau 5-3. Chants d'anoures recensés dans les mares de l'emprise de mai à août 1996.	54

LISTE DES TABLEAUX (SUITE)

	Page
Tableau 7-1. Biodiversité recensée dans la triple emprise de lignes électriques, Saint-Cassien-des-Caps.....	67
Tableau 7-2. Biodiversité probable de la zone d'étude avant la construction de la triple emprise de lignes électriques, Saint-Cassien-des-Caps.....	68

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 2-1. Localisation de la zone d'étude.....	7
Figure 3-1. Schéma du plan d'échantillonnage pour l'étude de la flore vasculaire dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	15
Figure 3-2. Courbes cumulatives du nombre d'espèces vasculaires échantillonnées le long des transects perpendiculaires à la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	19
Figure 3-3. Courbe cumulative du nombre d'espèces vasculaires échantillonnées dans les 2 écrans arbustifs perpendiculaires à la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.	20
Figure 3-4. Structure des 3 communautés échantillonnées le long de la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	22
Figure 4-1. Schéma du plan d'échantillonnage pour l'étude de l'avifaune dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	36
Figure 5-1. Schéma du plan d'échantillonnage pour l'étude des amphibiens, des reptiles et des petits mammifères dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	49

LISTE DES FIGURES (SUITE)

	Page
Figure 5-2. Dispositif expérimental d'unités de piégeage associées à des clôtures de dérive.	52
Figure 5-3. Proportion des espèces capturées d'amphibiens et de reptiles selon les milieux dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	56
Figure 6-1. Proportion des espèces capturées de petits mammifères selon les milieux dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.....	64

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1.	Historique de l'entretien de l'emprise des lignes 7007, 7008 et 7023
Annexe 2.	Listes annotées des espèces recensées
Annexe 3.	Fiches de terrain pour l'étude de l'avifaune
Annexe 4.	Pièges utilisés pour l'étude des amphibiens, reptiles et petits mammifères

1 INTRODUCTION

Hydro-Québec s'est engagée envers le gouvernement et la population à devenir partenaire dans la promotion du développement durable, dont la conservation de la biodiversité est un des enjeux. Dans la stratégie de mise en oeuvre au Québec de la Convention internationale sur la diversité biologique (Québec, 1996), une des priorités identifiées est la connaissance du milieu en termes de diversité d'habitats et d'espèces.

Pour plusieurs, conservation signifie « laisser à l'état naturel ». Pourtant, les interventions humaines sur le milieu n'en font pas nécessairement un vide biologique. La vie s'empare de ces milieux transformés par l'agriculture, l'urbanisation ou l'industrialisation. Pour mieux protéger la biodiversité, il importe donc de connaître et de comprendre la nature et l'évolution de ces milieux modifiés par l'homme. Les connaissances acquises serviront alors à protéger les habitats sensibles et à mettre en valeur les possibilités créées par ces interventions.

C'est dans cette optique de conservation de la biodiversité qu'Hydro-Québec veut connaître la contribution de ses activités et de ses équipements à la biodiversité des habitats dans les diverses régions bioclimatiques où elle intervient. Les équipements d'Hydro-Québec pouvant le plus jouer un rôle au niveau de la biodiversité sont les réservoirs et les emprises de lignes de transport d'énergie. En considérant l'état des connaissances environnementales actuelles et le plan de développement de l'entreprise, la priorité de recherche est accordée à la problématique reliée aux emprises de lignes. L'implantation des emprises de lignes et les modes d'entretien qui y sont attachés créent des ouvertures permanentes dans le paysage forestier. La mesure de la biodiversité dans les emprises de lignes permettra de les caractériser et identifiera, dans un contexte écologique (habitat) et régional (zone bioclimatique), leur contribution à la diversité biologique.

Une étude prospective récemment réalisée par Hydro-Québec (Deshaye *et al.*, 1995) a identifié les principales étapes de réalisation et la démarche méthodologique à suivre pour une étude de caractérisation de la biodiversité des emprises de lignes. Une première étude a été entreprise au printemps 1996 au niveau de la forêt mixte. Cette écorégion présente une complexité moyenne par rapport aux domaines coniférien et feuillu. Cette étude est la première dont le but est de cerner la contribution des activités et des équipements associés aux emprises de lignes de transport d'énergie électrique à la diversité des habitats et des espèces.

2 OBJECTIFS ET DÉMARCHE

Dans cette optique, les questions et hypothèses de travail sur lesquelles repose cette étude sont les suivantes :

- i) Quelles sont la nature et l'amplitude de la biodiversité des emprises ?
- ii) La biodiversité des emprises diffère (du moins en ce qui a trait à la nature de certaines des espèces rencontrées) de celle des milieux adjacents ou « naturels ». Dans ce contexte et d'un point de vue quantitatif seulement, la biodiversité des emprises sera-t-elle supérieure, égale ou inférieure à celle de ces milieux naturels ?
- iii) Les emprises étant des milieux ouverts en permanence, les espèces (animales ou végétales) qui s'y retrouvent ne sont que des espèces propres aux milieux ouverts (ou non matures) de la région d'étude. Alternativement, les emprises servent aussi de voies de migration ; des espèces d'affinités biogéographiques autres (par exemple tempérée ou boréale) peuvent aussi s'y rencontrer.
- iv) L'emprise induit un accroissement significatif de la biodiversité par la présence d'un effet de bordure permanent le long des marges de l'emprise.

En conséquence, le premier objectif de cette étude est donc de quantifier la biodiversité de ces milieux modifiés selon, d'une part, la diversité spécifique (richesse, fréquence et abondance des espèces de chacun des groupes taxinomiques étudiés) et, d'autre part, selon la diversité écologique, c'est-à-dire la diversité en habitats. L'objectif suivant consiste à analyser la nature de cette biodiversité, c'est-à-dire selon la structure de chacune des communautés et la nature écologique et biogéographique des espèces impliquées. On pourra aussi explorer les relations entre les différentes communautés, c'est-à-dire du point de vue de l'écosystème (la biocénose).

2.1 SÉLECTION DES CRITÈRES D'ANALYSE

Il convient dans un premier temps de s'interroger sur la nature de la biodiversité des emprises de lignes. Selon la Stratégie de mise en oeuvre au Québec de la Convention internationale sur la diversité biologique (Québec, 1996), on peut distinguer 3 niveaux de diversité biologique, soit la diversité génétique, la diversité spécifique et la diversité écologique. À ces 3 niveaux,

pourrait se joindre une dimension biogéographique, c'est-à-dire la diversité bioclimatique ou celle de l'ensemble d'un biome.

La diversité génétique se rapporte à la diversité des individus des populations d'une même espèce. Ce niveau de perception de la diversité biologique ne sera pas considéré dans ce projet pour des raisons évidentes d'absence de données suffisantes sur la nature et l'importance (nombre et taille des populations) des espèces présentes dans les emprises de lignes. La diversité spécifique se rapporte à l'ensemble des taxons (variétés, sous-espèces, espèces, genres, etc.) de tous les organismes vivants (microorganismes uni- et pluricellulaires, champignons, plantes, vertébrés, etc.). Ce niveau de perception est le plus fréquemment utilisé parce que c'est aussi le plus pratique et probablement le mieux connu. Bien qu'il n'existe pas encore d'unanimité sur ce qu'est une espèce (c'est-à-dire l'ensemble des organismes pouvant se reproduire efficacement entre eux), il est néanmoins relativement facile de distinguer les espèces les unes des autres, surtout au niveau des organismes supérieurs (vertébrés, plantes vasculaires, etc.). Les nombreux ouvrages taxinomiques existants (flores, etc.) permettent de reconnaître facilement ces organismes. La diversité spécifique totale d'un territoire donné atteint toutefois une telle ampleur qu'elle oblige à restreindre le nombre d'organismes à considérer dans une étude de biodiversité. Pour le Québec seulement, les données avancées par Québec (1996) sont à ce sujet suffisamment éloquentes : 653 espèces de vertébrés, 9044 espèces de plantes (vasculaires et invasculaires), environ 25 000 espèces d'insectes et 5000 espèces d'invertébrés (mollusques, autres arthropodes, etc.), sans compter les microorganismes (bactéries, virus, etc.). Ainsi, comme on le verra plus loin, seuls les organismes supérieurs (vertébrés et plantes vasculaires) sont retenus dans cette étude.

La diversité spécifique est mesurée au niveau d'une communauté, c'est-à-dire à partir des populations des espèces occupant un habitat (diversité alpha *sensu* Whittaker, 1972 ; voir aussi May, 1975). La diversité écologique (ou de l'écosystème) fait appel à l'ensemble des habitats et des communautés présents dans une région. On comprendra que, selon la nature ou les conditions inhérentes aux habitats, la biodiversité variera d'un habitat à l'autre. La diversité écologique (diversité bêta) est donc la combinaison des différentes diversités alpha. La diversité gamma, enfin, comprend la diversité totale des écosystèmes à l'intérieur d'un territoire défini (par exemple une île). Par extension, on pourrait appliquer ce type de diversité à une région biogéographique, par exemple une région bioclimatique (biome), c'est-à-dire l'ensemble des communautés d'organismes d'un territoire donné soumis à un certain régime climatique (voir Whittaker, 1977 ; Drolet *et al.*, 1992).

La diversité spécifique des organismes supérieurs ainsi que la diversité écologique seront donc retenues pour les fins de la présente étude. Il convient ici de distinguer certaines notions relatives au calcul de la diversité (voir MacArthur, 1965 ; Pielou, 1966, 1975 ; Lloyd *et al.*, 1968 ; Buzas, 1972 ; Whittaker, 1969, 1972 ; Allan, 1975 ; May, 1975 ; Routledge, 1977, 1984). La richesse spécifique (habituellement représentée par S) ne prend en considération que le nombre d'espèces présentes dans un échantillon (données de présence-absence), alors que la diversité spécifique (H' ou indice de Shannon-Wiener) est fonction du nombre d'espèces et de l'abondance (le nombre d'individus ou la biomasse) de chaque espèce dans un échantillon. Ainsi,

$$H' = \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

où p_i est la proportion de l'espèce i et s est le nombre d'espèces échantillonnées (Pielou, 1966 ; Zar, 1984). Comme H' dépend de la distribution des données et du nombre d'espèces, la diversité maximale d'un ensemble de données est :

$$H_{\max} = \log s$$

de sorte qu'il est possible de relativiser H' par rapport à H_{\max} :

$$J' = H' / H_{\max}$$

où J' peut alors être interprété en termes d'« équitabilité » (*evenness* de Pielou, 1966) ou d'homogénéité.

Ainsi, la diversité d'un échantillon sera faible si seules quelques espèces ont une abondance élevée, les autres étant rares ou peu communes. À l'inverse, la diversité sera maximale si toutes les espèces de l'échantillon sont également abondantes (par exemple, dans un zoo, où on retrouve 1 ou 2 individus pour chaque espèce présente). Il importe donc que les techniques de sondage mises de l'avant permettent la collecte d'informations sur les espèces rares au sens large, c'est-à-dire les espèces à faible fréquence d'occurrence. Bien que ces espèces soient généralement sous-échantillonnées par les méthodes habituelles de sondage (Frontier, 1983), elles contribuent fortement à la diversité spécifique (H') d'une communauté, même si elles ne forment qu'une faible proportion de l'effectif total.

L'acquisition d'informations au niveau du nombre et de l'abondance des espèces dans un échantillon permettra de calculer la diversité H' de cet échantillon. La réplication de ces échantillons (N), idéalement jusqu'au plafonnement de la courbe aire-espèces (Pielou, 1966 ; Godron, 1970), permettra d'obtenir des informations sur la fréquence des espèces, sur l'abondance cumulée de ces espèces et sur la diversité totale probable d'un habitat donné.

2.2 LOCALISATION DU SITE D'ÉTUDE

À la suite des travaux de reconnaissance effectués en 1995 (Deshaye *et al.*, 1995), une section d'environ 3 km de longueur de la triple emprise des lignes à 735 kV (#7007 — 7008 — 7023) située à Saint-Cassien-des-Caps (sud-ouest de Baie-Saint-Paul) est retenue comme terrain d'étude ; plus précisément, cette section est comprise entre les pylônes 662 et 675 de la ligne #7007 (figure 2-1). Le choix de ces lignes réduit les contraintes logistiques puisqu'elles longent la route 138 et qu'elles sont traversées par plusieurs voies d'accès. Les 3 lignes ont été successivement aménagées en 1965 (7007), 1966 (7008) et 1973 (7023). La largeur totale de l'emprise est constante tout le long de la section retenue (225,6 m). Le contrôle de la végétation s'effectue depuis 1969 et s'est toujours appliqué à l'ensemble de l'emprise existante lors du traitement ; la végétation fut contrôlée chimiquement (9 traitements) jusqu'en 1988 et mécaniquement (1 traitement) depuis cette date (annexe 1).

Les assises géologiques de la zone d'étude sont essentiellement constituées de granites de la province géologique de Grenville. Les dépôts meubles sont surtout constitués de till. La topographie est relativement uniforme (plateau modérément ondulé), l'altitude de l'ensemble de la section retenue se situant autour de la cote de 525 m. En outre, cette section est rectiligne et orientée dans le sens des vents dominants (SO-NE), ce qui uniformise les conditions d'exposition.

Les habitats de l'emprise et de la bordure ont été identifiés par photo-interprétation (Deshaye *et al.*, 1995). En raison de son apparente uniformité, l'emprise supporte 2 types principaux d'habitats, soit l'herbaçaie haute sur sol mésique (l'habitat dominant) et les ruisseaux, peu nombreux et bordés d'écrans arbustifs. Ces écrans arbustifs datent de l'implantation de l'emprise, c'est-à-dire qu'ils se sont constitués après la construction des lignes de transport et ne sont donc pas des lambeaux de végétation naturelle épargnés lors du déboisement de l'emprise. L'évaluation de la biodiversité de cet habitat (ruisseau-écran) présente un intérêt

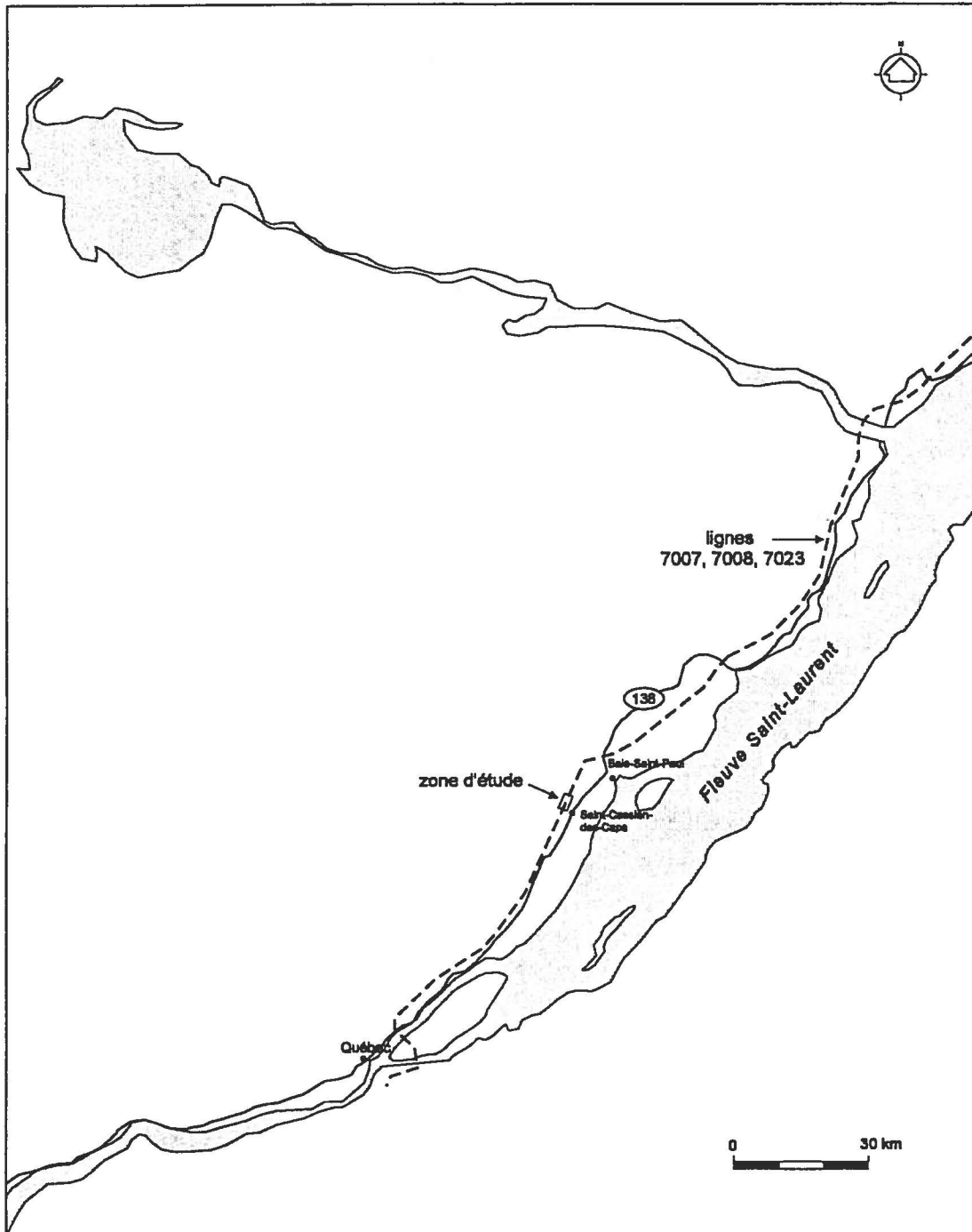


Figure 2-1. Localisation de la zone d'étude.

certain puisque les fonctions écologiques de ces écrans sont actuellement réévaluées par Hydro-Québec. En somme, les habitats retenus pour les fins de l'échantillonnage sont :

- i) les portions d'emprise caractérisées principalement par une végétation herbacée et bordées de chaque côté par une végétation naturelle (la forêt mixte à un stade post-successionnel) sur une profondeur d'au moins 300 m (distance requise pour éviter un effet de bordure au niveau de la faune avienne). Les milieux naturels bordant l'emprise sont retenus comme témoins.
- ii) les écrans arbustifs situés dans l'emprise et bordant des ruisseaux. Les écrans arbustifs font partie de l'emprise puisqu'ils se sont constitués après la construction des lignes de transport. La biodiversité des écrans sera comparée avec la biodiversité de l'emprise herbacée. Les écrans arbustifs retenus sont au nombre de 2.

2.3 TYPES D'ORGANISMES RETENUS

La forêt mixte n'est pas un biome à proprement parler, mais elle constitue une zone de transition où se rencontrent les éléments biologiques appartenant à l'un et l'autre des biomes adjacents, soit les zones tempérée et boréale. Elle correspond sensiblement aux zones 5 et 6 de Rousseau (1974) et aux zones 5, 6 et 7 de Thibault et Hotte (1985). Les éléments végétaux et animaux retenus pour cette étude sont les suivants :

- les **Plantes vasculaires** ;
- les **Amphibiens** ;
- les **Reptiles** ;
- les **Oiseaux** ;
- les **Mammifères**.

Tel que déjà mentionné plus haut, cette liste est évidemment restrictive puisqu'elle ne prend pas en considération d'autres groupes d'organismes très diversifiés comme les Plantes invasculaires (Fungi, Lichens, Bryophytes) et les Arthropodes (Arachnides, Insectes). Il ne sera tenu compte que des infestations massives d'insectes qui peuvent modifier radicalement l'habitat d'autres organismes, par exemple celui des oiseaux.

Au niveau de la forêt mixte, la diversité spécifique totale (la richesse en espèces) n'est évidemment pas connue avec précision. L'amplitude de cette diversité a cependant été estimée à partir des renseignements concernant le territoire utilisé pour le choix du site d'étude (voir Deshayé *et al.*, 1995). Selon la littérature et les données actuellement disponibles couvrant ce territoire et relatives aux groupes d'organismes retenus, les nombres d'espèces susceptibles d'y être rencontrées se répartissent comme suit (tableau 2-1) :

Tableau 2-1. Biodiversité maximale probable de la forêt mixte.

Type d'organismes	Total	Nombre d'espèces				
		Origine		communes*	Fréquence	
		indigènes	introduites		peu communes (peu probables)	rares**
Plantes vasculaires	1037	820	217	333	683	21
Amphibiens	18	18	0	11	3	4
Reptiles	10	10	0	0	6	4
Oiseaux	211	208	3	108	89	14
Mammifères	57	55	2	25	20	12
Total	1333	1111	222	477	801	55

* Espèces communes ou à vaste répartition.

** Espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec (Lavoie, 1992 ; Beaulieu, 1992 ; Québec, 1993) ou rares au Canada (Argus et Pryer, 1990).

Les listes d'espèces ont été principalement établies à partir des sources suivantes : plantes vasculaires (Cayouette, 1975, 1980 ; Gauthier, 1980 ; FORAMEC, 1994) ; amphibiens et reptiles (Bider et Matte, 1994) ; oiseaux (Gauthier et Aubry, 1995) ; mammifères (Banfield, 1977). Dans le tableau ci-dessus, les espèces sont réparties selon leur origine (espèces indigènes ou introduites) et leur fréquence d'occurrence (espèces communes, peu communes ou rares). Une espèce est dite indigène lorsque la totalité ou une partie de son aire de répartition naturelle est en Amérique du Nord. Une espèce est dite introduite lorsqu'elle origine d'un autre continent par l'action anthropique. Les plantes vasculaires représentent le groupe d'organismes où se retrouvent la très grande majorité des espèces introduites (217 sur 222). Ces espèces originent pour la plupart d'Eurasie (173) ou d'Europe (30). Un certain nombre d'espèces vasculaires proviennent aussi d'Asie (9) et d'Amérique du Sud (5). Les 2 espèces introduites de mammifères, soit le rat surmulot (*Ratus norvegicus*) et la souris commune (*Mus musculus*) sont originaires d'Asie (Beaudin et Quintin, 1983) ; quant aux 3 espèces introduites d'oiseaux, soit le moineau domestique (*Passer domesticus*), l'étourneau sansonnet (*Sturnus vulgaris*) et le pigeon biset (*Columba livia*), elles sont originaires

d'Eurasie (Godfrey, 1972). La fréquence des espèces est déterminée à partir de la littérature disponible. Les espèces dites communes sont les plus susceptibles d'être rencontrées. Les espèces dites peu communes ont une faible fréquence d'occurrence en raison de facteurs écologiques (faible densité, niveau trophique, habitat rare) ou biogéographique (limite d'aire de répartition). Les espèces rares, enfin, représentent les espèces animales ou végétales susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec ou qui sont considérées rares au Canada. La plupart des espèces rares du tableau 2-1 sont peu fréquentes, même si quelques-unes d'entre elles ont une vaste répartition ; c'est le cas de 7 espèces de mammifères et de 2 espèces de reptiles.

Les plantes vasculaires constituent évidemment le groupe d'organismes le plus important en nombre d'espèces avec 78 % de la diversité totale potentielle (1037 sur 1333). Les oiseaux suivent avec 16 % des espèces (211), puis les mammifères avec 4 % (57), les amphibiens avec un peu plus de 1 % (18) et les reptiles avec moins de 1 % (10). Cependant, si on ne considère que les espèces les plus susceptibles d'être rencontrées, c'est-à-dire les espèces communes ou à vaste répartition, ces dernières ne forment plus que 36 % de la diversité totale potentielle (477 sur 1333). De ce nombre, les plantes vasculaires dominent encore avec 70 % des effectifs (333 sur 477). Suivent les oiseaux avec 23 % (108), les mammifères avec 5 % (25) et les amphibiens avec 2 % (11) ; quant aux reptiles, la probabilité d'occurrence s'avère presque nulle.

3 LA FLORE VASCULAIRE

L'étude de la diversité floristique des emprises vise à obtenir 3 types d'informations fondamentales, soit la nature, le nombre et l'abondance des espèces vasculaires observées. Pour répondre aux questions et hypothèses formulées, la méthode d'échantillonnage retenue devra, entre autres objectifs, permettre de :

- i) évaluer la biodiversité de l'emprise herbacée comparativement à celle de la forêt adjacente ;
- ii) évaluer la biodiversité des écrans arbustifs comparativement à celle de l'emprise herbacée ;
- iii) évaluer la contribution de l'effet de bordure à cette biodiversité.

3.1 MÉTHODE D'ÉCHANTILLONNAGE

3.1.1 Approche générale

Pour répondre à ces objectifs, la flore est étudiée au moyen de l'échantillonnage stratifié ; cette technique, fréquemment utilisée en écologie (Eberhardt et Thomas, 1991), permet de subdiviser a priori le secteur à l'étude en unités distinctes sur la base de certaines caractéristiques (par exemple la structure de la végétation, le drainage, etc.). Ainsi, dans l'emprise, la végétation à dominance herbacée est une unité et les écrans arbustifs avec ruisseau, une seconde unité. La forêt mixte des bordures longe la première unité et lui sert de témoin alors que l'emprise herbacée sert de témoin à l'écran arbustif. Chacune de ces unités peut être cartographiée et quantifiée en terme de superficie pour y effectuer un échantillonnage proportionnel.

Compte tenu des objectifs et de l'aspect descriptif de cette étude, l'échantillonnage stratifié est combiné à la méthode des « gradsects », c'est-à-dire *transects incorporating significant environmental gradients* (Gillison et Brewer, 1985). Cette technique cherche à échantillonner en fonction d'un gradient environnemental pouvant couvrir le maximum de diversité écologique (ou d'habitats) et, en conséquence, à observer un maximum de diversité biologique. À l'échelle d'un vaste territoire, les gradsects peuvent présenter des biais

statistiques importants (Austin et Heyligers, 1989) ; mais, à l'échelle d'un environnement linéaire comme celui des emprises de lignes, l'enregistrement de la diversité floristique le long de transects perpendiculaires à l'emprise et couvrant successivement et en continu chacun des milieux à étudier (forêt mixte — écotone — emprise — écotone — forêt mixte) devrait permettre de saisir l'essentiel de la variation écologique de l'emprise et l'influence de cette variation sur la diversité floristique. La même approche s'applique aux écrans arbustifs (emprise — écotone — écran arbustif — écotone — emprise).

Les techniques habituelles de sondage utilisent des quadrats de 1 m² disposés à intervalle régulier le long du transect ; dans chaque quadrat, les espèces sont notées et, selon une échelle proposée par Braun-Blanquet (1932), le pourcentage de recouvrement (ou l'abondance) de chaque espèce est évalué (Mueller-Dombois et Ellenberg, 1974 ; Greig-Smith, 1983). Toutefois, des études récentes soulignent le risque élevé d'erreur et un certain degré d'inconsistance non seulement dans l'estimation du recouvrement des espèces végétales dans un quadrat, mais aussi dans la liste des espèces recensées (Kennedy et Addison, 1987 ; Floyd et Anderson, 1987 ; Leps et Hadincova, 1992 ; Tokeshi, 1993). Pour pallier à ces inconvénients, chaque transect est constitué d'une succession de quadrats de dimension unitaire restreinte (25 cm x 50 cm) où seules des données de présence-absence sont enregistrées. Un nombre élevé de quadrats permet d'obtenir des données de fréquence pour chaque espèce, à défaut de mesures fiables et précises d'abondance. L'emploi de cette méthode, en plus de favoriser la saisie rapide des données, ne laisse donc une possibilité d'erreur qu'au niveau du recensement des espèces. La réplication des transects devrait permettre d'obtenir, d'une part, des informations sur la présence et la fréquence de chaque espèce à toute position le long des transects et, d'autre part, de déceler et quantifier les variations dans la composition floristique. Ces variations pourraient survenir non seulement au niveau de l'écotone bordure-emprise (par exemple, envahissement progressif de l'emprise par les espèces du milieu forestier : *mass effect* de Auerbach et Shmida (1987)), mais aussi à l'intérieur de l'emprise en raison, par exemple, de la microtopographie (Stowe et Wade, 1979 ; Sterling *et al.*, 1984 ; Ludwig et Cornelius, 1987).

3.1.2 Plan d'échantillonnage

La première étape consiste à réaliser un croquis à l'échelle de la section d'emprise retenue. Cette section d'emprise, d'une longueur d'environ 3 km, est divisée en 30 segments de 100 m de longueur ; 15 de ces 30 segments sont retenus arbitrairement, c'est-à-dire 1

segment sur 2 (segments 1, 3, 5, etc.), de façon à ce que chaque segment soit distant de 100 m du précédent ou du suivant. Les segments retenus sont numérotés de 1 à 15. Dans le but de faire ressortir les éventuelles relations qui pourraient exister entre la flore et la faune terrestre et aviaire, l'échantillonnage des 5 groupes d'organismes n'est effectué qu'à partir de ces 15 portions d'emprise et de leurs prolongements en forêt.

L'étape suivante consiste à installer des bornes temporaires localisant les 15 segments le long de la section d'emprise retenue, du côté de la ligne 7007. Ensuite, 6 de ces segments sont tirés au hasard pour l'échantillonnage de la flore et de la faune terrestre dans les 6 portions d'emprise correspondantes et leurs prolongements en forêt (segments 3, 5, 6, 7, 9 et 10, figure 3-1). Au niveau de chacun de ces segments, la position respective des dispositifs d'échantillonnage est aussi tirée au hasard sur une base décimétrique de façon à ce que les dispositifs soient distants d'au moins 10 m l'un de l'autre pour éviter les inconvénients dus aux chevauchements d'inventaires (piétinement, etc.). Par exemple, au niveau du segment 9, la position respective des 3 dispositifs perpendiculaires au segment (c'est-à-dire à l'emprise) est la suivante : piégeage (faune terrestre) : mètre 60 ; inventaire à vue (faune terrestre) : mètre 50 ; flore vasculaire, mètre 70.

Pour l'habitat « emprise », l'échantillonnage de la flore vasculaire est donc effectué au moyen de 6 transects perpendiculaires à l'emprise. Chaque transect a une longueur nominale de 285 m, soit 225 m dans l'emprise proprement dite et 60 m dans le milieu forestier adjacent, à raison de 30 m par côté d'emprise. Les 2 écrans arbustifs sont aussi échantillonnés par 6 transects, à raison de 3 par écran. Les écrans étant grosso modo perpendiculaires à l'emprise, les transects sont disposés parallèlement à l'emprise, soit 1 transect sous le conducteur central de chaque ligne électrique (disposition systématique). La longueur des transects varie selon la largeur de l'écran. En plus de l'écran proprement dit, 20 m d'emprise sont aussi échantillonnés pour chaque transect, soit 10 m de chaque côté de l'écran.

Les transects utilisés pour l'échantillonnage de la flore vasculaire sont constitués d'une succession de quadrats de 100 cm de longueur et de 50 cm de largeur comportant 4 cellules de 25 cm X 50 cm. La prise des données est effectuée comme suit. Le quadrat est placé au sol, le long d'un transect, à une position métrique donnée. Toutes les espèces vasculaires vivantes et présentes en tout ou en partie dans ou au-dessus du périmètre délimité par la première cellule sont notées. On passe ensuite à la troisième cellule et on effectue un relevé similaire. Cette position métrique complétée, on déplace le rectangle vis-à-vis le mètre

suivant, on effectue successivement les relevés dans la première et la troisième cellule, et ainsi de suite. Ainsi, 2 lectures (ou 2 listes d'espèces) sont faites à chaque mètre et chaque lecture est distante de 25 cm de la lecture voisine. Pour chaque transect perpendiculaire à l'emprise, l'échantillonnage de la flore est effectué sur la largeur de l'emprise (225 m) avec des prolongements de 30 m dans les boisés adjacents pour une longueur nominale de 285 m ; on obtient donc 570 lectures fournissant des données sur la présence, la position et la fréquence de chaque espèce. L'ensemble du plan d'échantillonnage de la flore vasculaire est illustré à la figure 3-1.

L'échantillonnage de la flore vasculaire s'est effectué du 29 juillet au 11 août 1996 et a porté sur les 2 écrans arbustifs et seulement 4 des 6 transects projetés au niveau de l'emprise (transects 5, 7, 9 (partie) et 10) en raison de divers facteurs incontrôlables (mauvaises conditions météorologiques, densité de la végétation, etc.). Un total de 1924 quadrats ont été effectués au niveau de l'emprise, soit 1504 dans l'emprise proprement dite et 420 dans les milieux boisés adjacents. Au niveau des écrans arbustifs, un total de 744 quadrats ont été effectués, soit 504 quadrats dans les écrans et 240 dans l'emprise adjacente. Dans l'ensemble, 1744 quadrats proviennent de l'emprise, 504 des écrans arbustifs et 420 des milieux boisés pour un grand total de 2668 quadrats.

Outre la période d'échantillonnage, la zone d'étude a aussi été explorée plus ou moins régulièrement du 24 mai au 10 septembre dans le but de suivre la phénologie des plantes et de récolter au moins un spécimen justificateur de chaque espèce au moment approprié. Plus de 400 spécimens ont ainsi été récoltés. Ces spécimens ont été identifiés principalement à l'aide des travaux de Scoggan (1978-79), Marie-Victorin (1995) et Boivin (1992) ; ils seront éventuellement déposés à l'Herbier du Québec.

3.2 RÉSULTATS

L'exploration de la zone d'étude et la période d'échantillonnage ont permis de recenser 241 espèces de plantes vasculaires. Ce nombre représente 72 % du nombre prévu comme le plus probable (les 333 espèces communes ou à vastes aire de répartition ; tableau 2-1). À noter la présence de *Prunus serotina* (initialement non prévu) dans le milieu forestier. La liste annotée des espèces est présentée à l'annexe 2. La grande majorité de ces espèces sont indigènes (215) ; les espèces introduites (26) se concentrent essentiellement dans l'emprise. D'un point de vue biogéographique, la majorité des espèces indigènes sont d'affinité boréale (127) et

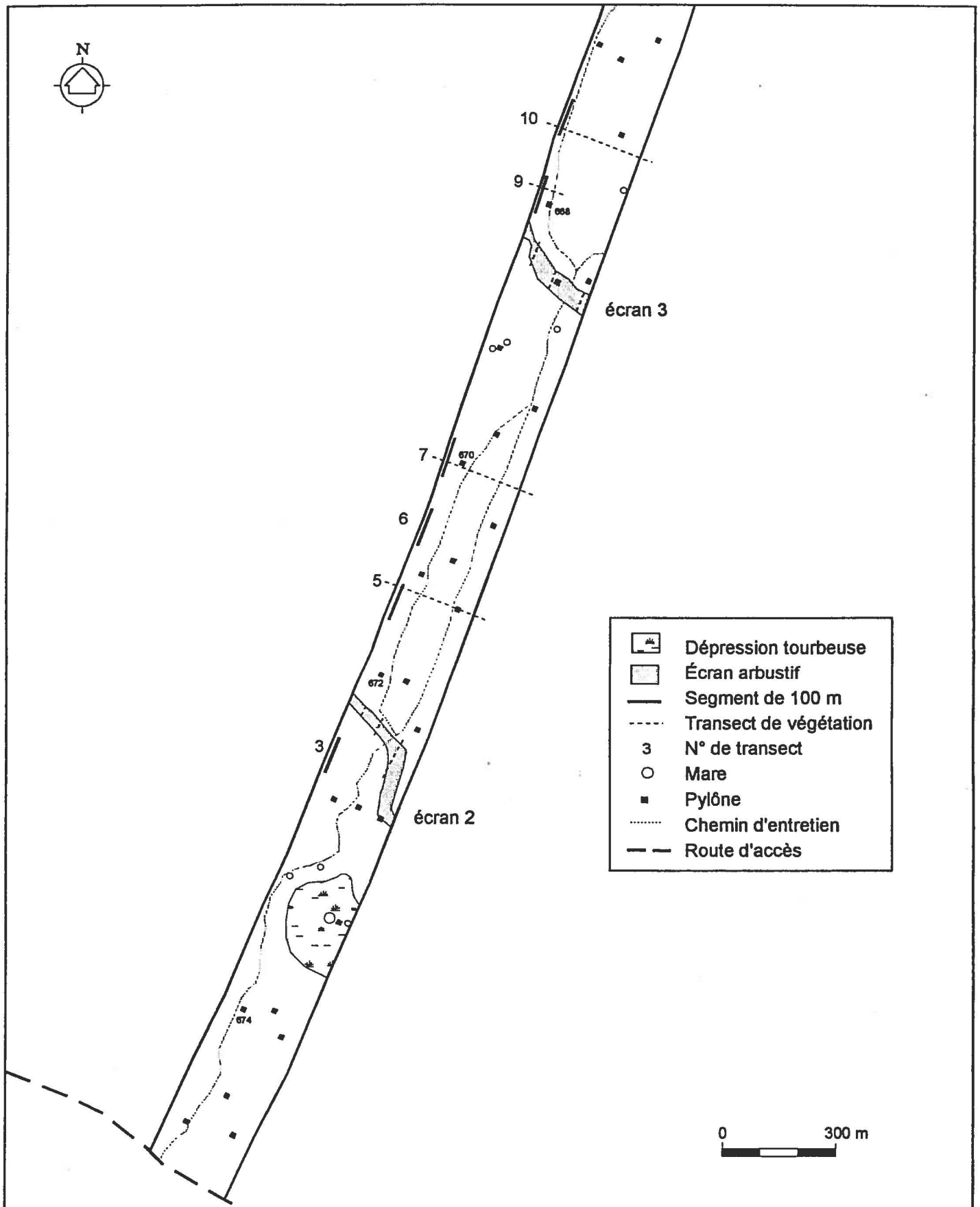


Figure 3-1. Schéma du plan d'échantillonnage pour l'étude de la flore vasculaire dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.

tempérée (86) ; 2 espèces cosmopolites (*Equisetum arvense*, *Eleocharis acicularis*) complètent la flore recensée. L'effectif élevé de ces 2 groupes biogéographiques, soit les espèces boréales (53 %) et les espèces tempérées (36 %), corrobore la localisation de la zone d'étude au niveau de la forêt mixte, c'est-à-dire que la présence de 2 groupes co-dominants d'espèces est caractéristique d'une zone de transition. La plupart de ces espèces ont une répartition principalement nord-américaine (152), les autres (63) étant surtout circumhémisphériques. Dans la zone d'étude, ces espèces se répartissent comme suit (le tableau 3-1 présente les 241 espèces vasculaires recensées et le tableau 3-2, les espèces échantillonnées seulement) :

Tableau 3-1. Répartition des 241 espèces vasculaires recensées selon leurs affinités biogéographiques.

Habitats	Total	Affinités biogéographiques			
		Boréales	Tempérées	Cosmopolites	Introduites
Forêt	101 (42%)	58 (57%)	39 (39%)	0 (0%)	4 (4%)
Emprise	225 (93%)	116 (52%)	81 (36%)	2 (1%)	26 (11%)
Écrans arbustifs	124 (51%)	77 (62%)	42 (34%)	1 (1%)	4 (3%)
Total	241 (100%)	127 (53%)	86 (36%)	2 (< 1%)	26 (11%)

Tableau 3-2. Répartition des 167 espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités biogéographiques.

Habitats	Total	Affinités biogéographiques			
		Boréales	Tempérées	Cosmopolites	Introduites
Forêt	69 (41%)	40 (58%)	26 (38%)	0 (0%)	3 (4%)
Emprise	153 (65%)	90 (59%)	50 (33%)	2 (1%)	11 (7%)
Écrans arbustifs	115 (69%)	72 (63%)	38 (33%)	1 (1%)	4 (3%)
Total	167 (100%)	98 (59%)	56 (33%)	2 (1%)	11 (7%)

Les proportions (%) des espèces échantillonnées (tableau 3-2) sont non seulement très semblables à celles de la flore recensée (tableau 3-1), mais la similitude se maintient aussi entre les 3 habitats, ce qui suggère un échantillonnage adéquat.

La majorité des espèces recensées se retrouvent dans plus d'un habitat, mais 105 des 241 espèces sont exclusives à l'un ou l'autre de ces milieux. Ces espèces exclusives sont, pour la plupart, des espèces peu fréquentes ; elles se rencontrent surtout dans l'emprise (89), mais

sont presque absentes (2) des écrans. De ce nombre, 64 n'ont pas été échantillonnées, dont 57 dans l'emprise.

Les 2668 quadrats ont fourni 21 414 données de présence-absence. La compilation des fréquences des 167 espèces échantillonnées a permis de faire ressortir l'importance de chaque espèce et ce, pour chacun des 3 habitats majeurs. Les fréquences brutes observées vont de la valeur 1 pour les espèces les moins fréquentes jusqu'à la valeur 1234 pour la graminée *Calamagrostis canadensis* dans l'emprise. Une synthèse de ces données de fréquence ou, plus simplement, du poids démographique des espèces vasculaires, est présentée en fonction de l'affinité biogéographique des espèces et de l'habitat (tableau 3-3).

Tableau 3-3. Répartition de la fréquence (poids démographique) des espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités biogéographiques.

Habitats	Total	Affinités biogéographiques			
		Boréales	Tempérées	Cosmopolites	Introduites
Forêt	2197 (10%)	1342 (61%)	839 (38%)	0 (0%)	16 (1%)
Emprise	15189 (71%)	8601 (57%)	5061 (33%)	218 (1%)	1309 (9%)
Écrans arbustifs	4028 (19%)	2271 (56%)	1518 (38%)	34 (1%)	205 (5%)
Total	21414 (100%)	12214 (57%)	7418 (35%)	252 (1%)	1530 (7%)

Il est intéressant de constater la similitude élevée qui existe dans les pourcentages entre, d'une part, les nombres d'espèces d'un groupe donné dans un habitat (tableau 3-2) et, d'autre part, le poids démographique de ce groupe dans le même habitat (tableau 3-3). De plus, les proportions des différents groupes d'espèces sont semblables d'un habitat à l'autre. Il semble donc exister une relation étroite entre le nombre d'espèces d'un groupe donné et l'importance démographique de ce groupe. Malgré les valeurs élevées, il y a lieu de vérifier si l'échantillonnage a été suffisant. Des courbes du nombre cumulé d'espèces ont donc été construites pour l'emprise et les écrans arbustifs.

Dans un but de simplification, les 4 transects de l'emprise sont fusionnés en un seul. La fusion s'effectue de la façon suivante. Étant de longueur inégale à cause de la topographie inégale (longueur variant de 280 à 298 m), les transects sont coupés en leur centre de façon à ce que, d'une part, le début et la fin de chaque transect soient respectivement ajustés au mètre 1 (début du transect en milieu forestier) et au mètre 300 (fin du transect en milieu forestier) et, d'autre part, les transitions forêt — emprise soient respectivement aux mètres 30

et 270. La longueur de 300 m est arbitraire ; les quadrats manquants du centre sont omis. Une fois les transects ajustés, il ne reste qu'à construire un tableau des espèces en fonction de la distance échantillonnée, la liste des espèces s'allongeant au fur et à mesure que cette distance augmente. Dans le but de faire ressortir les 2 transitions forêt — emprise, 2 courbes sont construites, les points de départ étant respectivement les mètres 1 et 300. Dans le cas des écrans arbustifs, la courbe cumulative est construite en disposant simplement les 6 transects l'un à la suite de l'autre. La courbe comprend l'emprise et les écrans. Les courbes cumulatives du nombre d'espèces de l'emprise sont présentées à la figure 3-2. La courbe cumulative du nombre d'espèces dans les écrans arbustifs est présentée à la figure 3-3.

Les figures 3-2 et 3-3 montrent un plafonnement évident des courbes aire-espèces, ce qui indique un échantillonnage suffisant. On observe cependant, au niveau de l'emprise (figure 3-2), l'addition marquée de nouvelles espèces à l'extérieur du milieu forestier, ce qui suggère la présence dans l'emprise d'un important contingent d'espèces ne pénétrant pas dans le milieu forestier, c'est-à-dire que l'accroissement des espèces ne survient qu'à l'extérieur du milieu forestier. Au moins en ce qui a trait aux espèces confinées à l'emprise, il ne semble donc pas y avoir de véritable effet de bordure, c'est-à-dire une concentration marquée des espèces au niveau de l'écotone forêt — emprise. Quant aux écrans arbustifs, on peut aussi remarquer un accroissement marqué du nombre cumulatif d'espèces à au moins 3 positions, soit vers les mètres 40, 100 et 190. Ces accroissements traduisent une certaine hétérogénéité floristique dans les écrans, chaque transect contribuant à l'accroissement du nombre d'espèces. Les 2 premières positions correspondent à l'addition des transects 2 et 3 de l'écran 2 (les longueurs respectives des 3 transects de l'écran 2 sont 38, 59 et 90 m) ; la dernière position (mètre 190) indique l'ajout du 1^{er} transect de l'écran 3.

Avant d'aller plus loin dans l'analyse de l'emprise, il importe d'établir en premier lieu la nature et la structure du milieu forestier, c'est-à-dire de faire ressortir la nature probable du monde végétal de l'emprise avant la construction des lignes électriques.

3.2.1 Forêt

Tel qu'indiqué aux tableaux 3-1 et 3-2, le milieu forestier compte 101 espèces recensées, dont 69 ont pu être échantillonnées (68 %) ; 420 quadrats ont été effectués dans ce milieu pour un total de 2197 données de présence-absence. L'indice de diversité H' du milieu forestier est de 1,444 ; l'indice d'équitabilité (J') est 0,721. Lors des visites d'exploration, ce milieu est

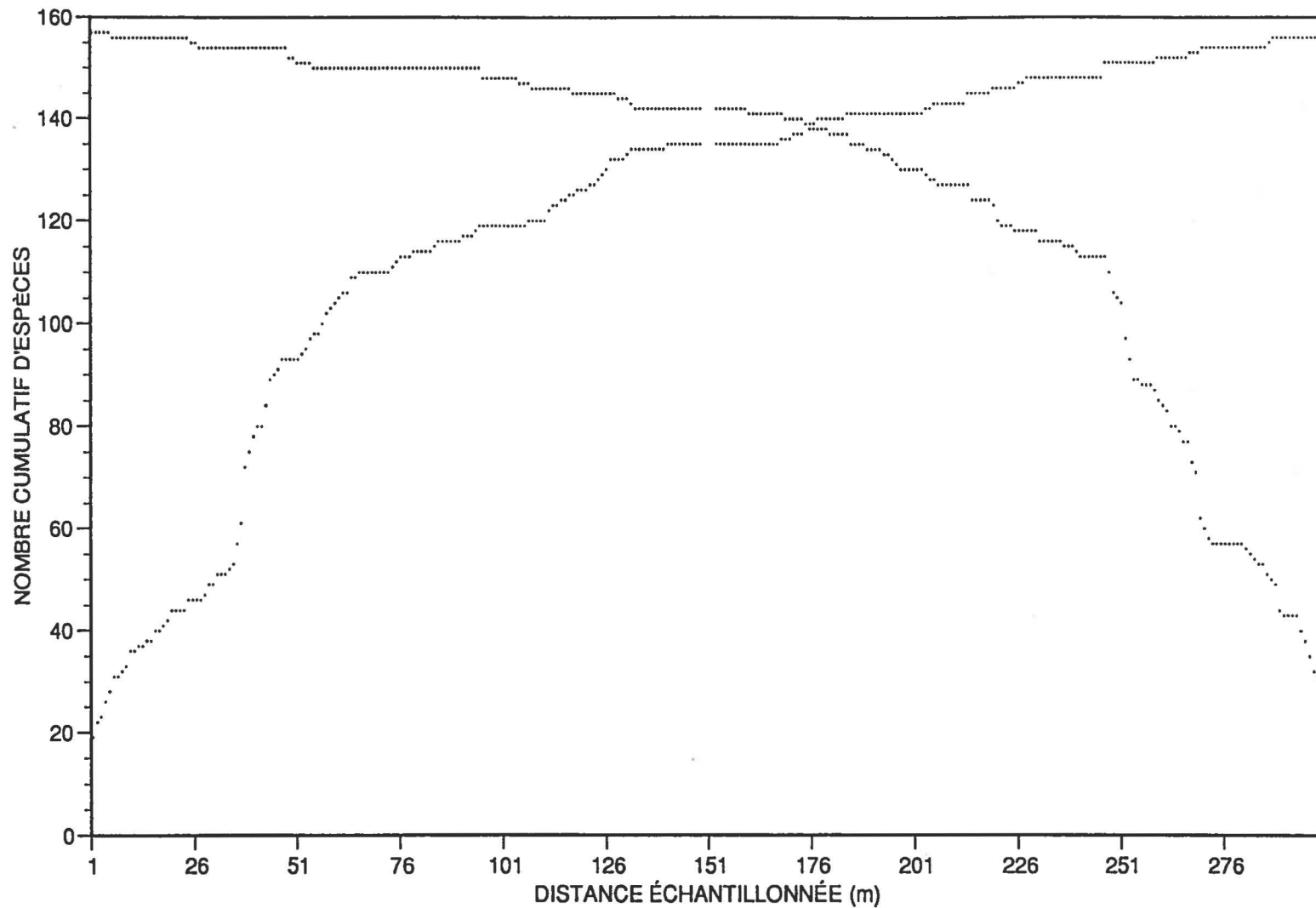


Figure 3-2. Courbes cumulatives du nombre d'espèces vasculaires échantillonnées le long des transects perpendiculaires à la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps. Les 2 courbes couvrent l'emprise (mètres 31 à 270) et les milieux forestiers adjacents (mètres 1 à 30 et 271 à 300). Chaque courbe permet de voir les transitions forêt — emprise respectivement situées aux mètres 31 et 270 (voir le texte).

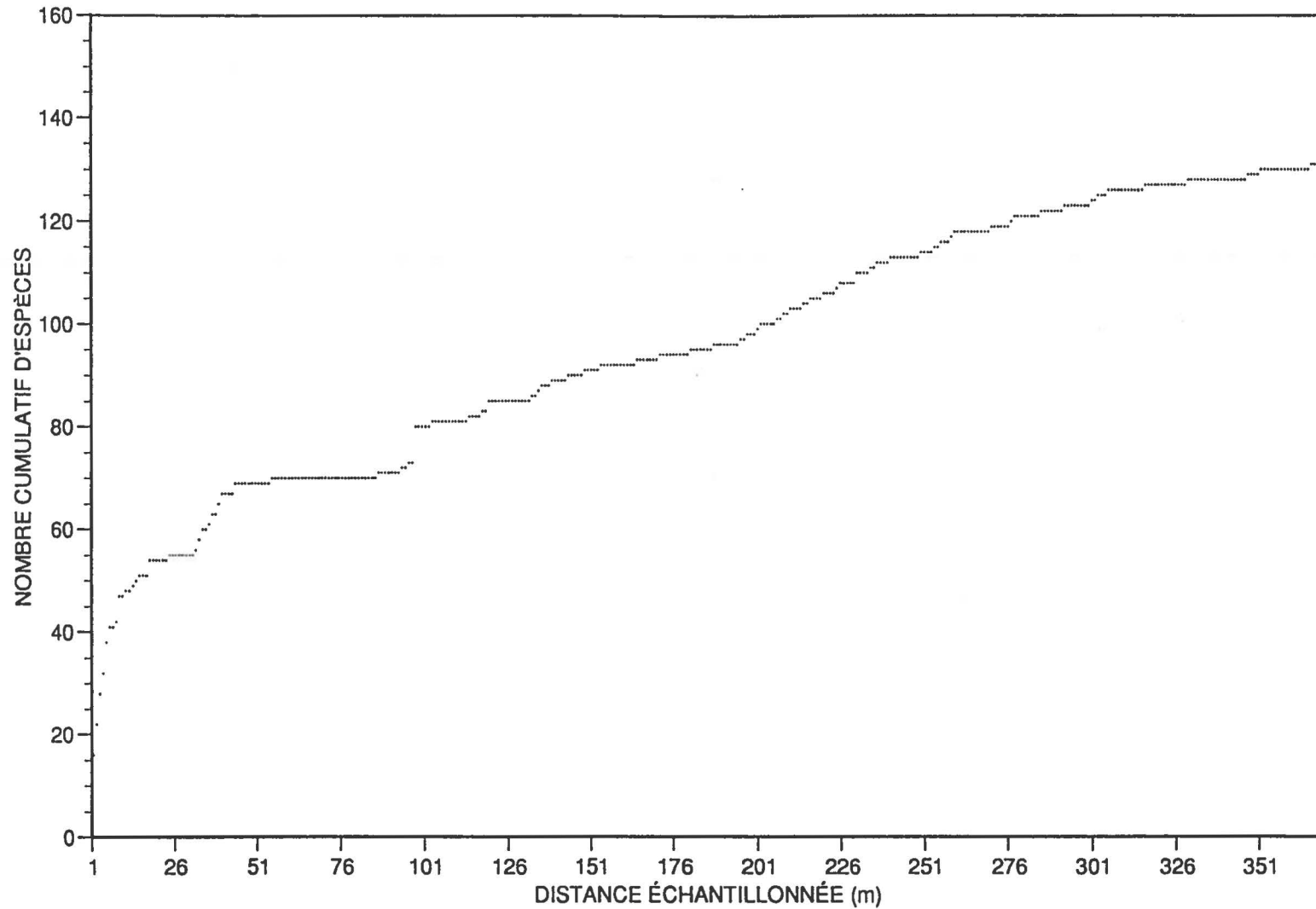


Figure 3-3. Courbe cumulative du nombre d'espèces vasculaires échantillonnées dans les 2 écrans arbustifs perpendiculaires à la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps. La courbe couvre l'emprise et les écrans (voir le texte).

apparu très homogène, voire monotone, de sorte que les mêmes espèces se rencontraient régulièrement, selon leur fréquence propre. Les strates arbustive et surtout herbacée présentaient un très faible recouvrement et peu de diversité. Seuls les ruisseaux ou les affleurements de roc rompaient cette monotonie par la présence de quelques espèces très sporadiques ou localisées propres à ces habitats ; la plupart de ces dernières espèces n'ont pas été échantillonnées. On dispose néanmoins de suffisamment de données pour établir la structure de la communauté forestière.

Il existe plusieurs façons de représenter la structure d'une communauté. Une des plus fréquemment employée est la distribution des espèces présentes en fonction de leur effectif (abondance, nombre d'individus, etc.) dans la communauté (voir Preston, 1948 ; Hughes, 1986 ; Gray, 1987). L'effectif de chaque espèce est généralement disposé selon une échelle logarithmique ou géométrique (« octaves » *sensu* Preston, 1948). Les classes géométriques (octaves) sont les suivantes : 1^{er} octave : 1 individu ; 2^e octave : 2-3 individus ; 3^e octave : 4-7 individus ; etc. Cette distribution correspond à une échelle logarithmique de base 2 dite *log-normale*. La figure 3-4 représente l'ensemble des espèces échantillonnées dans chacune des 3 communautés (les 3 types de milieu) selon ce modèle ; cependant, vu les différences dans la taille des échantillons, l'effectif de chaque espèce est relativisé (%) par rapport à l'effectif total de la communauté. Cette nuance permettra de comparer plus adéquatement les 3 communautés entre elles.

Les espèces du milieu forestier (figure 3-4 A) apparaissent normalement distribuées selon leur fréquence respective (May, 1975 ; Gray, 1987 ; Tokeshi, 1993), c'est-à-dire que l'histogramme est symétrique avec un mode constitué d'un noyau d'espèces de fréquences intermédiaires ; les espèces les moins ou les plus fréquentes sont aux extrémités et en nombres moins élevés. La communauté forestière apparaît donc en équilibre (Ugland et Gray, 1982). À partir des résultats obtenus en milieu forestier et des données très semblables quant à l'importance et à la répartition des différents groupes d'espèces (tableaux 3-2 et 3-3), doit-on s'attendre à observer les mêmes structures dans les 2 autres habitats ?

3.2.2 Emprise

L'emprise est le milieu le plus diversifié ($H' = 1,793$; $J' = 0,821$) avec 225 espèces recensées, dont 153 échantillonnées (68 %) ; 1742 quadrats y ont été effectués pour un total de 15 189 données de présence-absence. Le pourcentage échantillonné des espèces présentes

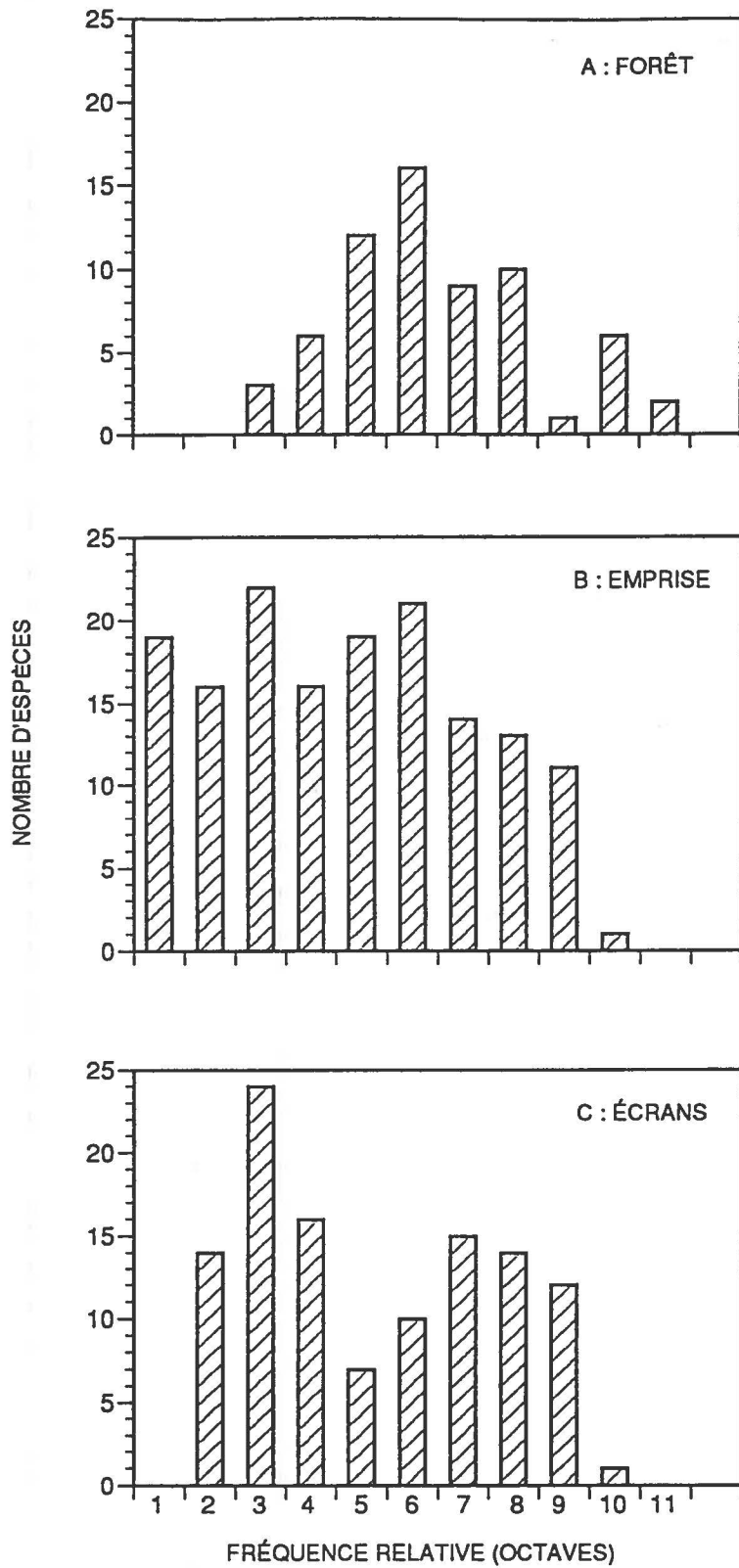


Figure 3-4. Structure des 3 communautés échantillonnées le long de la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps. Les fréquences spécifiques sont relativisées par rapport à l'effectif total mesuré dans chaque communauté (voir le texte).

dans l'emprise est identique à ce qui a été obtenu dans le milieu forestier (68 %), mais le nombre élevé (72) des espèces non échantillonnées, dont 57 sont exclusives à l'emprise, s'explique aussi par une certaine hétérogénéité de ce milieu.

Lors des survols et de la photo-interprétation préliminaires (Deshaye *et al.*, 1995), l'emprise présentait une apparente uniformité, c'est-à-dire une végétation dominée par des espèces herbacées hautes accompagnées avec plus ou moins de régularité d'espèces arbustives basses. De telles herbaçaias (souvent monospécifiques) se rencontrent principalement sous la ligne 7023 (la plus jeune), alors que les arbustes sont plus communs sous les 2 autres lignes (7007 et 7008). En termes de structure de végétation, l'emprise pouvait être décrite comme une « haute herbaçaias arbustive basse » selon la classification proposée par Payette et Gauthier (1972). Toutefois, les visites exploratoires successives de l'été 1996 ont permis de constater que l'emprise se présente plutôt comme une mosaïque et d'y déceler plusieurs habitats secondaires, dont certains de superficie importante. Ces habitats sont une dépression tourbeuse d'environ 0,5 ha, les chemins d'entretien, les ruisseaux non inclus dans des écrans arbustifs et les mares. La dépression tourbeuse, qui se présente comme une combinaison de tourbières, de marécages, de mares et de ruisseaux, est le plus important de ces habitats par sa superficie. Les chemins d'entretien originent évidemment de la construction des lignes, mais plusieurs mares semblent aussi être d'origine anthropique et dateraient de cette époque. Les ruisseaux non inclus dans les écrans, dont 5 au moins ont été décelés, sont difficiles à délimiter de façon nette parce qu'ils sont tous diffus, intermittents et souterrains en maints endroits. À eux seuls, ces 4 habitats supportent en exclusivité 44 des espèces non échantillonnées dont 28 pour les seuls chemins d'entretien ; 11 de ces 28 espèces sont introduites. À l'exception des ruisseaux non inclus dans les écrans, ces habitats sont illustrés à la figure 3-1.

Bien que l'emprise ait été suffisamment échantillonnée et que les différents groupes d'espèces y soient représentés en nombre et en importance dans les mêmes proportions que dans le milieu forestier, la structure de cette communauté diffère de celle du milieu forestier (figure 3-4 B) principalement par le nombre élevé d'espèces peu fréquentes qui donne à l'histogramme l'aspect d'une structure normale tronquée. Ce phénomène est généralement interprété comme indicateur d'un milieu perturbé ou non en équilibre (voir Gray, 1987). Cette interprétation peut paraître évidente dans le cas d'une emprise où s'applique régulièrement un contrôle de la végétation, mais un certain équilibre ne semble pas encore avoir été atteint depuis la construction des lignes.

L'équilibre dont il est question ici fait référence à l'équilibre dynamique (*sensu* MacArthur et Wilson, 1967) d'une communauté plus ou moins régulièrement soumise à des perturbations naturelles (par exemple, les feux dans la forêt boréale). Or, l'historique de l'entretien de la végétation de l'emprise (annexe 1) montre que 9 traitements chimiques ont été appliqués entre 1969 et 1988. En général, l'emploi de phytocides favorise une diminution de la diversité végétale où ce sont surtout les monocotylédones (les espèces graminoides) qui persistent (Darveau et Bellefleur, 1984 ; Tomkins et Grant, 1977) ; toutefois, l'arrêt des phytocides permet une reprise relativement rapide (< 5 ans) de la végétation, surtout si ces derniers sont peu persistants dans l'environnement (Pimentel et Edwards, 1982). L'emprise n'a subi qu'un seul traitement mécanique (1992) depuis 1988 ; c'est donc à partir de cette date que la reprise de la végétation naturelle a pu s'accélérer en faisant ressortir l'aspect de mosaïque.

Dans cette optique et à titre d'hypothèse, on peut supposer que, en raison du milieu maintenu mécaniquement ouvert et depuis l'arrêt des traitements chimiques en 1988, cette emprise subit une immigration importante en espèces. Cette immigration s'accompagne d'une compétition marquée entre les espèces durant les premiers stades de la succession (Bazzaz, 1979), ce qui entraîne la disparition de certaines espèces (MacArthur et Wilson, 1967 ; Ricklefs, 1987). Ces phénomènes constituent les processus normaux qui se déroulent lors d'une succession. En d'autres termes, si certaines des espèces immigrantes sont « climaciques », c'est-à-dire propres à la végétation forestière naturelle et donc plus adaptées aux conditions locales, ces dernières persisteront dans le milieu et leur fréquence s'accroîtra, surtout si des espèces de transition disparaissent (Hughes et Fahey, 1991). Normalement, cette dynamique (immigration, disparition ou consolidation, etc.) aura cours jusqu'à l'obtention d'un équilibre (Bazzaz, 1979 ; Denslow, 1980). Cette hypothèse sera étudiée plus loin.

3.2.3 Écrans arbustifs

Dans les emprises, les écrans arbustifs sont un milieu somme toute de superficie très restreinte comparativement aux 2 autres habitats (figure 3-1). Ils se présentent comme des arbustiaies hautes plus ou moins fermées et continues de quelques dizaines de mètres de largeur au centre desquelles s'écoule un ruisseau. Les 2 écrans étudiés diffèrent quant à leur degré de maturité ; l'écran 3 présente une formation quasi-continue d'arbustes hauts et d'arbres sub-matures alors que l'écran 2 est constitué d'une arbustiaie de taille généralement moyenne et discontinue en maints endroits.

Un total de 124 espèces vasculaires ont été recensées dans les écrans, dont 115 (93 %) furent échantillonnées. Plus de 744 quadrats, dont 240 dans l'emprise adjacente ont permis la collecte de 4028 données de présence-absence. Cet habitat est plus diversifié que la forêt, mais moins que l'emprise ($H' = 1,697$; $J' = 0,811$). Tout comme pour la forêt et l'emprise, les écrans arbustifs ne présentent pas de différences marquées avec les autres milieux quant aux nombres et à l'importance des différents groupes biogéographiques concernés (voir les tableaux ci-dessus). La structure de cette communauté (figure 3-4 C) diffère toutefois non seulement de celle du milieu forestier, mais aussi de celle de l'emprise, bien qu'elle en soit issue. Cette structure bimodale n'est pas sans rappeler le modèle de Hanski (1982), soit le *core and satellite species hypothesis* (voir aussi Gotelli et Simberloff, 1987 ; Collins et Glenn, 1991).

Dans cette communauté, les espèces se répartissent fondamentalement en 2 noyaux, soit des espèces peu fréquentes et des espèces très fréquentes, les espèces de fréquences intermédiaires étant nettement sous-représentées. Il est évident que les espèces les plus fréquentes sont très bien adaptées à cet habitat (les aulnes, les saules). L'interprétation d'une telle structure de communauté n'est pas simple. On a déjà postulé que la bimodalité pouvait résulter d'un échantillonnage insuffisant (Williams, 1964), ce qui n'est probablement pas le cas ici avec 93 % des espèces présentes échantillonnées par plus de 500 quadrats. L'hypothèse la plus fréquemment avancée stipule que les populations sont soumises à des fluctuations importantes en raison de variations stochastiques des processus d'immigration et de disparition (Gotelli et Simberloff, 1987 ; Collins et Glenn, 1991). Cette hypothèse semble raisonnable parce que la végétation non entretenue des écrans subit constamment des modifications (structure, composition floristique, fermeture du couvert, etc.) dues aux processus de succession qui s'y déroulent.

3.3 ANALYSE

3.3.1 Flore vasculaire

Les espèces de la flore vasculaire recensée correspondent largement aux caractéristiques de la forêt mixte (co-dominance des espèces boréales et tempérées) non seulement dans la zone d'étude, mais aussi dans chacun des 3 milieux étudiés. Malgré un indigénat prononcé (89 %), la flore de la zone d'étude devrait compter environ 20 % plus d'espèces. L'absence remarquée de certaines espèces normalement communes telles que le mélèze (*Larix laricina*)

ou le myrique baumier (*Myrica gale*) s'explique par une carence en habitats appropriés ; il en est sans doute de même de l'absence dans la zone d'étude de certaines herbacées normalement très répandues (*Deschampsia flexuosa*, *Listera cordata*).

Par contre, l'occurrence inattendue de certaines espèces ou groupes d'espèces est tout aussi remarquable. C'est le cas des orchidées avec 10 espèces recensées, dont 5 exclusives à l'emprise et aux écrans arbustifs. Curieusement, la plus commune des orchidées de l'emprise (*Habenaria clavellata*), une espèce qui, sans être rare, ne se rencontre que très sporadiquement au Québec, colonise à peu près tous les sites humides de l'emprise (bords de ruisseaux, ornières, etc.). Par ailleurs, plusieurs espèces restreintes à la dépression tourbeuse semblent reliées à l'apport de graines ou de « propagules » par la sauvagine. Une des caractéristiques de cette dépression est le nombre élevé de mares qu'on y retrouve, dont certaines sont permanentes comme l'indique la présence d'espèces aquatiques (*Potamogeton alpinus*, *Callitriche verna*, *Bidens cernua*). La plupart de ces mares sont taries à la fin de l'été, mais des populations monospécifiques d'espèces aquatiques ou palustres en occupent le lit (*Calla palustris*, *Glyceria grandis*, *Typha latifolia*, *Torreyochloa pallida*).

La présence et l'expansion dans l'emprise de plusieurs espèces, tant indigènes qu'introduites, semble s'effectuer directement à partir des chemins d'entretien. La majorité de ces espèces (*Antennaria neglecta*, *Hieracium pilosella*, *Trifolium pratense*, *Euphrasia canadensis*, etc.) ont été observées en grand nombre à l'extrémité sud-ouest de la zone d'étude, près de la jonction du chemin d'entretien avec la route d'accès (figure 3-1). D'autres espèces indigènes semblent aussi majoritairement confinées à la proximité des chemins d'entretien sur presque toute la longueur de la zone d'étude (*Sisyrinchium montanum*, *Gentiana linearis*, *Lobelia inflata*, *Juncus effusus*). Le sol minéral disponible en permanence est sans doute la cause de ce phénomène.

Sur les 241 espèces recensées, une seule (*Prunus serotina*) semble en position excentrique par rapport à son aire connue de répartition (Rousseau, 1968, 1974). Selon cet auteur, cet arbre à l'écorce caractéristique atteint sa limite nord-est au sud de la ville de Québec, mais Campbell (1890) le mentionnait pour Cap-à-l'Aigle, comté de Charlevoix. Un seul individu mature fut rencontré, mais en raison de sa grande taille, aucune partie ne put être prélevée comme spécimen justificateur ; des photos furent cependant prises.

3.3.2 Communautés

La structure de l'emprise suggère une communauté non en équilibre et dans laquelle semble s'effectuer une immigration importante par la présence d'un nombre élevé d'espèces peu fréquentes. Quelle est la nature de ces espèces ? Il convient de répondre à cette question à partir d'une approche écologique et non biogéographique puisque, de ce point de vue, l'emprise ne présente pas de différence quant à l'importance des différents groupes d'espèces avec les 2 autres habitats (tableaux 3-2 et 3-3). En considérant comme espèces « climaciques » les espèces forestières, c'est-à-dire les espèces indigènes tolérantes à l'ombre et propres au milieu forestier, et comme espèces de transition (ou espèces intolérantes) les espèces indigènes des milieux ouverts et les espèces introduites, on peut alors comparer pour les 3 milieux l'importance des espèces forestières (nombre et poids démographique des espèces) à celle des espèces des milieux ouverts. Ces résultats sont respectivement présentés aux tableaux 3-4 et 3-5.

Tableau 3-4. Répartition des nombres d'espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités écologiques et l'habitat.

Habitats	Total	Affinités écologiques	
		Espèces forestières	Espèces des milieux ouverts
Forêt	69 (41%)	50 (72%)	19 (28%)
Emprise	153 (92%)	53 (35%)	100 (65%)
Écrans arbustifs	115 (69%)	47 (41%)	68 (59%)
Total	167 (100%)	63 (38%)	104 (62%)

Tableau 3-5. Répartition de l'importance (poids démographique) des espèces vasculaires échantillonnées selon leurs affinités écologiques et l'habitat.

Habitats	Total	Affinités écologiques	
		Espèces forestières	Espèces des milieux ouverts
Forêt	2197 (10%)	1824 (83%)	373 (17%)
Emprise	15189 (71%)	6734 (44%)	8455 (56%)
Écrans arbustifs	4028 (19%)	1665 (41%)	2363 (59%)
Total	21414 (100%)	10223 (48%)	11191 (52%)

La différence entre les espèces forestières et les espèces de milieux ouverts est remarquable. Dans l'ensemble de la zone d'étude, les espèces forestières, qui ne comptent que pour 38 %

de la flore échantillonnée, contribuent pour 48 % du poids démographique total alors que les espèces des milieux ouverts, avec 62 % des espèces, ne fournissent que 52 % de l'effectif. Le même phénomène s'observe à la fois dans l'emprise et le milieu forestier ; dans les écrans cependant, la contribution moyenne de chaque espèce à l'effectif total est strictement identique pour les 2 groupes d'espèces. Ainsi, à l'exception des écrans arbustifs, la contribution moyenne des espèces forestières à l'effectif total est nettement plus élevée que pour les espèces des milieux ouverts. Ceci suggère que, dans la zone d'étude, les espèces forestières pourraient être de meilleures compétitrices et que, à long terme, elles tendent à constituer l'essentiel des communautés.

On peut formuler l'hypothèse suivante. Ce processus de remplacement graduel des espèces des milieux ouverts par les espèces forestières apparaît comme très probable pour cette emprise ; l'amplitude de ce processus, qui démarre normalement avec la succession secondaire, varie en fonction du temps et dépend donc de l'âge de la section d'emprise correspondant à chaque ligne de transport. Toutefois, les entretiens chimiques, qui ont eu lieu à 9 reprises, ont eu pour effet principal d'uniformiser l'emprise (végétation à dominance de graminoides) de sorte que le processus de remplacement des espèces n'a théoriquement pu s'enclencher avant 1988. Si cette hypothèse est exacte, on devrait donc observer autant d'espèces forestières colonisant les secteurs les plus âgés de l'emprise (ligne 7007) que les secteurs les plus jeunes (ligne 7023).

Quelques analyses exploratoires ne concernant que les nombres d'espèces ont été effectuées selon cette approche. L'emprise a d'abord été divisée en 3 sections longitudinales de 75 m de largeur nominale correspondant aux 3 lignes. À partir du transect fusionné utilisé pour établir la courbe aire-espèces de l'emprise (figure 3-2), des dénombrements successifs d'espèces échantillonnées furent effectués de la façon suivante : le transect, d'une longueur totale d'environ 290 m et couvrant toute la séquence forêt — emprise — forêt, est divisé en longueurs (ou cellules) de 5 m (dans le but de faciliter l'analyse). Pour chaque cellule et à partir des espèces échantillonnées seulement, on calcule le nombre d'espèces forestières et le nombre d'espèces des milieux ouverts (les espèces introduites n'ont pas été considérées). On obtient donc 6 cellules par bordure forestière de 30 m, soit 12 au total pour le milieu forestier et 46 cellules pour l'emprise (230 m), soit respectivement 15 cellules pour la ligne 7007, 16 pour la ligne 7008 et 15 pour la ligne 7023. La contribution des 2 groupes d'espèces à chacun de ces 5 milieux (2 forêts et 3 sections d'emprise) est ensuite étudiée par une analyse de variance. Les 3 sections d'emprise sont comparées entre elles et les 2 milieux forestiers entre eux. Mentionnons d'abord que 114 espèces ont été échantillonnées dans la section d'emprise

la plus âgée (ligne 7007), 125 sous la ligne 7008 et 126 sous la ligne 7023 ; les 2 milieux forestiers comptent respectivement 49 et 60 espèces échantillonnées. Les écrans arbustifs ont aussi été étudiés selon cette approche sauf que les cellules sont de 2 m au lieu de 5 m (en raison des courtes longueurs de transects) et qu'il n'y a pas eu de comparaison entre les sections d'emprise bordant les écrans. Sur la base donc des seuls nombres d'espèces, les résultats de cette analyse sont présentés et discutés successivement pour les 3 milieux (forêt, emprise et écrans).

La forêt est homogène, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de différence significative entre les 2 milieux forestiers selon les espèces forestières (moyennes respectives de 24 et 26 espèces forestières par cellule), ni selon les espèces des milieux ouverts (6 espèces par cellule). Par contre, il y a des différences significatives ($P < 0,01$) entre les 3 sections d'emprise à la fois selon les espèces forestières et les espèces des milieux ouverts. Les nombres moyens d'espèces forestières par cellule passent de 24 sous la ligne 7007 à 20 sous la ligne 7008 et à 17 sous la ligne 7023. Inversement, les nombres moyens d'espèces des milieux ouverts par cellule vont de 21 sous la ligne 7007 à 28 sous les lignes 7008 et 7023. Quant aux écrans arbustifs, il n'y a aucune différence entre l'écran 2 et l'écran 3. Cependant, si on considère les écrans fusionnés en fonction des 3 sections d'emprise, il y a une différence significative ($P < 0,05$) mais seulement au niveau des espèces des milieux ouverts, c'est-à-dire que les nombres moyens d'espèces des milieux ouverts par cellule passent de 7 sous la ligne 7007 à 8 sous la ligne 7008 et à 9 sous la ligne 7023.

Tel que suggéré plus haut, ces résultats confirment aussi l'absence d'effet de bordure de la part des espèces des milieux ouverts (les nombres moyens chutent brusquement de 21 ou 28 espèces par cellule dans l'emprise à 6 espèces par cellule en forêt). Il n'y a pas davantage d'effet de bordure de la part des espèces forestières, mais ces dernières semblent indifférentes à l'écotone forêt — emprise, surtout le long de la ligne 7007 ; le nombre moyen d'espèces par cellule demeure constant (24) malgré le passage de la forêt à l'emprise. Cette observation rappelle le *mass effect* de Auerbach et Shmida (1987). Ce *mass effect* est nettement moins évident le long de la ligne 7023 (24 espèces forestières par cellule en forêt contre 17 dans l'emprise), probablement en raison de l'importance marquée des espèces des milieux ouverts dont certaines constituent localement de grandes populations monospécifiques (*Calamagrostis canadensis*, *Epilobium angustifolium*, *Cornus stolonifera*, *Rubus idaeus*, etc.).

Ces résultats infirment l'hypothèse formulée à la section 3.3.2, mais soulèvent certaines questions. Comment se fait-il que les 3 sections d'emprise présentent des assemblages

différents d'espèces malgré les 9 traitements chimiques appliqués pendant 19 ans à l'ensemble de l'emprise ? Pourquoi observe-t-on sensiblement les mêmes résultats au niveau des écrans arbustifs non entretenus ? L'immigration des espèces forestières dans l'emprise s'effectue-t-elle seulement en fonction du temps et indépendamment de la récurrence et du type d'entretiens ? Autrement dit, les espèces forestières s'implantent-elles graduellement et discrètement (rhizomes, banque de graines), sans modifier la physionomie de l'emprise traitée chimiquement, de sorte que, à l'arrêt des traitements chimiques, il y a « explosion démographique » ?

3.3.3 Dynamique de l'emprise

Dans l'ensemble, et selon cette approche, la forêt est en équilibre, homogène et dominée par les espèces forestières alors que l'emprise et, à un moindre degré, les écrans arbustifs sont soumis à un processus successional (immigration, disparition, compétition) où se manifeste une modification importante de leur composition floristique selon la nature écologique des espèces. À partir de ces résultats, on peut donc distinguer les principaux stades et mécanismes de la succession dans l'emprise. Depuis la construction de l'emprise, l'ouverture du paysage induit une arrivée importante d'espèces indigènes et introduites des milieux ouverts ; la persistance de plusieurs de ces espèces est certainement favorisée par les traitements chimiques répétés. Certaines espèces des milieux ouverts atteignent une fréquence très élevée. Un certain nombre d'espèces forestières accompagnent probablement ces premiers colonisateurs. Cependant, au fur et à mesure de la maturation de l'emprise, les espèces forestières, plus compétitives, accroissent graduellement leur nombre et leur fréquence, surtout depuis l'arrêt des traitements chimiques ; parallèlement, les effectifs des espèces des milieux ouverts diminuent.

À long terme, même en l'absence de traitements chimiques, il est très improbable que les espèces des milieux ouverts disparaissent de l'emprise. Les entretiens mécaniques récurrents et certains habitats ouverts en permanence (chemins d'entretien, rivages de mares et de ruisseaux non inclus dans des écrans) favoriseront constamment la présence et l'arrivée des espèces des milieux ouverts. Dans un contexte de contrôle mécanique de la végétation de cette emprise, la maturation de la végétation pourrait avoir comme conséquence une diminution graduelle de la diversité floristique dans l'habitat dominant de l'emprise (les milieux mésiques) par suite de la compétition entre les espèces forestières et de milieux ouverts, mais

la tendance inverse pourrait survenir dans certains habitats ouverts (ruisseaux, dépression tourbeuse) avec la consolidation de leurs communautés respectives.

3.3.4 Indicateurs biologiques

Jusqu'à maintenant, la notion d'espèces indicatrices (ou indicateurs biologiques) n'a pas été abordée dans l'étude de la diversité floristique de la zone d'étude. La notion d'indicateur biologique est encore floue. Non seulement les exemples précis permettant de diagnostiquer la santé (cf. stabilité ou maturité) d'un écosystème par la simple présence d'une espèce comme l'Alque marbrée (*Brachyramphus marmoratus*) de la côte ouest de l'Amérique du Nord (Anonyme, 1995) sont-ils peu nombreux, mais en outre plusieurs sens ont été donnés à ce concept (Mills *et al.*, 1993). La désignation d'une ou plusieurs espèces comme indicateurs biologiques semble prématurée à ce stade de l'étude de la biodiversité des emprises de lignes. On peut néanmoins suggérer quelques éléments qui pourraient éventuellement être retenus, seuls ou en combinaison, comme indicateurs de la « stabilité » (maturité ou degré avancé d'évolution) de l'écosystème emprise.

Tel que déjà suggéré (Deshaye *et al.*, 1995), l'importance des espèces indigènes versus les espèces introduites (le pourcentage d'indigénat) constitue un premier élément à considérer. Il est bien connu que la végétation d'un milieu très perturbé est presque exclusivement composée d'espèces introduites (Rousseau, 1968, 1971 ; Mulligan, 1976) ; inversement, un milieu naturel et à l'équilibre en est à toute fin pratique exempt. En second lieu, dans un contexte d'entretien mécanique de l'emprise, l'importance croissante des espèces forestières (en nombre et, possiblement, en fréquence) relativement aux espèces des milieux ouverts suggère une relation étroite avec le degré d'évolution (ou de maturité) de l'emprise. Enfin et toujours en l'absence d'entretiens chimiques, il y aurait lieu de considérer certaines espèces indigènes non grégaires et dont on sait que l'implantation dans un milieu en voie de consolidation ne peut survenir qu'à un stade relativement avancé d'évolution. De telles espèces se rencontrent dans l'habitat dominant de l'emprise (*Botrychium matricariaefolium*, *B. multifidum*) et dans certains habitats ouverts (les orchidées). Les botryches sont reconnus pour leur occurrence dans les vieilles prairies alors que les orchidées ne participent pas aux premiers stades successionnels d'un milieu donné.

3.4 DISCUSSION

L'ouverture du paysage forestier au niveau de l'emprise provoque un accroissement important de la diversité floristique. Cet accroissement de plus du double des espèces résulte principalement de la présence d'espèces indigènes propres aux milieux ouverts ; ces espèces sont accompagnées par un certain nombre d'espèces introduites. Il en résulte que la diversité de l'emprise est nettement supérieure à celle de la forêt mixte adjacente. La diversité des écrans arbustifs est moins élevée que celle de l'emprise, mais plus que celle de la forêt.

Selon l'affinité biogéographique des espèces vasculaires, l'emprise ne présente pas de différence quant à l'importance des différents groupes d'espèces avec les 2 autres habitats ; l'emprise ne semble donc pas constituer une voie de migration des espèces vasculaires étrangères à la forêt mixte. Selon un point de vue écologique cependant, l'emprise n'est pas homogène ni dans sa physionomie, ni dans sa composition floristique ; de plus, la structure de la communauté suggère un milieu non en équilibre. Ce déséquilibre est causé par un apport important en espèces des milieux ouverts ; selon l'âge de l'emprise, c'est-à-dire son degré d'évolution ou de maturité et en l'absence de traitements chimiques, la dominance de ces espèces décroît progressivement au profit des espèces forestières, moins nombreuses, mais plus compétitives et sans doute mieux adaptées à certains facteurs (édaphiques, climatiques, anthropiques) du milieu. L'emprise (et les organismes qu'elle supporte) tend donc à s'organiser comme tout autre milieu naturel régulièrement soumis à un régime de contraintes (voir Nee, 1990). De façon générale, les mêmes conclusions s'appliquent aux écrans arbustifs.

4.1 MÉTHODES

4.1.1 Dénombrement de l'avifaune

Tel que suggéré dans Deshayé *et al.* (1995), les espèces cibles étaient les passereaux, les pics, le Colibri à gorge rubis (*Archilochus colubris*) et les Tétrœoninés. La présence et l'abondance des autres espèces d'oiseaux observées ont aussi été notées. Cependant, la plupart de ces dernières débutent leurs activités reproductrices tôt en saison et deviennent plus difficiles à repérer à la période la plus propice pour les passereaux.

Afin d'optimiser le temps alloué aux relevés sur le terrain, 3 méthodes de dénombrement ont été utilisées simultanément : la méthode du dénombrement à rayon limité (DRL [Bibby *et al.*, 1992]), les indices ponctuels d'abondance (IPA [Blondel *et al.*, 1981]) et une variante simplifiée des plans quadrillés (Bramble *et al.*, 1992). La méthode des IPA a été employée pour augmenter la probabilité de repérer les espèces rares ou peu abondantes.

Le principe d'application du DRL est le suivant : l'observateur se poste à une station de dénombrement sélectionnée à l'aide d'une stratégie d'échantillonnage (section 4.2) et note, aux 5 minutes, tous les oiseaux observés ou entendus sur une parcelle-échantillon durant une période fixée à 20 minutes. La parcelle-échantillon est de 100 m x 100 m, soit 1 ha ; la forme carrée a été privilégiée, car elle rendait possible le dénombrement des oiseaux le long de l'interface rectiligne forêt — emprise.

Le principe d'application de la méthode des IPA est le même que celui du DRL, sauf que tous les oiseaux repérés sont notés sans tenir compte de leur éloignement par rapport à l'observateur.

La méthode des plans quadrillés consiste à dénombrer les oiseaux par l'identification des territoires (Blondel, 1969). Chaque mâle territorial est assimilé à un couple. À chaque visite d'une parcelle-échantillon, l'observateur inscrit la position des oiseaux et leur comportement (territorial ou non) sur un plan à l'échelle (annexe 3). Les territoires de chaque espèce d'oiseaux sont identifiés sur un plan qui contient les observations de toutes les visites. Les

principales modifications apportées à la méthode standard (International Bird Census Committee, 1969) sont le nombre de visites (3 au lieu de 8-10 ; voir plus loin), la superficie des parcelles-échantillons (1 ha au lieu de 10-30) et la durée des visites fixée à 20 minutes. Ces modifications ont été apportées pour obtenir un effectif suffisant de parcelles-échantillons et parce que cette méthode visait essentiellement à augmenter la précision de la méthode des DRL. En effet, sans ces modifications, l'effectif aurait été limité à 2 ou 3 parcelles-échantillons compte tenu du temps exigé. Par ailleurs, aucune parcelle forestière n'était homogène sur une superficie de 10 ha.

La première étape a consisté à baliser à tous les 25 mètres l'axe central des parcelles-échantillons dans le sens perpendiculaire à l'emprise. Du ruban-marqueur et une corde graduée de 50 m de longueur ont servi à cette tâche. Cette opération a généralement eu lieu l'après-midi afin de conserver les périodes propices du matin et du soir pour le dénombrement.

L'observateur dénombreait l'avifaune avec les 3 méthodes en se postant au centre des parcelles-échantillons et en demeurant immobile. Chaque dénombrement a été précédé d'une pause de 5 minutes suivant l'arrivée de l'observateur à une station pour en atténuer l'effet sur l'activité des oiseaux. Les dénombrements ont été réalisés lors de journées sans pluie et par vent faible (< 15 km/h), car ces facteurs réduisent les probabilités de repérer les oiseaux (Robbins, 1981).

Les parcelles-échantillons ont pour la plupart fait l'objet de 3 dénombrements, 2 le matin (04h35-10h40 H.A.E.) et 1 en fin de journée (15h45-19h55) (Robbins, 1981). L'un des dénombrements matinaux débutait avant 7h30 et l'autre, après. Les dénombrements ont eu lieu entre le 9 et le 25 juin 1996. Les 2 dénombrements matinaux étaient espacés d'au moins une semaine. En règle générale, les dénombrements sur chaque parcelle-échantillon étaient réalisés systématiquement dans le temps, soit 1 par 5 jours.

Deux individus de la même espèce ont été considérés comme différents lorsqu'ils ont été vus ou entendus simultanément (ou s'ils se répondaient), ou si des caractères morphologiques les distinguaient. Les résultats ont été traduits en nombre de couples en respectant les conventions suivantes : un individu chanteur, un nid occupé ou une famille ont été considérés comme représentant un couple ; un individu émettant un cri d'alarme ou un individu silencieux ont été comptés pour un demi-couple.

Lors des déplacements entre les parcelles-échantillons, toutes les observations d'oiseaux ont été notées, de même que leur activité (nourrissage, quête de nourriture, chant, etc.) et leur position (emprise, forêt mixte, etc.). D'autre part, toutes les observations permettant de préciser le statut de nidification des espèces ont été notées (Gauthier et Aubry, 1995 : 72).

4.1.2 Échantillonnage

L'étude de la biodiversité aviaire de l'emprise de lignes de transport d'énergie électrique impliquait la comparaison de son avifaune avec celle de la forêt mixte et des écrans arbustifs. Il était aussi prévu de vérifier la présence d'un effet de lisière, en comparant la densité relative et la richesse aviaires de la lisière et de l'intérieur de la forêt. À l'origine, le protocole proposait d'identifier jusqu'à quelle distance il y a effet de lisière, le cas échéant (Deshaye *et al.*, 1995). Il a fallu abandonner cet aspect afin d'augmenter l'effectif dans les échantillons à comparer (49 parcelles-échantillons à diviser en 4 strates au lieu de 5).

Pour répondre aux objectifs, la zone d'étude a été divisée en 4 sous-populations ou strates (Cochran, 1977) : 1) l'emprise et 1 m de forêt de part et d'autre de celle-ci, à l'exclusion des parcelles-échantillons avec un écran arbustif ; 2) les parcelles-échantillons avec écran arbustif ; 3) la forêt mixte voisine de l'emprise jusqu'à 101 m de distance, appelée « lisière » ; et 4) la forêt mixte située de 301 à 401 m de l'emprise, identifiée par « forêt ».

Les parcelles-échantillons des strates « emprise », « lisière » et « forêt » ont été appariées (figure 4-1). Dans chacune de ces 3 strates, 15 parcelles-échantillons ont été tirées aléatoirement selon un échantillonnage systématique (Cochran, 1977 ; tableau 4-1). Au départ, 1 parcelle-échantillon sur 2 possibles a été sélectionnée jusqu'à l'obtention de l'effectif désiré. Cet espacement visait à concilier 2 contraintes quelque peu antagonistes : minimiser les déplacements et garantir l'indépendance entre les parcelles-échantillons voisines d'une même strate. Cette dernière implique que les territoires des oiseaux ne s'étendent pas sur plus d'une parcelle-échantillon retenue de la même strate. Cependant, la découverte, lors d'une visite exploratoire sur le terrain, de coupes forestières récentes à l'emplacement de plusieurs des parcelles-échantillons sélectionnées en « lisière » a obligé le déplacement de ces dernières, en respectant l'espacement d'une sur 2. Les parcelles-échantillons possibles de la strate « écran » se limitaient à 4 ; 3 ont fait l'objet d'un tirage aléatoire simple. Les parcelles-échantillons de 100 m² ont servi de référence à l'échantillonnage de la flore, des amphibiens, des reptiles et des mammifères (segments de 100 m).

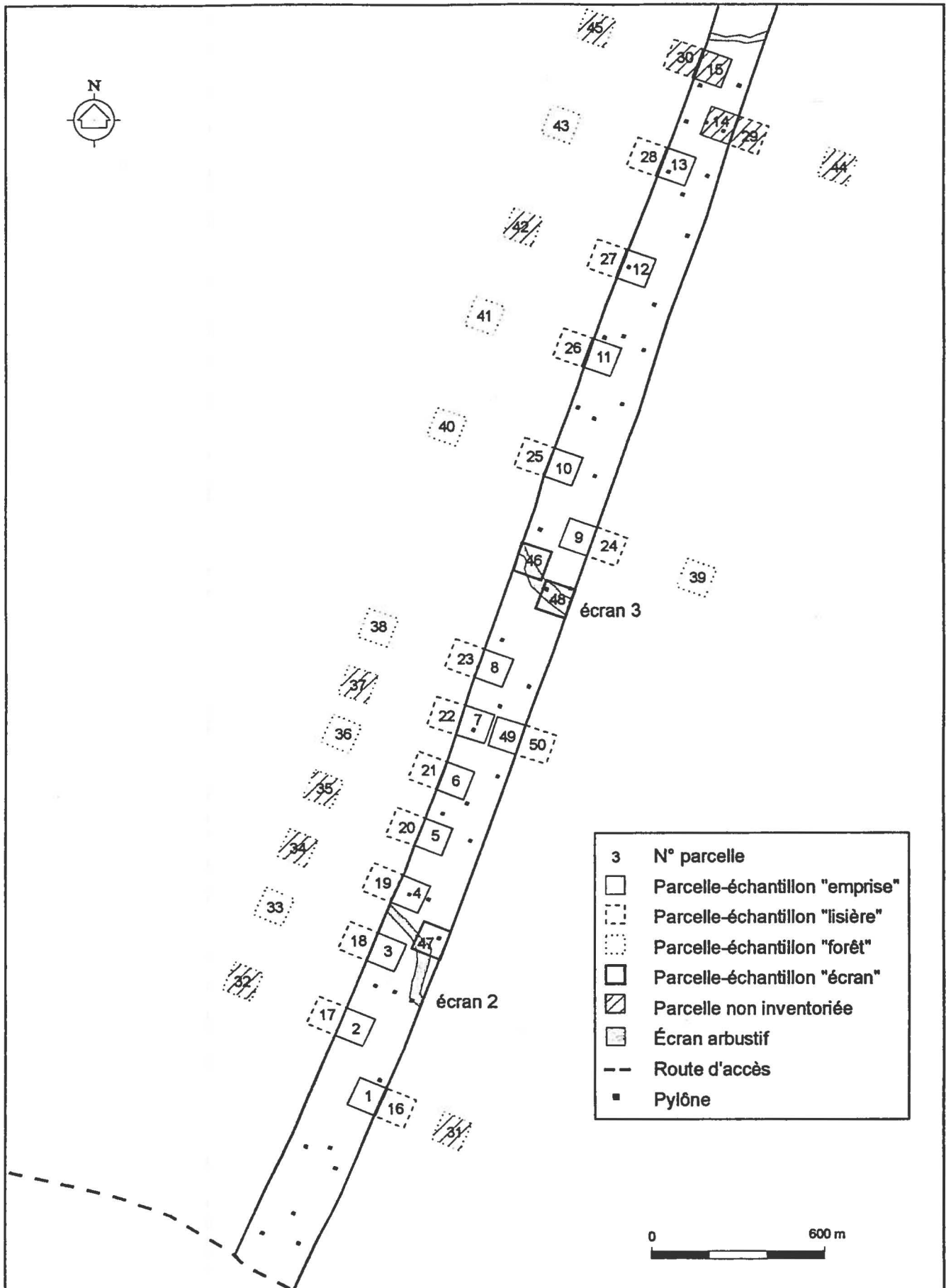


Figure 4-1. Schéma du plan d'échantillonnage pour l'étude de l'avifaune dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.

Les nombreuses journées de pluie n'ont pas permis de dénombrer toutes les parcelles-échantillons (tableau 4-1). Au total, 30 parcelles-échantillons ont fait l'objet de 3 dénombrements de l'avifaune, et 8 de 2, pour un total de 38. Ce dernier effectif est celui utilisé dans l'analyse des données. En général, c'est le dénombrement du soir qui n'a pu être fait (5/8). Les parcelles-échantillons au nombre incomplet de visites (8) se trouvent dans les strates « forêt » (parcelles 36, 38, 39 et 41), « emprise » (parcelles 4, 6 et 11) et « lisière » (parcelle 26).

Tableau 4-1. Effectif des parcelles-échantillons sélectionnées pour l'étude de l'avifaune.

Strate	Nombre de parcelles-échantillons	
	prévu	dénombré
Emprise	15	14
Lisière	15	14
Forêt	15	7
Écran	3	3
Total	48	38

4.1.3 Description de l'environnement des parcelles-échantillons

Une description de l'environnement de chaque parcelle-échantillon a été réalisée afin de vérifier qu'une différence éventuelle de l'avifaune entre les strates « lisière » et « forêt » soit effectivement le fait d'un effet de lisière plutôt que d'une différence de structure forestière. À l'origine, les variables environnementales, de nature généralement quantitatives, devaient être mesurées au centre des 4 carrés de 0,25 ha compris dans chaque parcelle-échantillon. Cependant, compte tenu du temps requis à ces mesures par parcelle-échantillon (plus de 2 heures), il a fallu modifier la méthode. Pour raccourcir la durée de la description de l'environnement, des variables semi-quantitatives ont été utilisées et les mesures ont été faites au centre des parcelles-échantillons (tableau 4-2, annexe 3). Malgré ces ajustements, la description de la végétation n'a pu être réalisée dans toutes les parcelles-échantillons inventoriées pour l'avifaune.

Tableau 4-2. Description des variables utilisées pour décrire l'environnement des parcelles-échantillons.

Nom de la variable	Description
Mixité	Pourcentage de la couverture forestière occupée par les conifères
Chicot	Classe d'abondance des chicots (DHP \geq 10 cm) ^a
Trouée	Nombre de trouée (> 5 m de diamètre)
Tronc renversé	Classe d'abondance de troncs renversés ^a
Muscinale	Strate muscinale (11 classes de couverture) ^b
Herbacée basse	Strate herbacée basse (< 0,3 m ; 11 classes de couverture) ^b
Herbacée haute	Strate herbacée haute (\geq 0,3 m ; 11 classes de couverture) ^b
Arbustive basse	Strate arbustive basse (< 2 m ; 11 classes de couverture) ^b
Arbustive haute	Strate arbustive haute (\geq 2 m ; 11 classes de couverture) ^b
Arborescente basse	Strate arborescente basse (5-10 m ; 11 classes de couverture) ^b
Arborescente moyenne	Strate arborescente moyenne (10-20 m ; 11 classes de couverture) ^b
Arborescente haute	Strate arborescente haute (> 20 m ; 11 classes de couverture) ^b
Pente	Pente en degré
Drainage	Indice de drainage ^c
Infestation d'insectes	Indice d'abondance d'insectes défoliateurs sur les conifères ^d

^a Classes : 0 : 0 ; 1 : 1-10 ; 2 : 11-20 ; 3 : 21-30 ; etc.

^b Classes : 0 : 0 ; 1 : 1-10 % ; 2 : 11-20 % ; 11 : 91-100 %.

^c Classes : 1 : marécageux, 2 : humide, 3 : bien drainé et 4 : sec.

^d Classes : 0 : nul ou très faible, 1 : faible, 2 : moyen et 3 : élevé.

4.1.4 Analyse des données

Pour chaque espèce d'oiseaux et parcelle-échantillon, la valeur d'abondance du DRL la plus élevée obtenue au cours des visites a été retenue pour les analyses. Les résultats des plans quadrillés ont permis à l'occasion d'ajouter un couple au résultat de certaines espèces. La valeur de densité spécifique de chaque parcelle-échantillon obtenue par la méthode des plans quadrillés correspond à la somme des fractions des territoires qui y sont incluses.

La richesse aviaire a été calculée à l'aide de 3 formules : la richesse cumulée, la richesse de Hurlbert (1971) et la richesse moyenne. La richesse cumulée correspond au nombre d'espèces observées dans toutes les parcelles-échantillons d'un échantillon. La richesse cumulée étant fonction de l'effectif de l'échantillon (Glaholt *et al.*, 1995) ; la richesse de Hurlbert (1971) a été utilisée pour comparer les échantillons aux effectifs inégaux. Cet estimateur calcule l'espérance mathématique du nombre d'espèces représentées dans un échantillon dont l'effectif n' est inférieur ou égal à l'effectif des échantillons à comparer. La

valeur de n' était 7, soit l'effectif de la strate « forêt ». La strate « écran » n'a pas été considérée, car la richesse de Hurlbert est potentiellement inexacte pour de faibles effectifs (Glaholt *et al.*, 1995). La richesse moyenne est le nombre moyen d'espèces d'oiseaux repérées par parcelle-échantillon. L'indice de diversité de Shannon (1948) a été calculé pour chacune des strates.

Les variables environnementales, la richesse moyenne et les valeurs de densité relative obtenues par les méthodes du DRL et des plans quadrillés ont été comparées entre les strates « emprise » « lisière » et « forêt » à l'aide du test de Kruskal-Wallis. Lorsque ce test décelait une hétérogénéité des distributions, le test de Wilcoxon a été utilisé pour identifier quels échantillons différaient (Scherrer, 1984). Dans les cas où les variables environnementales ne s'appliquaient pas à la strate « emprise » (ex. : arborescente haute), seul le test de Wilcoxon a été employé.

Les noms anglais et latins des oiseaux mentionnés dans le texte sont présentés à l'annexe 2. Les noms français sont tirés de Ouellet et Gosselin (1983).

4.2 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.2.1 Généralités

Entre le 8 et le 25 juin 1996, 62 espèces d'oiseaux ont été repérées dans la zone d'étude (annexe 2). De ce nombre, 5 ont été observées en dehors des heures de dénombrement. Il s'agit du Canard noir, du Busard Saint-Martin, de la Buse à queue rousse, du Grand Pic et du Viréo de Philadelphie. Ces espèces ont été observées dans l'emprise, à l'exception du Grand Pic ; le Viréo de Philadelphie se trouvait dans un écran. Neuf autres espèces ont été repérées en vol ou par la méthode des IPA.

À quelques reprises, des oiseaux forestiers ont traversé l'emprise en volant. La majorité de ces observations (6) concernent le Merle d'Amérique, mais le Pic chevelu et le Pic flamboyant ont été observés chacun 1 fois alors qu'ils franchissaient l'espace de l'emprise pour gagner la forêt située de l'autre côté. Un passereau, probablement une grive, a longé au vol une grande partie d'un écran, avant de gagner la forêt. Une couvée de Bécasse d'Amérique a été aperçue dans l'emprise en juillet.

Un ou des Grands Corbeaux perchés sur des pylônes ont été observés au moins à 20 reprises et une Crécerelle d'Amérique, à 3 reprises. Un Merle d'Amérique a chanté pendant quelques minutes sur un pylône. La plupart de ces oiseaux se perchaient sur le longeron le plus bas.

Au moins 40 Grands Corbeaux fréquentaient la zone d'étude, principalement sa partie méridionale. Ils se perchaient souvent sur des affleurements rocheux voisins de l'emprise. Leur présence ainsi que celle des Corneilles d'Amérique et des Goélands argentés, qui survolaient la zone d'étude, sont probablement attribuables en grande partie à la présence d'un dépotoir situé à quelques centaines de mètres au sud-est de la zone d'étude.

Les restes d'un oiseau de proie – probablement une Petite Buse – ont été découverts sous une ligne de l'emprise. L'état de la carcasse n'a pas permis d'identifier la cause de la mortalité.

Plusieurs oiseaux de proie ont été repérés en train de chasser ou de crier en bordure de l'emprise : outre les observations de Crécerelle d'Amérique, dont un nid a été découvert à l'interface emprise - forêt, la Petite Buse a fait l'objet de 5 observations, dont celle d'un couple, et la Buse à queue rousse d'une observation, un individu en plumage juvénile.

4.2.2 Comparaison de l'environnement des strates

Aucune des variables environnementales ne différaient significativement entre les strates « forêt » et « lisière » (tableau 4-3). La couverture de la strate herbacée basse tendait à être plus élevée en « forêt » qu'en « lisière » ($P = 0,076$). Un effectif plus élevé de la strate « forêt » aurait peut-être permis d'obtenir une différence significative. Ainsi, une éventuelle différence de l'avifaune entre ces strates pourra être attribuable, avec un faible risque d'erreur, à l'effet de lisière, puisque les caractéristiques végétales sont les mêmes dans la « forêt » et en « lisière ».

Outre le fait que la strate arborescente est absente de « l'emprise », cette dernière se distingue de la « forêt » et de la « lisière » par une couverture plus élevée des strates muscinales, herbacée basse et herbacée haute, et une strate arbustive haute plus faible (tableau 4-3). Les arbustes bas ne couvrent pas une plus grande proportion des parcelles-échantillons dans « l'emprise » qu'en « forêt ».

Tableau 4-3. Comparaison des variables environnementales entre les strates « emprise », « lisière » et « forêt ».

Nom de la variable	Strate (Moyenne ± écart type)			Kruskal-Wallis <i>P</i>	Wilcoxon (<i>P</i> < 0,05)
	Emprise (n=13)	Lisière (n=13)	Forêt (n=5)		
Mixité	—	13,6 ± 18,0	7,0 ± 10,1	—	0,18
Chicot	0,0 ± 0,0	2,4 ± 1,4	2,6 ± 1,1	—	0,53
Trouée	—	1,8 ± 1,2	2,8 ± 1,5	—	0,24
Tronc renversé	0,0 ± 0,0	1,6 ± 1,4	1,4 ± 0,9	—	0,79
Muscinale	5,0 ± 3,5	1,2 ± 0,4	1,4 ± 0,9	0,0017	Emp.>(For., Lis.) ¹
Herbacée basse	3,7 ± 1,3	1,3 ± 0,5	1,8 ± 0,4	0,0001	Emp.>(For., Lis.)
Herbacée haute	3,7 ± 2,1	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,4	0,0001	Emp.>(For., Lis.)
Arbustive basse	2,8 ± 0,7	2,2 ± 0,8	2,2 ± 0,4	0,1341	—
Arbustive haute	0,6 ± 0,5	2,9 ± 1,3	3,6 ± 0,9	0,0001	(For., Lis.)>Emp.
Arborescente basse	0,0 ± 0,0	4,0 ± 1,6	4,4 ± 1,7	—	0,73
Arborescente moyenne	0,0 ± 0,0	3,9 ± 2,3	2,8 ± 1,5	—	0,42
Arborescente haute	0,0 ± 0,0	0,8 ± 0,4	0,6 ± 0,9	—	0,46
Pente	8,8 ± 4,8	12,9 ± 7,4	11,4 ± 4,8	0,2818	—
Drainage	2,3 ± 0,7	2,3 ± 0,5	2,6 ± 0,5	0,5589	—
Infestation d'insectes	—	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	—	—

¹ Emp. : « emprise » ; For. : « forêt » ; Lis. : « lisière ».

4.2.3 Comparaison de la diversité aviaire entre les strates

Les résultats révèlent une hétérogénéité de la richesse moyenne entre les strates « emprise », « lisière » et « forêt » (Test de Kruskal-Wallis ; ddl = 2 ; *P* = 0,0001 ; tableau 4-4). La richesse moyenne de la « forêt » et de la « lisière » s'avérait supérieure à celle de « l'emprise » (Test de Wilcoxon ; ddl = 1 ; *P* = 0,0004 et 0,0001 respectivement), mais elle ne différait pas entre les 2 premières strates (*P* = 0,07). Cette dernière probabilité, près du seuil de signification, pourrait porter à croire qu'un effectif plus grand de la strate « forêt » aurait permis de déceler une différence significative. Cependant, plus de la moitié des parcelles-échantillons de la « forêt » n'ont été dénombrées qu'à 2 reprises alors que c'était le cas d'une seule parcelle-échantillon de la strate « lisière ». Or, dans plusieurs parcelles-échantillons, la troisième visite a permis de repérer une ou des nouvelles espèces d'oiseaux. Par conséquent, l'écart observé entre les 2 échantillons est probablement attribuable en grande partie à la différence du nombre de visites. Au Wisconsin, Hanowski *et al.* (1995) n'ont pas observé une plus grande richesse en lisière.

Tableau 4-4. Comparaison de la richesse entre les strates.

Strate	Effectif	Richesse cumulée	Richesse de Hurlbert	Indice de diversité de Shannon	Richesse moyenne ¹
Emprise	14	15	11	4,64	5,1 (1,7)
Lisière	14	41	31	15,86	10,3 (1,6)
Forêt	7	27	27	11,90	9,3 (1,0)
Écran	3	13	-	4,59	8,0 (1,7)

¹ Moyenne (écart type)

La richesse cumulée en « lisière » était près de 3 fois supérieure à celle de « l'emprise », à effort égal (tableau 4-4). Il en va probablement de même pour la « forêt », car la richesse de Hurlbert indique que l'écart de richesse cumulée entre cet échantillon et celui de la « lisière » s'avère probablement attribuable en grande partie à la différence d'effectif et au nombre de dénombrements par parcelle-échantillon. La richesse cumulée ne diffère donc pas de façon significative entre ces 2 derniers biotopes.

L'écart de l'indice de Shannon entre les 3 principales strates varie dans le même sens que la richesse cumulée. Une partie de la différence entre les strates « forêt » et « lisière » s'avère liée à la différence d'effectif et au nombre de dénombrements par parcelle-échantillon car cet indice y est sensible (Glaholt *et al.*, 1995). Ces résultats montrent que la richesse de « l'emprise » en espèces aviaires est beaucoup plus faible que celle de la « forêt » mixte et qu'elle s'avère probablement intermédiaire dans les « écrans ».

4.2.4 Comparaison des densités entre les strates

La densité totale (nombre de couples/ha) est la somme des densités spécifiques (nombre de couples/espèce/ha) calculées à partir des résultats des plans quadrillés. Elle s'avère beaucoup plus élevée en « lisière » et en « forêt » qu'en « emprise » (tableau 4-5). La densité totale de « l'écran » semble similaire à celle de « l'emprise ».

Aucune espèce d'oiseau ne présentait de différence significative de densité entre les strates « lisière » et « forêt » (tableau 4-6). Cependant, la Paruline à flancs marron, qui fréquentait 5 parcelles-échantillons de « lisière », n'a pas été repérée en « forêt ». Les territoires de cette espèce étaient toujours comprimés le long de l'interface « lisière - emprise ». L'absence d'une différence significative s'avère probablement attribuable au faible effectif de

la strate « forêt ». D'ailleurs, lors d'études similaires au sud du Maine et au nord du Wisconsin, cette espèce était plus dense sur les lisières d'emprise ainsi que la Paruline masquée, la Paruline triste et la Paruline à tête cendrée (Small et Hunter, 1989 ; Hanowski *et al.*, 1995). Les 2 premières espèces ont été observées seulement dans « l'emprise » au cours de la présente étude (voir tableau 4-6), tandis que la Paruline à tête cendrée fréquentait indifféremment la « lisière » et la « forêt ». Il est possible que le nombre de trouées en « forêt » (tableau 4-3) constitue un facteur confondant. Ces trouées dues à la coupe forestière, aux affleurements rocheux, aux chablis ou aux infestations d'insectes forment des lisières propices à la Paruline à tête cendrée.

Tableau 4-5. Comparaison de la densité totale entre les strates (nombre de couples/ha).

Strate	Effectif	Abondance		Signification
		moyenne	écart type	
Emprise	14	3,1	1,3	a
Lisière	14	5,7	1,4	b
Forêt	7	4,9	1,3	b
Écran	3	3,5	0,7	-

¹ Les échantillons identifiés avec les mêmes lettres ne diffèrent pas significativement (test de Wilcoxon : ddl = 2 ; $P < 0,05$)

L'abondance de la Paruline noir et blanc obtenue par la méthode du DRL tendait ($P = 0,0895$) à être plus élevée en « forêt », qu'en « lisière ». Whitcomb *et al.* (1981) et Hanowski *et al.* (1995) ont noté que la Paruline noir et blanc était plus rare près de la lisière des forêts. Nos résultats indiquent que la Paruline couronnée, la Paruline du Canada et la Paruline à collier étaient indifférentes à la « lisière » alors que dans d'autres études, ces espèces étaient plus denses au coeur de la forêt (Kroodsma, 1984 ; Small et Hunter, 1989 ; LaRue *et al.*, 1995). Encore une fois, les trouées en « forêt » pourraient expliquer cette divergence.

Hormis la Paruline à flancs marron, et compte tenu de la différence d'effectif, la composition de l'avifaune de la strate « lisière » ressemblait beaucoup à celle de la « forêt » (tableau 4-6). Les parulines formaient plus de la moitié de leur avifaune. Au total, 9 espèces étaient significativement plus abondantes dans ces strates que dans « l'emprise ». Elles s'y avéraient même exclusives, à l'exception du Viréo aux yeux rouges. Le Merle d'Amérique et le Bruant à gorge blanche fréquentaient indifféremment les 3 strates.

Tableau 4-6. Comparaison des abondances relatives (nombre de couple/parcelle-échantillon) des espèces d'oiseaux entre les strates (moyenne \pm écart type ; les valeurs en caractères gras sont significativement supérieures [$P < 0,05$] à celles tramées ; les autres ne sont pas significativement différentes ou l'effectif des échantillons est trop faible ; - = ne s'applique pas¹).

Espèce	Strate							
	Emprise		Lisière		Forêt		Écran	
	DRL	Plans quadrillés	DRL	Plans quadrillés	DRL	Plans quadrillés	DRL	Plans quadrillés
Petite Buse	0,00 \pm 0,00	—	0,07 \pm 0,27	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Gélinotte huppée	0,00 \pm 0,00	—	0,04 \pm 0,13	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Bécasse d'Amérique	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—	0,17 \pm 0,29	—
Colibri à gorge rubis	0,00 \pm 0,00	—	0,04 \pm 0,13	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Pic maculé	0,00 \pm 0,00	—	0,18 \pm 0,37	—	0,14 \pm 0,24	—	0,00 \pm 0,00	—
Pic mineur	0,00 \pm 0,00	—	0,07 \pm 0,18	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Pic chevelu	0,04 \pm 0,13	—	0,07 \pm 0,18	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Pic flamboyant	0,07 \pm 0,27	—	0,14 \pm 0,36	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Moucherolle à ventre jaune	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,07 \pm 0,27	0,05 \pm 0,20	0,14 \pm 0,38	0,04 \pm 0,09	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Moucherolle des aulnes	1,21 \pm 0,67	0,79 \pm 0,56	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	1,33 \pm 0,58	0,67 \pm 0,29
Moucherolle tchébec	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,11 \pm 0,40	0,14 \pm 0,53	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Geai bleu	0,00 \pm 0,00	—	0,07 \pm 0,18	—	0,07 \pm 0,19	—	0,00 \pm 0,00	—
Grand Corbeau	0,00 \pm 0,00	—	0,14 \pm 0,53	—	0,00 \pm 0,00	—	0,00 \pm 0,00	—
Mésange à tête noire	0,00 \pm 0,00	—	0,43 \pm 0,47	—	0,29 \pm 0,49	—	0,00 \pm 0,00	—
Sittelle à poitrine rousse	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,25 \pm 0,33	0,25 \pm 0,33	0,21 \pm 0,39	0,14 \pm 0,24	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Troglodyte des forêts	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,14 \pm 0,38	0,04 \pm 0,09	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Roitelet à couronne dorée	0,00 \pm 0,00	—	0,07 \pm 0,27	—	0,14 \pm 0,38	—	0,00 \pm 0,00	—
Roitelet à couronne rubis	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,07 \pm 0,27	0,06 \pm 0,24	0,14 \pm 0,38	0,07 \pm 0,19	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Grive fauve	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,11 \pm 0,29	0,04 \pm 0,13	0,07 \pm 0,19	0,07 \pm 0,19	0,17 \pm 0,29	0,03 \pm 0,06
Grive à dos olive	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,71 \pm 0,58	0,51 \pm 0,46	0,64 \pm 0,38	0,50 \pm 0,38	0,67 \pm 0,58	0,20 \pm 0,26
Grive solitaire	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,18 \pm 0,37	0,13 \pm 0,25	0,14 \pm 0,38	0,07 \pm 0,19	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Merle d'Amérique	0,21 \pm 0,32	0,08 \pm 0,14	0,61 \pm 0,59	0,43 \pm 0,40	0,29 \pm 0,39	0,29 \pm 0,39	0,50 \pm 0,50	0,25 \pm 0,25
Jaseur des cèdres	0,07 \pm 0,18	—	0,14 \pm 0,36	—	0,21 \pm 0,39	—	0,33 \pm 0,58	—
Viréo à tête bleue	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,07 \pm 0,27	0,02 \pm 0,07	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00
Viréo aux yeux rouges	0,07 \pm 0,27	0,01 \pm 0,03	0,79 \pm 0,70	0,51 \pm 0,49	0,79 \pm 0,70	0,28 \pm 0,25	0,00 \pm 0,00	0,00 \pm 0,00

Tableau 4-6. Comparaison des abondances relatives des espèces d'oiseaux entre les strates (suite).

Espèce	Strate							
	Emprise		Lisière		Forêt		Écran	
	DRL	Plans quadrillés	DRL	Plans quadrillés	DRL	Plans quadrillés	DRL	Plans quadrillés
Paruline obscure	0,07 ± 0,27	0,01 ± 0,03	0,07 ± 0,27	0,02 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline à joues grises	0,21 ± 0,43	0,02 ± 0,04	0,50 ± 0,65	0,32 ± 0,40	0,71 ± 0,76	0,36 ± 0,38	0,67 ± 0,58	0,07 ± 0,06
Paruline à collier	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,07 ± 0,27	0,05 ± 0,20	0,14 ± 0,38	0,14 ± 0,38	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline à flancs marron	0,36 ± 0,50	0,05 ± 0,07	0,36 ± 0,50	0,22 ± 0,37	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,33 ± 0,58	0,03 ± 0,06
Paruline à tête cendrée	0,07 ± 0,27	0,01 ± 0,03	0,32 ± 0,46	0,23 ± 0,35	0,57 ± 0,79	0,37 ± 0,50	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline bleue à gorge noire	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,36 ± 0,50	0,25 ± 0,39	0,43 ± 0,53	0,25 ± 0,38	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline à croupion jaune	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,21 ± 0,43	0,18 ± 0,37	0,14 ± 0,38	0,14 ± 0,38	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline verte à gorge noire	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,54 ± 0,50	0,22 ± 0,30	0,43 ± 0,79	0,32 ± 0,55	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline à gorge orangée	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,57 ± 0,65	0,49 ± 0,54	0,43 ± 0,53	0,43 ± 0,53	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline à poitrine baie	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,29 ± 0,47	0,23 ± 0,42	0,43 ± 0,53	0,23 ± 0,39	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline noir et blanc	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,14 ± 0,36	0,05 ± 0,14	0,43 ± 0,53	0,12 ± 0,19	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline flamboyante	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,07 ± 0,27	0,02 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,67 ± 0,58	0,50 ± 0,50
Paruline couronnée	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,75 ± 0,58	0,51 ± 0,41	1,00 ± 0,58	0,56 ± 0,33	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Paruline triste	0,07 ± 0,27	0,02 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,33 ± 0,58	0,03 ± 0,06
Paruline masquée	1,14 ± 0,84	0,82 ± 0,60	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	1,00 ± 0,00	0,28 ± 0,20
Paruline du Canada	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,21 ± 0,43	0,18 ± 0,37	0,29 ± 0,49	0,14 ± 0,24	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Cardinal à poitrine rose	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,14 ± 0,36	0,05 ± 0,14	0,14 ± 0,38	0,04 ± 0,09	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Bruant chanteur	0,11 ± 0,29	0,01 ± 0,03	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Bruant de Lincoln	1,00 ± 0,55	0,76 ± 0,42	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,67 ± 0,58	0,33 ± 0,29
Bruant à gorge blanche	1,14 ± 0,77	0,51 ± 0,50	0,71 ± 0,61	0,45 ± 0,45	0,57 ± 0,53	0,31 ± 0,47	1,67 ± 0,58	1,08 ± 0,38
Junco ardoisé	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,07 ± 0,27	0,07 ± 0,27	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Roselin pourpré	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,14 ± 0,36	0,04 ± 0,13	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
Bec-croisé à ailes blanches	0,00 ± 0,00	—	0,04 ± 0,13	—	0,00 ± 0,00	—	0,00 ± 0,00	—

¹ Espèces non territoriales ou dont le territoire est trop grand par rapport à la parcelle-échantillon.

L'avifaune de « l'emprise » était dominée par 4 espèces : le Moucherolle des aulnes, la Paruline masquée, le Bruant de Lincoln et le Bruant à gorge blanche (tableau 4-6). Les 3 premières espèces abondaient significativement plus sur « l'emprise » qu'en « forêt ». Elles y étaient même exclusives ainsi que la Paruline triste et le Bruant chanteur. D'un point de vue taxinomique, l'avifaune de « l'emprise » était composée à 40 % de bruants. Plusieurs des autres espèces présentes sur cette strate, telle la Paruline à joues grises, étaient cantonnées dans le 1 mètre de forêt inclus par définition dans les parcelles-échantillons « d'emprise », comme l'indique l'écart radical entre l'abondance fournie par le DRL et celle obtenue par les plans quadrillés.

Les écrans arbustifs semblaient abriter les mêmes espèces dominantes que « l'emprise », mais de façon générale, paraissaient héberger des espèces forestières en plus grande abondance.

4.2.5 Discussion

L'avifaune de l'emprise diffère radicalement de celle de la forêt mixte. Elle est dominée par une poignée d'espèces, surtout des bruants. Plusieurs espèces y sont même exclusives. Elles sont typiques des ouvertures naturelles ou artificielles de la forêt mixte : tourbières, habitats riverains, brûlis, coupes à blanc (Gauthier et Aubry, 1995).

L'abondance de bosquets denses d'arbrisseaux et d'arbustes dans la partie de l'emprise voisine de la forêt explique probablement la présence de la Paruline à flancs marron dans « l'emprise » et la « lisière », car elle construit son nid dans ce genre d'endroit (Gauthier et Aubry, 1995). D'autres espèces, telles que la Grive fauve, la Grive à dos olive et le Viréo aux yeux rouges, utilisent peut-être cet habitat pour la même fonction. L'entretien périodique des emprises maintient ce milieu de façon quasi-permanente, alors qu'en conditions naturelles, il s'avère éphémère, en raison de la succession végétale.

L'emprise favorise la Crécerelle d'Amérique et probablement la Petite Buse, la Buse à queue rousse, la Bécasse d'Amérique et le Canard noir. Ainsi, l'emprise augmente la diversité aviaire à l'échelle de la zone d'étude. Enfin, la faible couverture de la strate arbustive haute (2-5 m) est sans doute partiellement responsable de la richesse aviaire peu élevée sur l'emprise. La croissance à court terme de cette strate végétale devrait permettre d'augmenter cette richesse.

5.1 MÉTHODES

L'approche proposée pour l'étude de la biodiversité des amphibiens et des reptiles s'inspire de la consultation d'un livre spécialisé (Heyer *et al.*, 1994), de spécialistes en herpétologie (R. Leclair, UQTR ; J.R. Bider, Collège Macdonald ; J. Bonin, travailleur autonome) et des recommandations de Deshayes *et al.* (1985). Des méthodes d'inventaire diversifiées ont été utilisées afin d'optimiser les chances de recenser des individus. Ces dernières concernent la capture à l'aide de pièges-fosses, de nasses et de clôtures de dérive, l'inventaire à vue et l'inventaire des anoues par l'écoute de leur vocalisation en période de reproduction. Un permis scientifique a été obtenu auprès du ministère de l'Environnement et de la Faune pour le piégeage des amphibiens, des reptiles et des petits mammifères.

5.1.1 Plan d'échantillonnage

Dans le cas des inventaires à vue et du piégeage, le plan d'échantillonnage a été basé sur une approche globale en vue de couvrir le maximum de superficie et d'échantillonner dans les secteurs inventoriés pour les volets flore, avifaune et mammifères. Les secteurs visés par l'échantillonnage sont l'emprise comme telle, la forêt adjacente, puis les écrans arbustifs. Ainsi, comme dans l'étude de la flore vasculaire, des transects perpendiculaires à l'emprise ont fait l'objet d'inventaire. Les transects 3, 5, 6, 9 et 10 ont été tirés au hasard pour l'étude des amphibiens, des reptiles et des petits mammifères. Il a été présumé que l'inventaire de 5 transects pourrait être réalisable selon le temps et le budget disponibles. Dans le cas de l'inventaire à vue, la position des transects perpendiculaires à l'emprise, selon la base décimétrique le long d'un segment de 100 m, était toujours localisée au mètre 50, alors que pour le piégeage, cette localisation a été effectuée au hasard. Les transects se prolongent jusqu'à une distance de 30 m dans la forêt, à chaque extrémité, pour l'inventaire à vue et à une distance de 90 m pour le piégeage. De cette façon, l'échantillonnage touche à la fois la forêt, la bordure et l'emprise. La longueur des transects de l'inventaire à vue est de 285 m, soit 225 m pour l'emprise proprement dite et 60 m de milieu forestier adjacent ; dans le cas des transects de piégeage, la longueur totale d'un transect est de 405 m, dont 225 dans l'emprise et 180 m dans le milieu forestier adjacent. Quant à chacun des 2 écrans arbustifs retenus pour l'étude, 3 transects sont inventoriés par inventaire à vue et 4 transects par

piégeage. Ces transects sont disposés perpendiculairement à l'écran arbustif et espacés également entre eux ; leur longueur est variable selon la largeur de l'écran. Chaque transect traverse l'écran et inclut l'emprise à une de ses extrémités (figure 5-1). La numérotation des stations d'échantillonnage le long des transects de l'emprise augmente de l'ouest vers l'est et leur répartition est indiquée au tableau 5-1 alors que celle des écrans se trouve au tableau 5-2.

Tableau 5-1. Localisation des stations d'échantillonnage (S) le long des transects de piégeage (T) dans la triple emprise de lignes à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.

	Forêt		Bordure			Emprise			Bordure		Forêt	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10		
T3	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X		
T5	-	-	-	X	-	X	X	X	-	-		
T6	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
T9	X	X	X	X	X	X	-	X	X	X		
T10	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		

X : station échantillonnée
 - : station inexistante

Tableau 5-2. Localisation des stations d'échantillonnage (S) le long des transects de piégeage (T) dans les 2 écrans arbustifs de la triple emprise de lignes à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.

		S1	S2	S3
Écran 2	T1	Emprise	Écran	Écran
	T2	Écran	Écran	Emprise
	T3	Emprise	Écran	Écran
	T4	Écran	Écran	Emprise
Écran 3	T1	Emprise	Écran	Écran
	T2	Emprise	Écran	-
	T3	Emprise	Écran	Écran
	T4	Emprise	Écran	Écran

- : station inexistante

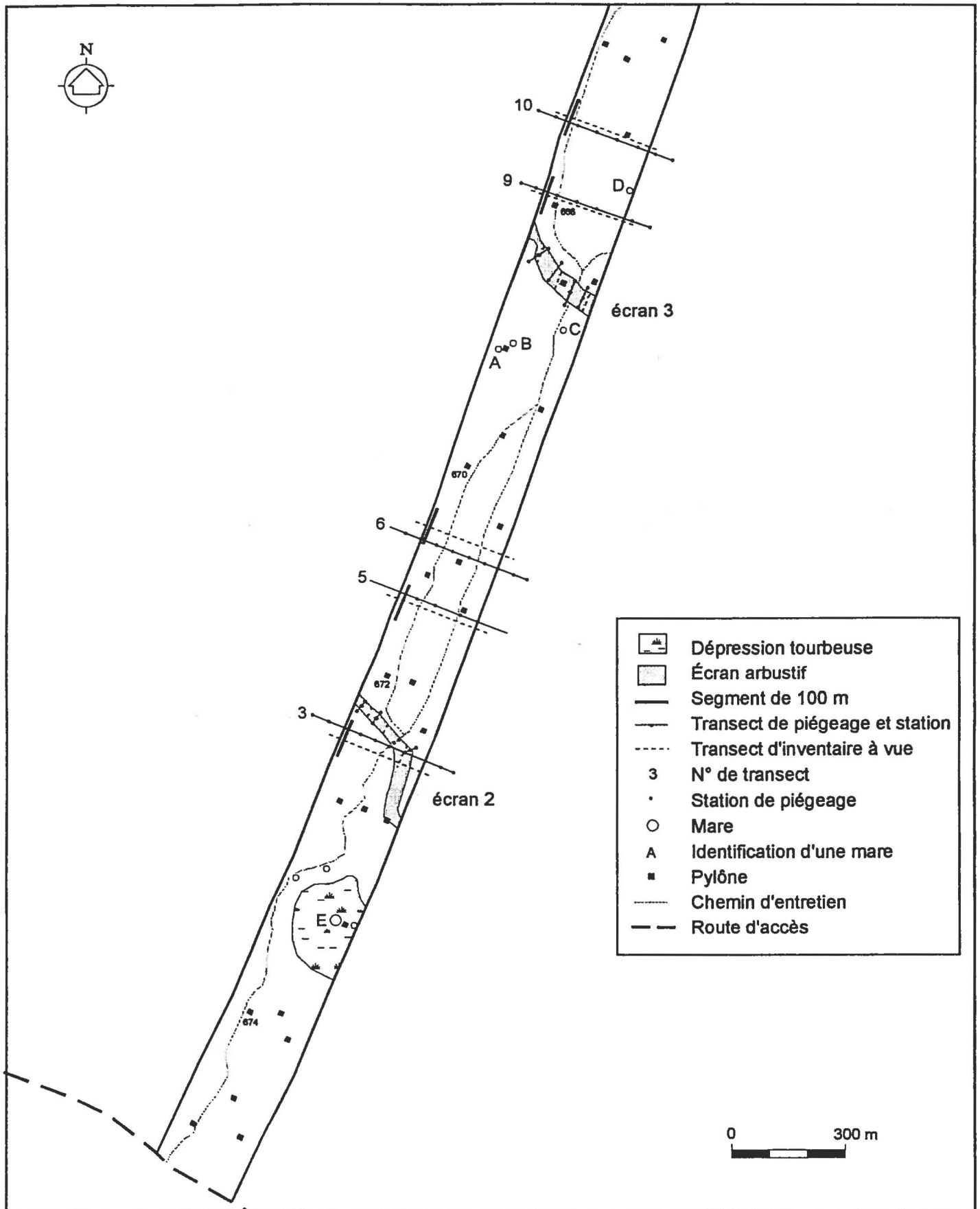


Figure 5-1. Schéma du plan d'échantillonnage pour l'étude des amphibiens, des reptiles et des petits mammifères dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.

5.1.2 Inventaire

Trois périodes de terrain ont été visées pour l'écoute du chant des anoures lors de la reproduction, soit la semaine du 20 mai, entre le 4 et le 20 juin ainsi qu'à la mi-juillet. Les espèces qui se reproduisent tôt sont la grenouille des bois (*Rana sylvatica*), la rainette faux-grillon de l'Ouest (*Pseudacris triseriata*) et la rainette crucifère (*Pseudacris crucifer*); la seconde phase touche la période d'accouplement de la grenouille léopard (*Rana pipiens*), le crapaud d'Amérique (*Bufo americanus*) et la grenouille des marais (*Rana palustris*); la troisième période vise la rainette versicolore (*Hyla versicolor*), la grenouille verte (*Rana clamitans*), le ouaouaron (*Rana catesbeiana*) et la grenouille du Nord (*Rana septentrionalis*; Lepage *et al.*, (sous presse); Hébert, 1995). Au cours de la première période d'inventaire, la température la plus basse au coucher du soleil doit être supérieure à 10°C; lors de la deuxième, la température la plus basse de la journée doit excéder 10°C alors qu'au cours de la troisième, elle doit excéder 15°C (SHNVSL, 1993; Lepage *et al.*, [sous presse]). Comme la grenouille des marais est une espèce qui vocalise peu, l'inventaire à vue et à l'aide d'épuisettes est recommandé afin d'obtenir un recensement plus fiable (C. Daigle, MEF).

L'écoute de la vocalisation des anoures a été effectuée le long de 3 des 5 transects de l'inventaire à vue situés dans l'emprise, soit les transects 3, 5 et 6, le 31 mai. Comme la provenance des vocalisations avait été identifiée, l'inventaire des transects a été abandonné et remplacé par des points d'écoute aux mares A, B, C, et D localisées dans l'emprise. Le long des transects, l'inventaire consiste à effectuer 3 points d'écoute dont 2 à 50 m dans la forêt et 1 au milieu de l'emprise. À chaque point, une écoute d'une durée de 3 minutes est réalisée. L'abondance des chants d'anoures (0 : aucun individu; 1 : quelques individus pouvant être comptés; 2 : quelques individus avec chevauchement de coassements; 3 : chorale, coassements continus et se chevauchant, impossible de dénombrer des individus), leur provenance (points cardinaux), ainsi que leur classe de distance (< 1 m, 1-10 m, 10-100 m, > 100 m) sont notées. Les inventaires sont effectués en fin de journée, par temps calme et en l'absence de pluie, lorsque la force du vent est inférieure à 3 sur l'échelle de Beaufort. La température de l'air est notée en plus du degré d'ennuagement. Il n'a pas été possible de procéder à l'écoute du chant des anoures après le coucher du soleil, tel que recommandé dans la littérature, en raison du terrain accidenté qui ne permettait pas des déplacements dans l'obscurité. Généralement, les grenouilles vocalisaient à partir de 15h00. Les chants d'anoures ont été identifiés selon Elliott et Mack (1991).

L'inventaire a vue est effectué le long des transects établis dans l'emprise et dans les 2 écrans arbustifs, à l'intérieur de parcelles de 1 m x 2 m disposées à tous les 40 m. Dans les écrans, la distance entre les parcelles varie selon la largeur de l'écran (1 à chaque extrémité de l'écran et 1 au milieu). L'inventaire à vue consiste à fouiller la litière, à retourner les roches, les bûches et les pierres ou tout autre objet susceptible d'abriter un individu, dans toute l'aire couverte par chaque parcelle-échantillon. Ces inventaires se sont déroulés sur 2 jours, soit le 31 mai et le 7 juin.

Dans le cas du piégeage, des stations d'échantillonnage sont disposées le long des transects perpendiculaires à l'emprise à tous les 45 m alors que, dans les écrans, elles le sont à distances variables selon la largeur de l'écran, de façon à ce que, à chaque transect, 2 stations soient localisées dans l'écran et 1 dans l'emprise. Le long des transects de l'emprise, le plan d'échantillonnage comprend théoriquement 10 stations distribuées du nord-ouest vers le sud-est de la façon suivante : 2 stations dans la forêt, 1 dans la bordure, 4 dans l'emprise, 1 dans la bordure, puis 2 dans la forêt (figure 5-1). La technique de piégeage utilisée a été adaptée pour permettre de capturer efficacement les amphibiens, les reptiles de même que les petits mammifères. Ainsi, la méthode retenue concerne l'utilisation de pièges-fosses associés à des clôtures de dérive, de même qu'à des pièges en forme d'entonnoir (genre de nasses) (Heyer *et al.*, 1994). L'installation des clôtures de dérive semble augmenter considérablement les chances de capturer des individus en les dirigeant vers les pièges. Le modèle des pièges-fosses, constitués de contenants de plastique de 2 l, a été développé de façon à ce que les anoures ne puissent pas s'en échapper. Quelques modèles de pièges-fosses ont été testés avec des individus vivants (grenouilles et salamandres) avant la session de piégeage. Cette procédure a permis de modifier la conception des pièges pour éviter la fuite des grenouilles. Ainsi, le piège retenu est fabriqué de 2 contenants, à fond percé, imbriqués l'un dans l'autre (annexe 4). Le contenant du dessous est à l'envers et muni d'un couvercle étanche, alors que celui du dessus est inséré, à l'endroit, à l'intérieur du premier. Les 2 contenants sont joints par du ruban collant résistant à l'eau. Afin de rendre la fuite des grosses grenouilles plus difficile, l'ouverture inférieure du contenant du dessus devait avoir un rebord d'environ 1 cm tandis que le contenant du dessous devait contenir un minimum de 5 cm d'eau. L'eau contenue dans les pièges permet également de garder en vie les individus capturés. Les clôtures de dérive, fabriquées de moustiquaire d'une hauteur de 50 cm et d'une longueur de 5 m, étaient fixées à 3 piquets de bois, puis enfoncées dans le sol à une profondeur d'environ 10 cm. À chaque station de piégeage, 4 pièges-fosses disposés en forme de « Y » étaient accompagnés de 3 clôtures de dérive reliant les pièges-fosses des extrémités à celui du centre (figure 5-2). De plus, 2 nasses étaient installées le long de 2 des clôtures de dérive.

Ces nasses, destinées à la capture de couleuvres, étaient fabriquées à partir de moustiquaire, d'agrafes et de fil d'acier de façon à former un tunnel muni de 2 entrées en forme d'entonnoir (annexe 4). À la bordure, le centre de la station était placé exactement à la démarcation de l'emprise et de la forêt. Chaque station a été caractérisée en notant la structure de la végétation présente et son recouvrement à l'aide de coefficients d'abondance de Braun-Blanquet (1932). L'épaisseur de la matière organique était notée en plus du drainage, du substrat et de la pente. Lors du piégeage, les informations concernant les individus capturés étaient notées : date de capture, N° de station, type de piège, espèce, longueur totale. Les individus vivants ont été identifiés sur place selon Smith et Brodie (1992) et Smith (1982), puis remis en liberté après avoir noté leur patron de couleur pour identifier les éventuelles recaptures. Dans les écrans cependant, en raison d'un trop grand nombre d'individus capturés, ces derniers ont plutôt été libérés à une distance assez grande du lieu de piégeage pour éviter leur recapture. Les pièges-fosses et les clôtures de dérive ont été mis en place du 22 au 28 juillet, les pièges-fosses étant fermés par un couvercle. L'installation des nasses et des pièges-trappes, de même que l'ouverture des pièges-fosses, a été effectuée le 27 et le 28 août selon les transects. Le piégeage s'est terminé le 31 août. L'effort de piégeage pour la majorité des transects a été de 4 jours consécutifs, sauf dans le cas du transect 9 pour lequel l'effort a été de 3 jours consécutifs. Comme il était impossible de visiter tous les transects en une journée, le piégeage avait été divisé en 2 groupes de transects, ce qui permettait de visiter chaque groupe aux 2 jours. Au total, l'installation comprenait 63 stations dont 252 pièges-fosses, 189 clôtures de dérive et 126 nasses.

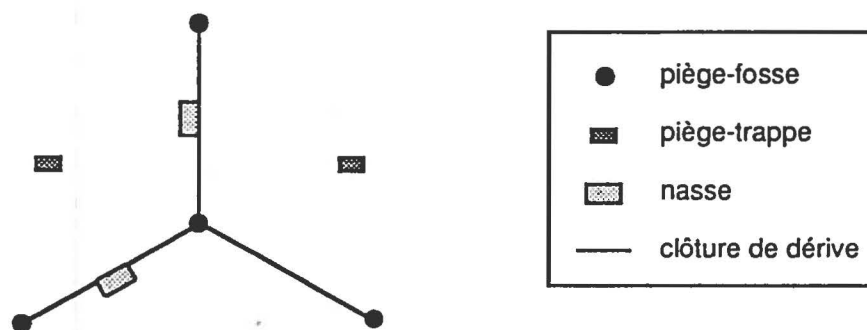


Figure 5-2. Dispositif expérimental d'unités de piégeage associées à des clôtures de dérive.

Dans le cadre de la présente étude, aucun dispositif de capture n'a été prévu pour les tortues. Ces dernières pouvaient être recensées à vue, le cas échéant.

Une quinzaine de visites sur le terrain, du 24 mai au 10 septembre, ont permis de recenser les signes de présence faunique. Ainsi, tous les individus, pistes et crottins observés ont été notés sur un schéma de l'aire d'étude à chaque visite. Les observations concernaient autant les amphibiens et les reptiles que les mammifères (petite et grande faune). Des recherches de grenouilles à l'aide d'une épuisette ont également été effectuées dans les mares de l'emprise au cours de quelques visites. De plus, les mares et trous d'eau étaient observés pour y déceler la présence d'oeufs et de têtards d'amphibiens.

Le plan d'échantillonnage du piégeage décrit diffère quelque peu de celui initialement prévu dans le cas des transects perpendiculaires à l'emprise (Deshaye *et al.*, 1995). En effet, la distance entre les stations d'échantillonnage a été portée de 30 à 45 m, afin de diminuer l'effort d'installation des pièges-fosses et des clôtures de dérivation. Au cours des fréquentes visites sur le terrain, il a été possible de constater que les conditions de terrain étaient très difficiles : sol très dur, souvent rocheux ne permettant pas une installation facile et rapide des stations. Plusieurs options avaient été envisagées pour réduire l'effort d'installation des stations, telles que d'alterner l'installation des clôtures de dérivation à 1 station sur 2. Cette option n'a pas été retenue parce que la présence de dispositifs expérimentaux différents (avec et sans clôtures de dérivation) aurait impliqué l'utilisation d'analyses statistiques distinctes, puisque la chance de capturer des individus n'aurait pas été partout la même. Il a également été envisagé de ne pas installer de clôtures de dérivation. Cela n'a pas été retenu, puisque ces structures augmentent les chances de capturer les amphibiens, espèces préoccupantes. Le meilleur ajustement a donc été de réduire le nombre de stations le long des transects en augmentant la distance les séparant.

5.2 RÉSULTATS

Lors des inventaires de la vocalisation des anoues effectués le 31 mai le long des transects 3, 5 et 6, aucun chant en provenance de la forêt n'a été entendu. Tous les chants perçus originaient des mares localisées dans l'emprise. La seule espèce entendue à cette date était la rainette crucifère, en chorale. Par la suite, les écoutes réalisées uniquement à proximité des mares de l'emprise ont permis de recenser des chants de grenouilles des bois, de rainettes crucifères et de rainettes versicolores (tableau 5-3 ; figure 5-1).

Tableau 5-3. Chants d'anoures recensés dans les mares de l'emprise de mai à août 1996.

Date	Espèce	Cote ¹	Lieu	Remarques
24 mai	Grenouille des bois	2	Mare A	1 accouplement, 4 adultes, 4 pontes 4 pontes
	Grenouille des bois	2	Mare B	
31 mai	Rainette crucifère	3	Mare A	Environ 10 pontes (espèce ?) Environ 10 pontes (espèce ?)
	Rainette versicolore	1	Mare A	
	Grenouille des bois	1	Mare A	
	Rainette crucifère	3	Mare B	
7 juin	Rainette crucifère	1	Mare C	Vocalisation très brève à 15h00 (15-21°C durant la journée)
13 juin	-	0		Inventaire non effectué en raison d'un orage
20 juin	-	0		Aucun chant entendu dans les mares. 15°C à 17h00. Entendu un individu dans un petit trou d'eau au sud de l'écran 3
27 juin	Rainette crucifère	1	Près de la mare C	17°C à 17h00
4 août	Rainette crucifère	1	Écran 3	Chant bref
5 et 6 août	Rainette crucifère	1	Mare D	

¹ 0 : aucun individu ;

1 : quelques individus pouvant être comptés ;

2 : quelques individus avec chevauchement de coassements ;

3 : chorale, coassements continus et se chevauchant, impossible de dénombrer des individus.

Les inventaires à vue réalisés dans les transects de l'emprise et des écrans les 31 mai et 7 juin 1996 n'ont permis de recenser aucun individu des classes des amphibiens et des reptiles. D'autres inventaires à vue avaient été prévus selon le protocole initial, mais ils n'ont pas été répétés en raison du trop grand effort d'échantillonnage et des faibles résultats obtenus. En remplacement, des visites régulières sur le terrain ont été effectuées et tous les signes de présence faunique étaient notés sur un schéma de l'emprise. Cette approche a permis de recenser 5 espèces d'amphibiens ainsi que 2 espèces de reptiles (annexe 2). Ainsi, il a été possible d'observer des individus de grenouilles des bois, de grenouilles du Nord, de crapauds d'Amérique, de rainettes crucifères, de salamandres maculées (*Ambystoma maculatum*), de couleuvres rayées (*Thamnophis sirtalis*) et de couleuvres à ventre rouge (*Storeria occipitomaculata*), de même que de nombreux têtards. Les rainettes versicolores ont été seulement entendues. Trois individus de salamandres maculées ont été prélevés à l'état larvaire, puis élevés jusqu'à maturité pour permettre leur identification. Les données

d'observation d'amphibiens ont été transmises à la Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent pour l'Atlas des amphibiens et des reptiles du Québec.

Pour le piégeage des amphibiens et reptiles, une station d'échantillonnage comprend 4 pièges-fosses et 2 nasses, les pièges-trappes étant destinés à la capture de petits mammifères. Au total, 3 espèces d'amphibiens ont été capturées, il s'agit du crapaud d'Amérique, de la grenouille des bois et de la salamandre rayée (*Plethodon cinereus*). Au total, 92 crapauds, 60 grenouilles et seulement 2 salamandres ont été capturés. Les nasses n'ont pas fourni un bon rendement, puisqu'une seule couleuvre rayée a été capturée. Une autre couleuvre rayée avait été observée dans une nasse mais elle n'y était plus le lendemain lors de la visite des pièges.

La figure 5-3 illustre l'abondance relative des amphibiens et reptiles capturés selon les milieux inventoriés, à savoir l'emprise, la bordure, la forêt et l'écran arbustif. Le graphique représente le nombre d'individus capturés divisé par l'effort de piégeage, afin que les données puissent être comparables entre les milieux pour lesquels l'effort de piégeage diffère. Le total de 243 nuits-stations est réparti comme suit : 56 dans la forêt, 34 dans la bordure, 93 dans l'emprise et 60 dans les écrans. Au total, 4 espèces d'amphibiens et de reptiles ont été capturées, dont 3 se retrouvent en forêt, 3 en bordure, 2 en emprise et 3 dans les écrans. L'abondance relative de ces espèces (compte tenu de l'effort de piégeage) dans chaque milieu est de 48, 36, 26, et 153 individus, respectivement. C'est ainsi que les écrans montrent la plus grande diversité en amphibiens et reptiles. L'espèce capturée la plus abondante est le crapaud d'Amérique suivie de la grenouille des bois. Ces 2 espèces ont été capturées plus fréquemment dans les écrans arbustifs, probablement en raison de la présence d'un cours d'eau favorisant les conditions d'humidité associé à du couvert approprié. Les autres milieux semblent fréquentés de façon équivalente, bien que moins d'individus de grenouilles des bois aient été capturés en bordure et moins de crapauds dans l'emprise. Il est à noter que tous les individus capturés étaient de petite taille (environ 2 à 3 cm de longueur). Ces 2 espèces, rencontrées fréquemment dans l'emprise lors des visites de terrain, semblent voyager beaucoup et sont susceptibles de passer d'un milieu à un autre. En ce qui concerne les 2 salamandres rayées capturées, une l'a été dans la bordure et l'autre dans la forêt. Il aurait été assez surprenant de capturer cette espèce forestière dans l'emprise puisqu'elle habite dans de vieilles forêts (> 30 ans), l'épaisseur de la litière étant le facteur déterminant de son habitat (Bider et Matte, 1994). La seule couleuvre capturée l'a été dans un écran. En regroupant les espèces capturées, le graphique (figure 5-3) illustre que la fréquentation est plus élevée dans l'écran, alors qu'elle semble à peu près équivalente entre l'emprise, la bordure et la forêt qui sont des milieux voisins.

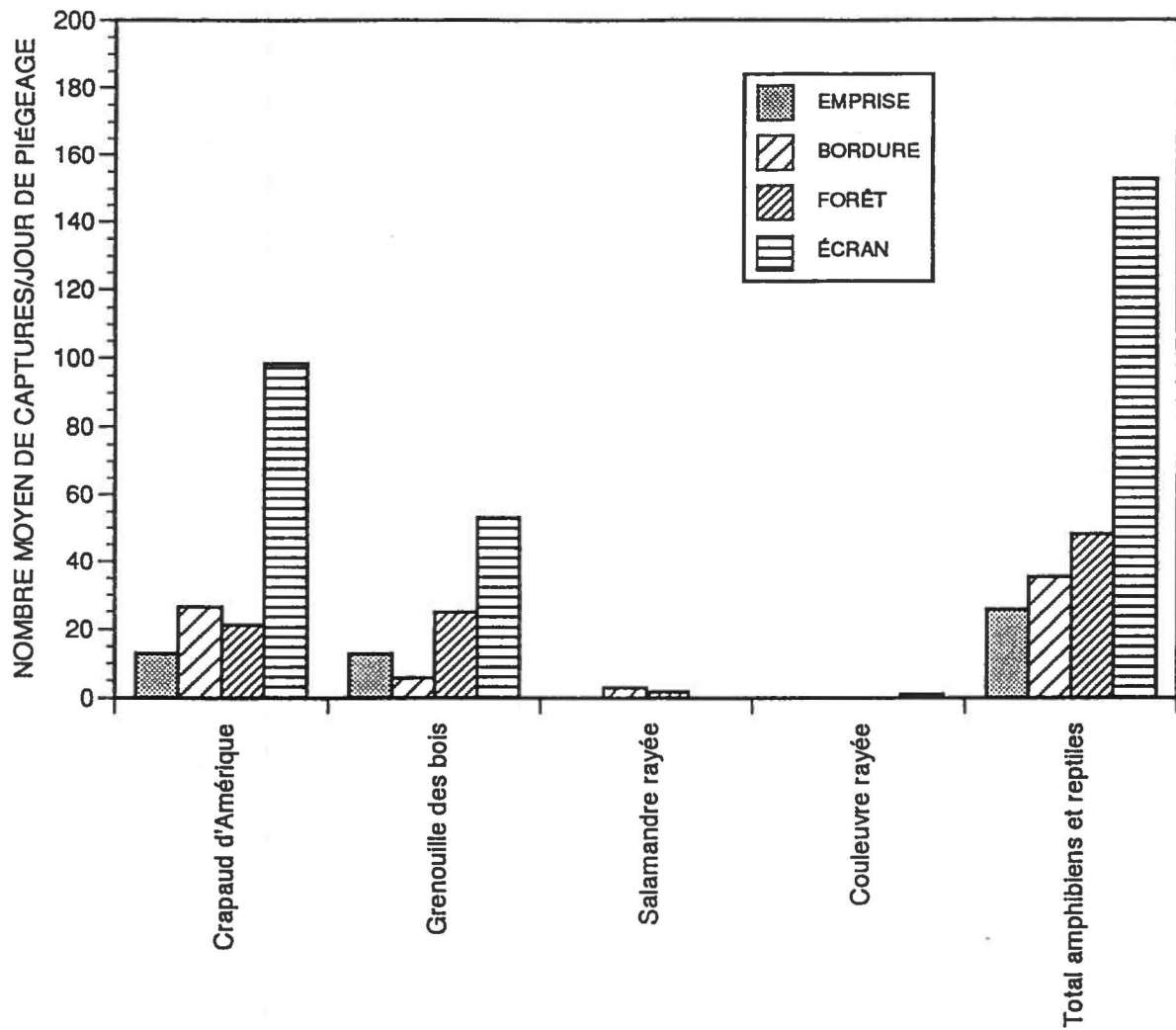


Figure 5-3. Proportion des espèces capturées d'amphibiens et de reptiles selon les milieux dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.

5.3 DISCUSSION

Au total, 7 espèces d'amphibiens et 2 espèces de reptiles ont été recensées dans le cadre de ce projet d'étude sur la biodiversité. Parmi les 7 espèces d'amphibiens, on retrouve 5 anoures et 2 urodèles. Ces espèces ont été recensées soit par l'écoute de la vocalisation, l'observation d'individus ou la capture.

L'emprise comme telle sert de lieu de reproduction à au moins 3 espèces d'anoures, espèces pour lesquelles on a pu entendre les chants en période de reproduction (grenouille des bois, rainette crucifère et rainette versicolore) et 1 espèce d'urodèle pour laquelle des larves ont été identifiées (salamandre maculée). De nombreuses pontes et de nombreux têtards de grenouilles ont également été observés dans plusieurs mares de l'emprise. Ces mares pourraient avoir été créées lors de la construction des lignes. Quelques mares sont permanentes permettant ainsi le développement des têtards jusqu'à maturité. La vocalisation de seulement 2 individus de rainettes versicolores a été entendue ; cette espèce habite les bois et les forêts et ne s'éloigne pas trop des étangs où elle se reproduit. Les étangs qu'elle choisit supportent une importante densité d'herbes et de plantes aquatiques. Dans la région d'étude, cette espèce serait près de la limite nord de son aire de distribution (Bider et Matte, 1994), ce qui pourrait expliquer sa présence si discrète. L'espèce rencontrée la plus fréquemment dans l'emprise (individus adultes) est la grenouille des bois. Cette dernière peut utiliser n'importe quelle étendue d'eau située au milieu ou à proximité d'un bois comme site de reproduction. Au Québec, cette espèce est extrêmement commune (Bider et Matte, 1994). La grenouille des bois a été vue en accouplement et entendue dans des mares de l'emprise. De petits individus ont été observés tout au long de l'été dans l'emprise, même si cette espèce est plutôt forestière. Par ailleurs, l'espèce ayant été le plus fréquemment entendue dans l'emprise et ce, en abondance (chorale), est la rainette crucifère. Au printemps, cette espèce peut se reproduire dans presque tous les milieux humides situés près des zones boisées ou broussailleuses comme les tourbières, les marais à quenouilles ; les étendues d'eau ainsi utilisées peuvent être temporaires ou permanentes. Après la saison de reproduction, les adultes retournent à la forêt en quête de nourriture au sol ou dans les arbres. Cette espèce est abondante et répandue au Québec (Bider et Matte, 1994). Quelques individus de cette espèce difficile à repérer ont pu être observés dans les mares de l'emprise et leur chant a pu être entendu aussi tard qu'au mois d'août, dans les mares à proximité de la forêt. Dans sa phase terrestre, la seule espèce d'urodèle observée dans l'emprise, la salamandre maculée, habite surtout les vieilles forêts de feuillus dotées d'une épaisse couche de matière organique. Elle peut aussi vivre dans des

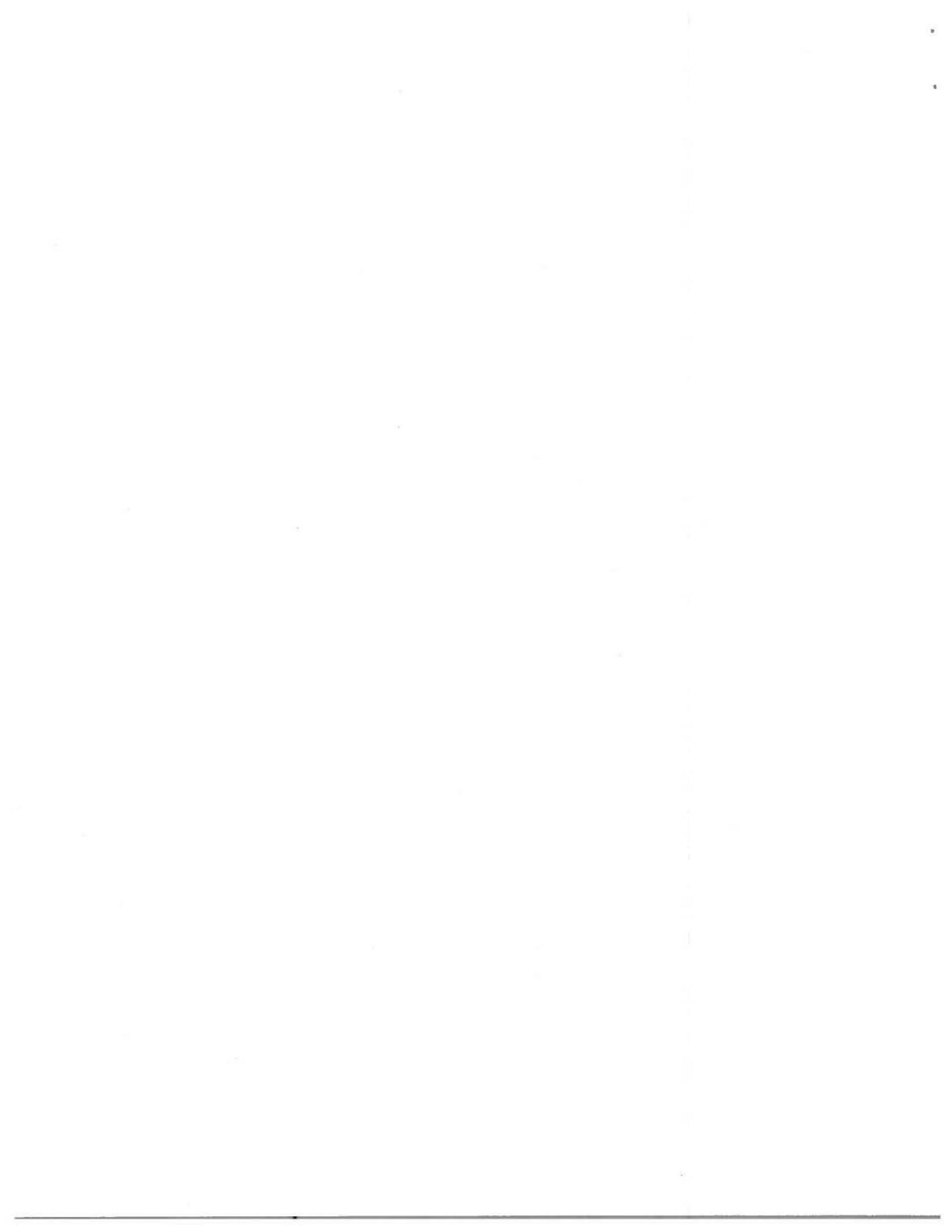
associations végétales typiques des tourbières et plus spécialement dans des endroits dominés par les conifères. D'année en année au printemps, elle migre de son abri à l'étang où elle se reproduit. Cette espèce semble assez commune au Québec (Bider et Matte, 1994). Cette salamandre forestière profite de la proximité des petits étangs de l'emprise pour assurer sa reproduction.

La proximité des mares de l'emprise à la forêt semble constituer un facteur déterminant dans le choix des lieux de reproduction de plusieurs des amphibiens recensés. Même des espèces considérées forestières (ex. : la rainette crucifère) utilisent les mares de l'emprise pour la reproduction. Plusieurs de ces espèces effectuent des migrations printanières pour trouver des sites de reproduction et retournent par la suite à leur habitat habituel.

En ce qui concerne le piégeage, les espèces capturées les plus abondantes sont la grenouille des bois et le crapaud d'Amérique. Ces dernières utilisent de façon plus marquée les écrans arbustifs. La présence d'un couvert végétal boisé accompagné d'un ruisseau constitue probablement des conditions favorables pour ces espèces plutôt forestières. Hypothèse : les fluctuations de température probablement moins importantes dans les écrans que dans l'emprise (milieu ouvert) peuvent aussi influencer ces espèces. La grenouille des bois habite généralement la forêt et peut s'aventurer loin des cours d'eau. Quant au crapaud, il habite aussi bien les forêts que les champs en autant qu'il puisse trouver de la terre meuble pour se creuser un abri et passer la journée enfoui à une profondeur d'environ 5 cm. Dans les champs, il s'abrite dans les débris végétaux (Bider et Matte, 1994). Quoique n'importe quel trou d'eau qui persiste environ 6 semaines puisse lui servir de lieu de reproduction (Bider et Matte, 1994), aucun chant de cette espèce n'a été entendu et aucune ponte n'a été recensée dans l'emprise. Des visites sur le terrain ont pourtant eu lieu au cours de la période cible pour l'écoute de son chant, soit entre le 4 et le 20 juin. De plus, les masses de 4000 à 7000 oeufs en longs chapelets, caractérisant cette espèce, n'ont pas été observées dans les étangs de l'emprise. On ne peut donc pas certifier que le crapaud se reproduise dans l'emprise. Par ailleurs, les individus capturés étaient le plus souvent de petite taille, ce qui pourrait suggérer qu'ils sont nés dans ou près de l'emprise. Les autres espèces capturées l'ont été en petit nombre : 2 salamandres rayées et 1 couleuvre rayée. Les salamandres rayées ont été capturées dans la forêt et dans la bordure ; cette espèce, qui fréquente les vieilles forêts (> 30 ans) est assez commune au Québec. Quant à la couleuvre rayée, également commune au Québec, elle utilise une grande variété d'habitats selon les périodes de l'année. L'été, elle peut se retrouver dans des terrains ouverts, des marécages ou des champs cultivés alors que

l'automne, après la chute des feuilles, elle retourne dans la forêt pour hiverner (Bider et Matte, 1994).

Deux autres espèces ont seulement été observées et non recensées par les inventaires systématiques : la grenouille du Nord et la couleuvre à ventre rouge. La grenouille du Nord a été observée dans la mare E de la dépression tourbeuse de l'emprise (figure 5-1). Cette espèce habite des endroits où l'eau est fraîche, des marécages, la rive des étangs, des ruisseaux ou des tributaires de lacs ainsi que des tourbières. C'est une espèce commune dans la région septentrionale du Québec. La couleuvre à ventre rouge fréquente des terrains boisés ou découverts, tels que prairies et tourbières. C'est une espèce commune et très répandue, surtout à basse altitude dans les régions montagneuses (Bider et Matte, 1994).



6.1 MÉTHODES

Le plan d'échantillonnage proposé pour l'inventaire des petits rongeurs et des insectivores, les transects du piégeage dans l'emprise et les écrans, de même que ceux servant pour les inventaires à vue sont les mêmes que ceux des amphibiens et des reptiles (figure 5-1). Le dispositif de piégeage est identique (figure 5-2), à l'exception des nasses qui ne visent pas la capture des petits mammifères. Les stations de piégeage ont été installées du 22 au 28 juillet et le piégeage a été effectué du 26 au 31 août. L'installation a requis 31 personnes-jours et le piégeage, 12. L'ensemble des stations a été démonté les 9 et 10 septembre avec un effort de 12 personnes-jours, les travaux ayant été grandement facilités par l'utilisation d'un véhicule tout-terrain et d'une remorque.

6.1.1 Insectivores, petits rongeurs

Une station de piégeage pour les petits mammifères comprend un ensemble de 4 pièges-fosses, de 2 pièges-trappes et de 3 clôtures de dérive. Les pièges-fosses sont efficaces pour capturer les musaraignes et autres insectivores, alors que les pièges-trappes (trappes à souris), appâtés avec des graines de tournesol, sont surtout destinés à la capture des petits rongeurs. Le piégeage s'effectue vers la fin août - début septembre, période qui correspond au maximum d'activité de ces petits animaux. Afin d'entraîner une mort rapide des spécimens capturés, environ 5 cm d'eau sont conservés dans les pièges-fosses.

Pendant le piégeage, les informations relatives aux individus sont notées : date de capture, N° de station, type de piège, espèce (si connue). Tous les individus sont récoltés dans des sacs identifiés, puis congelés. L'identification des espèces a été réalisée selon la clé d'identification des petits mammifères de Maisonneuve *et al.* (en prép.). Monsieur Sylvain Saint-Onge du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF), co-auteur de ce dernier ouvrage, a ensuite confirmé les identifications.

6.1.2 Autres espèces

L'inventaire des autres espèces de mammifères a été effectué le long des transects de l'inventaire à vue, le 31 mai et le 7 juin, et au cours d'une quinzaine de visites dans l'emprise, de la fin de mai à la mi-septembre. Les observations pertinentes ont été notées (individus, crottins, poils, pistes, terriers, carcasses, brouts, etc.).

6.2 RÉSULTATS

Les inventaires à vue du 31 mai et du 7 juin 1996 ont mené aux observations suivantes : brouts d'orignal (*Alces alces*), sur du cornouiller stolonifère (*Cornus stolonifera*), dans une parcelle à 40 m de la forêt dans le transect 6 ainsi que dans une parcelle du transect 3 de l'écran 2, de même que des sentiers de petits mammifères dans une dépression humide du transect 2 de l'écran 2. En dehors des parcelles, d'autres signes de présence faunique ont été observés tels que des crottins d'ours noir (*Ursus americanus*) et de lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*). Les visites sur le terrain ont permis de recenser 5 espèces de mammifères, par l'observation de pistes ou de crottins. Des signes de présence d'orignal, de cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*), de moufette rayée (*Mephitis mephitis*), de raton laveur (*Procyon lotor*) et de renard roux (*Vulpes vulpes*) ont été observés (annexe 2). Un cerf de Virginie, 1 moufette et 1 renard ont aussi été observés lors des travaux sur l'avifaune. Les stations 1, 9 et 10 du transect 10, situées en forêt, avaient été détruites par un ours avant et durant le piégeage ; des marques de griffes étaient présentes sur les couvercles et les pots retirés du sol alors que les clôtures de dérive avaient été arrachées et déchirées ; ces stations ont été remises en état pour le piégeage. Lors du démontage des stations de piégeage, de nombreux crottins d'ours noir ont été observés dans le chemin de l'emprise près de l'écran 3. Par ailleurs, le piégeage a permis la capture de 9 espèces, dont 6 rongeurs et 3 insectivores. Il s'agit du campagnol des champs (*Microtus pennsylvanicus*), du campagnol-lemming de Cooper (*Synaptomys cooperi*), du campagnol à dos roux de Gapper (*Clethrionomys gapperi*), de la souris sauteuse des bois (*Napaeozapus insignis*), de la souris sauteuse des champs (*Zapus hudsonius*), de la souris sylvestre (*Peromyscus maniculatus*), de la grande musaraigne (*Blarina brevicauda*), de la musaraigne cendrée (*Sorex cinereus*) et finalement, de la musaraigne fuligineuse (*Sorex fumeus*).

Dans le cas des petits mammifères, comme une station d'échantillonnage de piégeage est un ensemble de 4 pièges-fosses et de 2 pièges-trappes, l'effort d'échantillonnage était

équivalent à celui des amphibiens et reptiles. Le piégeage a donc été effectué en un total de 243 nuits-stations dont 56 nuits-stations en forêt, 34 en bordure, 93 en emprise et 60 dans les écrans arbustifs. Puisque la pression de piégeage diffère entre les milieux, le nombre de captures a été divisé par l'effort de piégeage pour illustrer l'abondance relative des espèces entre les milieux. L'espèce capturée la plus abondante est la musaraigne cendrée, suivie de loin par la musaraigne fuligineuse et le campagnol-lemming de Cooper (figure 6-1). Le plus grand nombre de captures de musaraignes cendrées a eu lieu dans la bordure. La musaraigne fuligineuse a aussi été capturée en majorité dans la bordure ainsi que dans les écrans. Quant au campagnol-lemming de Cooper, les captures sont distribuées assez également entre les 4 milieux considérés. La distribution du nombre d'espèces entre les milieux ainsi que leur abondance (nombre de captures par effort de piégeage) s'établissent comme suit : 3 espèces en forêt (64 individus), 6 en bordure (185 individus), 7 en emprise (97 individus), puis 5 dans les écrans (83 individus). La biodiversité la plus faible en micromammifères se situe donc dans la forêt.

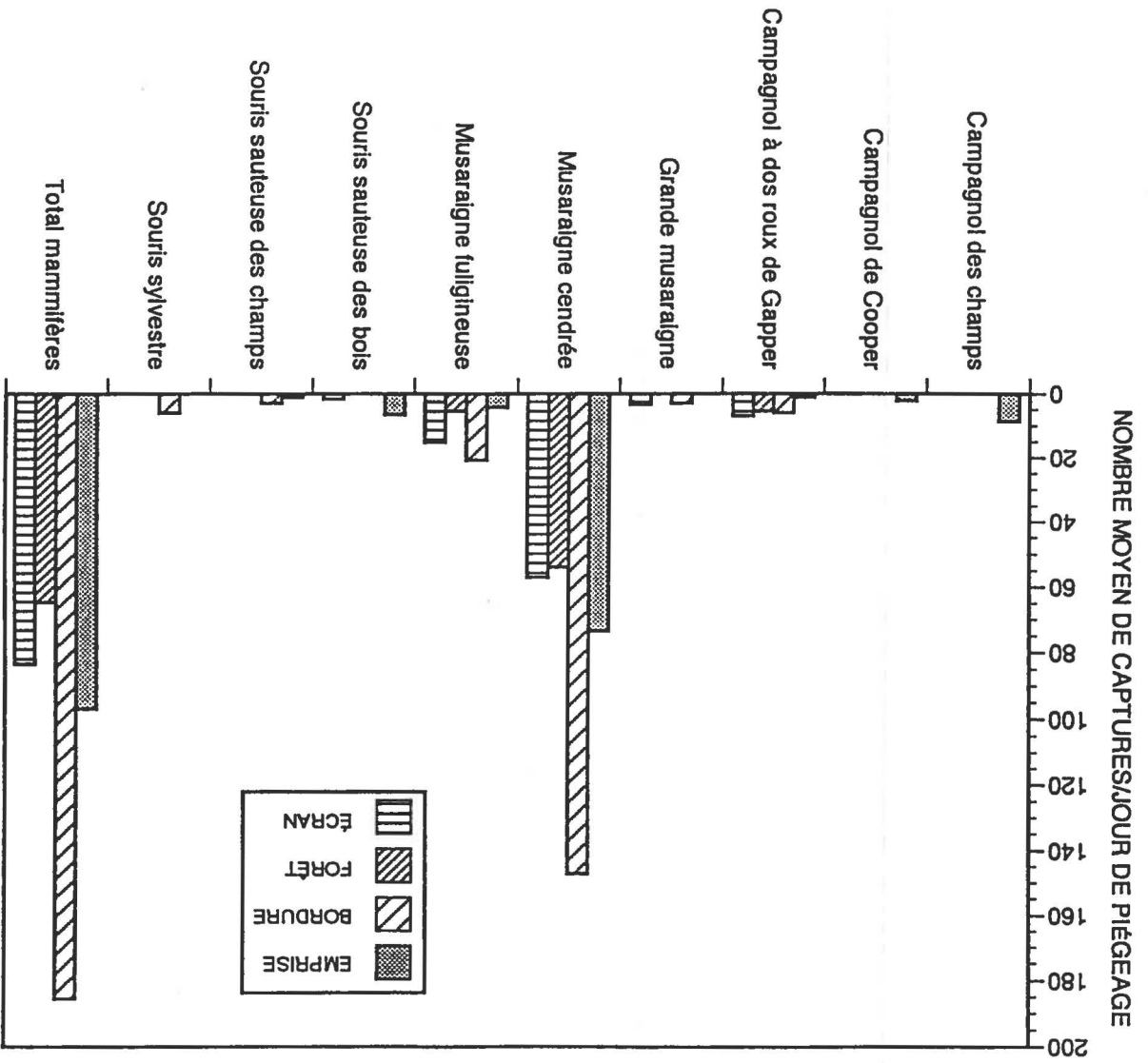
6.3 DISCUSSION

Au total, 16 espèces de mammifères ont été observées (signes de présence ou individus) ou capturées : petits mammifères (6 espèces de rongeurs et 3 insectivores) ; 4 représentants de la petite faune (lièvre, moufette rayée, raton laveur et renard roux) ; 3 représentants de la grande faune (cerf de Virginie, orignal et ours noir).

Parmi ces espèces, le cerf de Virginie et le raton laveur se situent près de la limite nord de leur aire de distribution (Beaudin et Quintin, 1983). Au Québec, il est reconnu que les emprises de lignes traversant des ravages sont utilisées par le cerf de Virginie, là où les essences recherchées sont présentes. Par ailleurs, les bandes boisées sont également utilisées par les cerfs comme voie de traversée de l'emprise sans être exclusives (Garant, 1989). Une hypothèse serait que l'existence d'une emprise pourrait vraisemblablement favoriser le déplacement de ces animaux.

Parmi les espèces capturées de petits mammifères, 2 d'entre elles figurent sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Il s'agit de la musaraigne fuligineuse et du campagnol-lemming de Cooper (Ducharme *et al.*, 1992 ; Québec, 1993). La musaraigne fuligineuse est la deuxième espèce capturée en abondance dans la zone d'étude, soit 23 individus. Cette espèce, présente en régions montagneuses,

Figure 6-1. Proportion des espèces capturées de petits mammifères selon les milieux dans la triple emprise de lignes électriques à 735 kV, Saint-Cassien-des-Caps.



fréquente les forêts feuillues ou mixtes assez humides où les sols sont meubles et avec de l'humus ou de la mousse en assez bonne épaisseur. Elle présente une distribution méridionale et de fortes variations annuelles de population. Cette espèce revêt une situation préoccupante au Québec (Beaudin et Quintin, 1983 ; Ducharme *et al.*, 1992). Dans la zone d'étude, le plus grand nombre de captures de la musaraigne fuligineuse a été effectué dans la bordure et dans les écrans. Quant au campagnol-lemming de Cooper, les 2 seuls individus ont été capturés dans l'emprise tout près de l'écran 2 (transects 2 et 3 de cet écran). Ce petit rongeur habite les milieux humides avec une végétation abondante, les tourbières à sphaignes et à éricacées, les marais herbeux, les prairies et les forêts mixtes entourant les tourbières. Il est peu commun au Québec et sa situation est préoccupante (Beaudin et Quintin, 1983 ; Ducharme *et al.*, 1992). Les captures de ces 2 espèces dans ou près des écrans ainsi que dans la bordure laissent présager l'importance de l'emprise pour ces espèces puisqu'elles fréquentent des habitats liés à la présence d'une interface entre un milieu ouvert et un milieu forestier. De même, d'autres espèces de micromammifères, telles que la musaraigne cendrée et la souris sylvestre, se retrouvaient en plus grande abondance dans la bordure. Par ailleurs, les écrans arbustifs laissés en marge des ruisseaux semblent constituer un atout majeur dans l'habitat de la musaraigne fuligineuse et du campagnol-lemming de Cooper, espèces figurant sur la liste des espèces susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec.

La présente étude avait pour mandat principal de développer une approche méthodologique adéquate pour l'évaluation de la biodiversité dans les emprises de lignes électriques en forêt mixte. Les objectifs ont été atteints et les résultats obtenus ont permis de recueillir un montant appréciable de connaissances inédites. Cependant, des contraintes de temps et de budget n'ont pas permis de procéder à toutes les avenues possibles de l'analyse des données. Ainsi, dans le cadre d'un autre mandat, les données recueillies sur les amphibiens, les reptiles et les petits mammifères pourraient faire l'objet d'analyses plus approfondies, visant à évaluer l'influence de la composition floristique sur l'abondance et la diversité des espèces, de l'hétérogénéité du milieu, etc. Des analyses préliminaires laissent entrevoir que l'échantillonnage par piégeage a été suffisant puisqu'on observe un certain plafonnement de la courbe « aire-espèces » dans chacun des milieux. Par ailleurs, de telles analyses permettraient de mieux orienter la poursuite de cette étude en vue d'explorer éventuellement la biodiversité dans d'autres régions biogéographiques.



7 DISCUSSION GÉNÉRALE

L'exploration et l'échantillonnage des 4 principaux types d'habitats de la zone d'étude (la forêt, la bordure, l'emprise et les écrans arbustifs) ont fourni des renseignements sur la diversité des 5 groupes d'organismes retenus qui, à l'exception des reptiles, ont été recensés dans tous les habitats. Les données quantitatives fournies par les différentes techniques d'échantillonnage (présence, fréquence, abondance), ainsi que les renseignements qualitatifs (présence, fréquentation) ont aussi permis de faire ressortir, selon une échelle préférentielle, les habitats recherchés par les groupes d'organismes. Une synthèse des résultats est présentée au tableau 7-1.

Tableau 7-1. Biodiversité recensée dans la triple emprise de lignes électriques, Saint-Cassien-des-Caps.

Type d'organismes	Nombre d'espèces		Habitats préférentiels			
	Maximum probable	Total recensé	Forêt	Bordure	Emprise	Écrans arbustifs
Plantes vasculaires	1037	241 (23%)	*	*	***	*
Amphibiens	18	7 (41%)	*	*	**	***
Reptiles	10	2 (20%)			*	
Oiseaux	211	62 (29%)	**	***	**	*
Mammifères	57	16 (28%)	*	***	**	**
Total	1333	328 (25%)				

Diversité : *** élevée ; ** moyenne ; * faible.

Ces résultats ne doivent évidemment pas être considérés de façon absolue ou restrictive, c'est-à-dire qu'ils ne signifient pas qu'on retrouve les oiseaux presque exclusivement dans la bordure ni que les amphibiens ne recherchent que les écrans arbustifs. Ils doivent plutôt être interprétés en fonction de la présence d'une emprise. Ainsi, l'ouverture du paysage et l'accroissement de la diversité en habitats (mares, ruisseaux, etc.) causés par la construction de l'emprise ont suscité une immigration notable de la part des plantes vasculaires, des amphibiens et des reptiles ; cette immigration s'est possiblement accélérée depuis l'arrêt des entretiens chimiques. La présence de cette emprise a provoqué un accroissement de la concentration des oiseaux et des mammifères en bordure de la forêt. Enfin, les écrans arbustifs, qui présentent une combinaison milieu ouvert — milieu fermé — ruisseau, exercent une certaine attraction sur les amphibiens.

La présence de l'emprise, y compris les écrans arbustifs, constitue donc un pôle d'attraction sur une majorité d'organismes ; la quantité élevée d'espèces exclusives qui s'y retrouvent en témoigne. Cette emprise crée des conditions d'habitat hétérogènes (effet de bordure, proximité d'un milieu ouvert à un milieu fermé, écran arbustif avec ruisseau, mares créées lors de la construction) qui permettent de satisfaire les exigences biologiques de diverses espèces végétales et animales à un moment ou l'autre de leur cycle de vie. Cela contribue à entretenir ou à favoriser la diversité biologique dans l'environnement d'une emprise qui, bien que linéaire, est constituée d'une mosaïque d'habitats, comme on a pu le constater sur le terrain. À partir des données du tableau 7-1 et de toutes les autres observations recueillies lors des missions de terrain, on peut ainsi s'interroger sur ce qu'aurait été la diversité de la zone d'étude en l'absence d'emprise, selon les mêmes groupes d'organismes étudiés. Ce portrait hypothétique, mais probable, est présenté au tableau 7-2.

Tableau 7-2. Biodiversité probable de la zone d'étude avant la construction de la triple emprise de lignes électriques, Saint-Cassien-des-Caps.

Type d'organismes	Nombre d'espèces		
	Maximum probable de la forêt mixte	Total recensé dans la zone d'étude	Total probable dans la zone d'étude avant la construction de l'emprise
Plantes vasculaires	1037	241 (23%)	97 (9%)
Amphibiens	18	7 (41%)	3 (17%)
Reptiles	10	2 (20%)	0 (0%)
Oiseaux	211	62 (29%)	~ 45 (~ 21%)
Mammifères	57	16 (28%)	~ 9 (~ 16%)
Total	1333	328 (25%)	~ 154 (~ 12%)

Malgré le caractère approximatif de ces données, on peut facilement constater que la présence de l'emprise a contribué à plus que doubler la biodiversité totale de la zone d'étude.

Bien qu'aucune analyse formelle n'ait encore été effectuée en ce qui concerne l'occurrence simultanée des différentes espèces dans les habitats, il est quand même possible de déceler certaines relations entre les groupes d'organismes et entre les organismes eux-mêmes. Ces relations sont essentiellement d'ordre écologique. La diversité en habitats (et en microhabitats) s'est grandement accrue par la construction de l'emprise. Cet accroissement de diversité, combiné à l'ouverture du paysage, a favorisé une immigration importante d'espèces

(vasculaires ou vertébrées) des milieux ouverts. En plus des relations d'ordre trophique qui existent entre les divers organismes, la répartition de la plupart des espèces vertébrées dans la zone d'étude semble a priori dépendante des structures de végétation qui ont résulté de la construction et de l'entretien de l'emprise. Bien qu'il ait été possible de mettre en relief des aspects dynamiques et évolutifs dans l'emprise attribuables au moins en partie à l'arrêt des entretiens chimiques (par exemple, chez les espèces vasculaires), il est toutefois encore trop tôt pour établir la structure des biocénoses (flore et faune) parce que cette végétation est apparemment dans une phase évolutive rapide (*turn-over* avec diminution éventuelle des espèces dans l'emprise, consolidation des écrans arbustifs, augmentation probable du nombre des espèces spécialisées et associées aux habitats secondaires, etc.). On peut alors se demander si cette dynamique décelée chez les espèces vasculaires et reliée à l'évolution de l'emprise entraînera, à moyen et à long terme, des modifications au niveau des communautés animales.



L'étude de la biodiversité d'une emprise de lignes électriques située en forêt mixte et effectuée dans un contexte de contrôle mécanique de la végétation suggère un accroissement de plus du double des espèces comparativement à un environnement en conditions naturelles. Cet accroissement est observé chez les 5 groupes d'organismes étudiés. La présence de plusieurs espèces est étroitement reliée à l'emprise. C'est notamment le cas d'environ 90 espèces de plantes vasculaires, de 4 espèces d'amphibiens et de 2 reptiles. L'emprise est aussi utilisée de façon marquée par certaines espèces plus mobiles comme les oiseaux et les mammifères. L'avifaune de l'emprise, quoique peu diversifiée, diffère nettement de celle des milieux adjacents ; quant aux mammifères, presque toutes les espèces recensées (dont 2 espèces à statut précaire) utilisent ou fréquentent l'emprise. Les écrans arbustifs, dont la fonction écologique est actuellement réévaluée, supportent des populations relativement abondantes d'amphibiens et de petits mammifères.

Plusieurs processus dynamiques, initiés par l'ouverture du paysage lors de la construction des lignes et probablement accélérés par l'arrêt des entretiens chimiques de la végétation, régissent cette augmentation de la biodiversité ; en outre, d'autres processus écologiques semblent gouverner l'organisation et l'évolution de ces nouvelles communautés. Des analyses complémentaires pouvant être réalisées à partir des données existantes sont souhaitables pour explorer à une échelle plus fine la dynamique de ces communautés.

En ce qui concerne les espèces vasculaires, les résultats démontrent une différence certaine dans les nombres d'espèces selon l'âge de l'emprise ; il y aurait lieu, d'une part, de poursuivre l'exploration écologique de la dynamique de l'emprise (et des écrans arbustifs) par des analyses portant sur la fréquence des espèces. Ces analyses reposent sur l'hypothèse que la succession, après avoir franchi un maximum de diversité, tend à décroître. Ainsi, il est facile d'imaginer que la diversité actuelle de l'emprise, en l'absence de toute forme de contrôle de la végétation, tendrait vers celle du milieu forestier. La question est de savoir comment pourrait varier la diversité floristique actuelle de l'emprise (en milieu mésique) dans un contexte de traitements mécaniques récurrents. De plus, tel que mentionné plus haut, l'emprise se présente en maints endroits comme une mosaïque d'habitats. Bien que certains de ces habitats, ainsi que les espèces qu'ils supportent, ont échappé à l'échantillonnage, plusieurs autres ont été partiellement échantillonnés de sorte que des analyses plus fines

pourraient être entreprises. Ce sont, par exemple, des analyses de gradients ou de discontinuité (Beals, 1969 ; Van Der Maarel, 1976 ; Sterling *et al.*, 1984 ; Auerbach et Shmida, 1987 ; Ludwig et Cornelius, 1987 ; Ter Braak et Prentice, 1988 ; Fortin et Drapeau, 1995) et des analyses d'association (Stowe et Wade, 1979 ; Janson et Vegelius, 1981 ; Wilson et Shmida, 1984 ; Scheiner, 1992). L'intérêt de ces analyses réside dans le fait qu'elles pourraient démontrer, d'une part, que la variabilité et l'hétérogénéité de l'emprise sont plus élevées que ce qui avait été initialement perçu et, d'autre part, que la contribution de ces habitats à la biodiversité de l'emprise est non négligeable.

Dans la même veine, les données acquises pourraient permettre de mettre en parallèle l'occurrence des petits mammifères ou des amphibiens en fonction des unités de végétation décelées par les analyses de discontinuité. Des analyses ultérieures pourront démontrer s'il y a répartition au hasard ou non de ces espèces. Quant à l'avifaune, certaines analyses plus fines pourront être effectuées principalement au niveau de la lisière et de l'emprise. Il y aurait ainsi lieu de comparer, d'une part au niveau de la lisière, les demi-parcelles adjacentes à l'emprise avec celles adjacentes à la forêt et, d'autre part au niveau de l'emprise, de comparer les demi-parcelles situées près du centre de l'emprise avec celles près de la lisière.

Dans le cas d'une autre étude éventuelle sur la biodiversité des emprises de lignes électriques, des modifications devront être apportées à certaines des techniques d'échantillonnage utilisées dans la présente étude. Les observations faites sur le terrain ont rapidement permis de reconnaître une diversité en habitats plus élevée que ce qui avait été initialement perçu. Dans ce contexte et bien qu'un nombre considérable de données aient pu être récoltées, un nombre relativement important d'espèces spécialisées n'ont pu être échantillonnées. L'approche des *gradsects* devra être mieux ajustée à la diversité écologique observée sur le terrain. Cette correction implique davantage de visites exploratoires avant échantillonnage ; ces visites permettront d'identifier, cartographier et quantifier plus précisément les habitats de la zone d'étude en vue d'établir un plan d'échantillonnage stratifié plus conforme à la réalité. En raison des contraintes budgétaires, l'effort attribué aux périodes d'observation de la faune terrestre a été limité ; il serait souhaitable d'augmenter cet effort et d'améliorer les techniques utilisées (postes d'observation, etc.). Comme on l'a constaté plus haut, un grand nombre de renseignements concernant la présence et l'importance de certaines espèces animales n'ont pu être obtenus que de cette façon.

Flore vasculaire

- ALLAN, J.D., 1975. Components of diversity. *Oecologia (Berl.)* 18 : 359-367.
- ANONYME, 1995. L'état des forêts au Canada. Canada, Ressources naturelles, Service canadien des forêts. 111 p.
- ARGUS, G.W. et K.M. PRYER, 1990. Les espèces vasculaires rares du Canada. Musée canadien de la nature, Ottawa. 192 p. et annexe.
- AUSTIN, M.P. et P.C. HEYLIGERS, 1989. Vegetation survey design for conservation : gradsect sampling of forests in north-eastern New South Wales. *Biol. Conserv.* 50 : 13-32.
- AUERBACH, M. et A. SHMIDA, 1987. Spatial scale and the determinants of plant species richness. *Trends Ecol. Evol.*, 2 : 238-242.
- BAZZAZ, F.A., 1979. The physiological ecology of plant succession. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 10 : 351-371.
- BEALS, E.W., 1969. Vegetational change along altitudinal gradients. *Science* 165 : 981-985.
- 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.
- BOIVIN, B., 1992. Les cypéracées de l'est du Canada. *Provancheria*, N° 25. 230 p.
- BRAÛN-BLANQUET, J., 1932. *Plant sociology*. MacGraw-Hill, New-York. 439 p.
- BUZAS, M.A., 1972. Patterns of species diversity and their explanation. *Taxon* 21 : 275-286.
- CAMPBELL, R., 1890. Notes on the flora of Cap-à-l'Aigle. *Can. Rec. Sci.* 4 : 54-68.
- CAYOUILLE, R., 1975. Études taxonomiques et phytogéographiques sur la flore du Saguenay. *Herbier du Québec, ministère de l'Agriculture, Québec*. 339 p. [non publié]
- CAYOUILLE, R., 1980. Études sur la flore du Saguenay. I. Equisetaceae à Juncaceae. *Herbier du Québec, ministère de l'Agriculture, Québec*. [non publié]
- COLLINS, S.L. et S.M. GLENN, 1991. Importance of spatial and temporal dynamics in species regional abundance and distribution. *Ecology* 72 : 654-664.

- DARVEAU, M. et P. BELLEFLEUR, 1984. Dynamique de la végétation d'emprise de lignes de transport d'énergie. *Can. J. Bot.* 62 : 1730-1738.
- DENSLOW, J.S., 1980. Patterns of plant species diversity during succession under different disturbance regimes. *Oecologia (Berl.)* 46 : 18-21.
- DESHAYE, J., F. MORNEAU et J. BRUNELLE, 1995. Étude prospective relative à la caractérisation de la biodiversité dans les emprises de lignes de transport d'énergie électrique situées en forêt mixte. Document de travail pour la vice-présidence Environnement et Collectivités, Hydro-Québec. FORAMEC inc., Québec. 44 p. et annexe.
- DROLET, B., M. CRÊTE, S. PAYETTE et J. HUOT, 1992. La biodiversité des milieux terrestres : revue de littérature. Centre d'études nordiques, Université Laval, pour le Service Ressources et Aménagement du territoire, vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. 51 p.
- EBERHARDT, L.L. et J.M. THOMAS, 1991. Designing environmental field studies. *Ecol. Monogr.* 61 : 53-73.
- FLOYD, D.A. et J.E. ANDERSON, 1987. A comparison of three methods for estimating plant cover. *J. Ecol.* 75 : 221-228.
- FORAMEC, 1994. Haut Saint-Maurice. Avant-projet phase 2. La flore, les communautés végétales, l'avifaune, la faune terrestre et semi-aquatique. Hydro-Québec, vice-présidence Ingénierie. 174 p. et annexes.
- FORTIN, M.J. et P. DRAPEAU, 1995. Delineation of ecological boundaries : comparison of approaches and significance tests. *Oikos* 72 : 323-332.
- FRONTIER, S., 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Masson et Les Presses de l'Université Laval, Québec. 494 p.
- GAUTHIER, R., 1980. La végétation des tourbières et les sphaignes du parc des Laurentides, Québec. *Études écologiques*, Université Laval, Québec. 634 p.
- GILLISON, A.N. et K.R.W. BREWER, 1985. The use of gradient directed transects or gradsects in natural resource surveys. *J. Environ. Manage.* 20 : 103-127.
- GODRON, M., 1970. Un « modèle » pour la courbe aire-espèce. *Nat.Can. (Qué.)* 97 : 491-492.
- GOTELLI, N.J. et D. SIMBERLOFF, 1987. The distribution and abundance of tallgrass prairie plants : a test of the core-satellite hypothesis. *Am. Nat.* 130 : 18-35.
- GRAY, J.S., 1987. Species-abundance patterns. Pages 53-67 in J.H.R. Gee and P.S. Giller (eds.), *Organization of communities past and present*. Blackwell Scientific Publications. 576 p.
- GREIG-SMITH, P., 1983. *Quantitative plant ecology*. University of California Press, Berkeley.

- HANSKI, I., 1982. Dynamics of regional distribution : the core and satellite hypothesis. *Oikos* 38 : 210-221.
- HUGHES, J.W. et T.H. FAHEY, 1991. Colonization dynamics of herbs and shrubs in a disturbed northern hardwood forest. *J. Ecol.* 79 : 605-616.
- HUGHES, R.G., 1986. Theories and models of species abundance. *Am. Nat.* 128 : 879-899.
- HULTÉN, E., 1958. The amphi-Atlantic plants and their phytogeographical connections. Almqvist et Wiksell, Stockholm. 340 p.
- HULTÉN, E., 1964. The circumpolar plants. I. Vascular Cryptogams, Conifers, Monocotyledons. Almqvist et Wiksell, Stockholm. 280 p.
- HULTÉN, E., 1968. Flora of Alaska and neighboring territories. Stanford University Press, Stanford, California. 1008 p.
- HULTÉN, E., 1971. The circumpolar plants. II. Dicotyledons. Almqvist et Wiksell, Stockholm. 463 p.
- KENNEDY, K.A. et P.A. ADDISON, 1987. Some considerations for the use of visual estimates of plant cover in biomonitoring. *J. Ecol.* 75 : 151-157.
- JANSON, S. et J. VEGELIUS, 1981. Measures of ecological association. *Oecologia (Berl.)* 49 : 371-376.
- LAVOIE, G., 1992. Plantes vasculaires susceptibles d'être désignées menacées ou vulnérables au Québec. Direction de la conservation et du patrimoine écologique, ministère de l'Environnement du Québec, Québec. 180 p.
- LEPS, J. et V. HADINCOVA, 1992. How reliable are our vegetation analyses? *J. Veg. Sc.* 3 : 119-124.
- LLOYD, M., J.H. ZAR et J.R. KARR, 1968. On the calculation of information-theoretical measures of diversity. *Am. Midl. Nat.* 79 : 257-272.
- LUDWIG, J.A. et J.M. CORNELIUS, 1987. Locating discontinuities along ecological gradients. *Ecology* 68 : 448-450.
- MACARTHUR, R.H., 1965. Patterns of species diversity. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 40 : 510-533.
- MACARTHUR, R.H. et E.O. WILSON, 1967. The theory of island biogeography. Princeton University Press, Princeton, N.J. 203 p.
- MARIE-VICTORIN, F., 1995. Flore laurentienne. 3e éd. mise à jour et annotée par L. Brouillet et I. Goulet. Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal. 1083 p.
- MAY, R.M., 1975. Patterns of species abundance and diversity. Pages 81-120 *in* M.L. Cody et J.M. Diamond (eds.), *Ecology and evolution of communities*. Belknap Press, Harvard University, Cambridge, Mass. 545 p.

- MILLS, L.S., M.E. SOULÉ et D.F. DOAK, 1993. The keystone-species concept in ecology and conservation. *BioScience* 43 : 219-224.
- MUELLER-DOMBOIS, D. et H. ELLENBERG, 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. Wiley, New-York. 547 p.
- MULLIGAN, G.A., 1976. *Les mauvaises herbes communes du Canada*. Gouvernement du Canada, ministère des Approvisionnements et Services, Éditions l'Étincelle, Montréal.
- NEE, S., 1990. Community construction. *Trends Ecol. Evol.* 5 : 337-340.
- PAYETTE, S. et B. GAUTHIER, 1972. Les structures de végétation : interprétation géographique et écologique, classification et application. *Nat. can. (Qué.)* 99 : 1-26.
- PAYETTE, S. et E. LEPAGE, 1977. La flore vasculaire du golfe de Richmond, baie d'Hudson, Nouveau-Québec. *Provancheria*, N° 7. 68 p.
- PIELOU, E.C., 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13 : 131-144.
- PIELOU, E.C., 1975. *Ecological diversity*. Wiley, New-York. 165 p.
- PIMENTEL, D. et C.A. EDWARDS, 1982. Pesticides and ecosystems. *BioScience* 32 : 595-600.
- PRESTON, F.W., 1948. The commonness, and rarity, of species. *Ecology* 29 : 254-283.
- QUÉBEC, 1993. Arrêtés ministériels du 23 juin 1993. *Gazette officielle du Québec* 125 : 4227-4234.
- QUÉBEC, 1996. *Convention sur la diversité biologique. Stratégie de mise en oeuvre au Québec*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Environnement et de la Faune. 122 p.
- RICKLEFS, R.E., 1987. Community diversity : relative roles of local and regional processes. *Science* 235 : 167-171.
- ROUSSEAU, C., 1968. Histoire, habitat et distribution de 220 plantes introduites au Québec. *Nat. can. (Qué.)* 95 : 49-171.
- ROUSSEAU, C., 1971. Une classification de la flore synanthropique du Québec et de l'Ontario. *Nat. can. (Qué.)* 98 : 529-533.
- ROUSSEAU, C., 1974. *Géographie floristique du Québec-Labrador*. Les Presses de l'Université Laval, Québec. 799 p.
- ROUTLEDGE, R.D., 1977. On Whittaker's components of diversity. *Ecology* 58 : 1120-1127.
- ROUTLEDGE, R.D., 1984. Estimating ecological components of diversity. *Oikos* 42 : 23-29.

- SCHEINER, S.M., 1992. Measuring pattern diversity. *Ecology* 73 : 1860-1867.
- SCOGGAN, H.J., 1978-79. The Flora of Canada. Nat. Mus. Canada, Publ. Bot. N° 7. 1711 p.
- STERLING, A., B. PECO, M.A. CASADO, E.F. GALIANO et F.D. PINEDA, 1984. Influence of microtopography on floristic variation in the ecological succession in grassland. *Oikos* 42 : 334-342.
- STOWE, L.G. et M.J. WADE, 1979. The detection of small-scale patterns in vegetation. *J. Ecol.* 67 : 1047-1064.
- TER BRAAK, C.J.F. et I.C. PRENTICE, 1988. A theory of gradient analysis. *Adv. Ecol. Res.* 18 : 271-317.
- THIBAUT, M. ET D. HOTTE, 1985. Les régions écologiques du Québec méridional. Deuxième approximation. Ministère de l'Énergie et des Ressources, Québec. Carte au 1 : 1 250 000.
- TOKESHI, M., 1993. Species abundance patterns and community structure. *Adv. Ecol. Res.* 24 : 111-186.
- TOMKINS, D.J. et W.F. GRANT, 1977. Effects of herbicides on species diversity of two plants communities. *Ecology* 58 : 398-406.
- UGLAND, K.I. et J.S. GRAY, 1982. Lognormal distributions and the concept of community equilibrium. *Oikos* 39 : 171-178.
- VAN DER MAAREL, E., 1976. On the establishment of plant community boundaries. *Ber. Dtsch. Bot. Ges.* 89 : 415-443.
- WHITTAKER, R.H., 1969. Evolution of diversity in plant communities. Pages 178-195 in G.M. Woodwell et H.H. Smith (eds.), *Diversity and stability in ecological systems*. Brookhaven Symp. Biol. N° 22, U.S. Dept Commerce, Springfield, Va. 264 p.
- WHITTAKER, R.H., 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon* 21 : 213-251.
- WHITTAKER, R.H., 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evol. Biol.* 10 : 1-67.
- WILLIAMS, C.B., 1964. *Patterns in the balance of nature*. Academic Press, London.
- WILSON, M.V. et A. SHMIDA, 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *J. Ecol.* 72 : 1055-1064.
- ZAR, J.H., 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Avifaune

- BIBBY, C.J., N.D. BURGESS, et D.A. HILL. 1992. Bird census techniques. British Trust for Ornithology and Royal Society for the protection of birds, Academic press, London. 257 p.
- BLONDEL, J. 1969. Méthodes de dénombrement des populations d'oiseaux. Pages 97-151 in M. LAMOTHE et F. BOURLIÈRE, éd. Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres. Masson, Paris.
- BLONDEL, J., C. FERRY et B. FROCHOT. 1981. Points counts with unlimited distance. Pages 414-420 in C.J. RALPH et J.M. SCOTT, éd. Estimating the numbers of terrestrial birds. Studies in Avian Biology N° 6.
- BRAMBLE, W.C., R.H. YAHNER et W.R. BYRNES. 1992. Breeding-bird population changes following right-of-way maintenance treatments. J. of Arboric. 18 (1) :224-32.
- COCHRAN, W.G. 1977. Sampling techniques. 3rd edition. Wiley, New York. 428 p.
- DESHAYE, J., F. MORNEAU et J. BRUNELLE. 1995. Étude prospective relative à la caractérisation de la biodiversité dans les emprises de lignes de transport d'énergie électrique situées en forêt mixte. Document de travail pour la vice-présidence Environnement et Collectivités, Hydro-Québec. FORAMEC inc., Québec. 44 pages et annexe.
- GAUTHIER, J. et Y. AUBRY (sous la direction de). 1995. Les oiseaux nicheurs du Québec : Atlas des oiseaux nicheurs du Québec méridional. Association québécoise des groupes d'ornithologues, Société québécoise de protection des oiseaux, Service canadien de la faune, Environnement Canada, région du Québec, Montréal. xviii et 1295 p.
- GLAHOLT, R., G. FRYER, A. COLETTA. 1995. The UNEP convention on biodiversity and its implications for right-of-way selection and development. Pages 269-275 in Proceedings of the fifth international Symposium on Environmental concerns in rights-of-way management, September 19-22, 1993. Montréal, Québec. (Canada).
- GODFREY, W.E., 1972. Encyclopédie des oiseaux du Québec. Les Éditions de l'Homme, Montréal.
- HANOWSKI, J.M., G.J. NIEMI et J.G. BLAKE. 1995. Seasonal abundance and composition of forest bird communities adjacent to a right-of-way in northern forests USA. Pages 276-283 in Proceedings of the fifth international Symposium on Environmental concerns in rights-of-way management, September 19-22, 1993. Montréal, Québec. (Canada).
- HURLBERT, S.H., 1971. The nonconcept of species diversity : a critique and alternative parameters. Ecology 52 : 577-586.
- INTERNATIONAL BIRD CENSUS COMMITTEE. 1969. Recommendations for an international standard for a mapping method in bird census work. Bird study 16 : 115-118.
- KROODSMA, R.L. 1984. Ecological factors associated with degree of edge effect in breeding birds. J. Wildl. Manage. 48 : 418-425.

- LARUE, P., L. BÉLANGER et J. HUOT. 1995. Riparian edge effects on boreal balsam fir bird communities. *Can. J. For. Res.* 25 : 555-566.
- OUELLET, H. et M. GOSSELIN. 1983. Les noms français des oiseaux d'Amérique du Nord. Syllogeus N° 43. Musée national des Sciences naturelles, Musées nationaux du Canada. 36 p.
- ROBBINS, C. S. 1981. Effect of time of day on bird activity. Pages 275-286 in C.J. RALPH et J.M. SCOTT, éd. Estimating the numbers of terrestrial birds. *Studies in Avian Biology* N° 6.
- SHANNON, C.E. 1948. A mathematical theory of communications. *Bell system technical Journal* 27 : 379-424, 623, 656.
- SCHERRER, B., 1984. Biostatistique. Gaëtan Morin Éditeur, Chicoutimi, Québec.
- SMALL, M.F. et M.L. HUNTER. 1989. Response of passerines to abrupt forest-river and forest-powerline edges in Maine. *Wilson Bull.* 101 : 77-83.
- WHITCOMB, R.F., C.S. ROBBINS, J.F. LYNCH, B.L. WHITCOMB, M.K. KLIMKIEWICZ et D. BYSTRAK. 1981. Effects of forest fragmentation on avifauna of the eastern deciduous forest. Pages 125-205 in R.L. BURGESS et D.M. SHARPE, éd. *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. Springer-Verlag, New York, U.S.A.

Amphibiens et reptiles

- BIDER, J. 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, Direction de la faune et des habitats, Québec.
- ELLIOTT, L. et T. MACK. 1991. Les sons de nos forêts. Centre de conservation de la faune ailée de Montréal, Montréal. Disque compact.
- HÉBERT, J.-S. 1995. Abondance des anoues dans le Québec méridional selon l'inventaire des chants réalisé par des bénévoles à l'été 1994. Rapport pour la Direction de la faune terrestre et des habitats, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec.
- HEYER, W. R., M. A. DONNELLY, R. W. MCDIARMID, L. A. HAYEK et M. S. FOSTER, eds. 1994. Measuring and monitoring biological diversity. Standards methods for amphibians. Smithsonian Institution Press, Washington.
- LEPAGE, M., R. COURTOIS, C. DAIGLE et S. MATTE. (sous presse). Surveying calling anurans in Québec using volunteers. Report of the Canadian Working Group of the IUCN/SSC Declining Amphibians Populations Task Force (DAPCAN).
- SHNVSL. 1993. Suivi des populations d'amphibiens (projet pilote). Manuel du participant. Section 1 (parcours routier d'écoute des chants de reproduction). Rapport pour le ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche. La Société d'histoire naturelle de la vallée du Saint-Laurent, Sainte-Anne-de-Bellevue, Québec.
- SMITH, H. M. 1982. Guide des batraciens de l'Amérique du Nord. Guide d'identification sur le terrain. Éditions Broquet inc., La Prairie.

SMITH, H. M. et E. D. BRODIE. 1992. Guide des reptiles de l'Amérique du Nord. Guide d'identification sur le terrain. Éditions Broquet inc., La Prairie.

Mammifères

BANFIED, A.W.F., 1977. Les mammifères du Canada. Musées nationaux du Canada, Les Presses de l'Université Laval, Québec, 406 p.

BEAUDIN, L. et M. QUINTIN. 1983. Mammifères terrestres du Québec, de l'Ontario et des Maritimes. Éditions Michel Quintin, Waterloo (Québec).

DUCHARME, J. L., G. GERMAIN et J. TALBOT. 1992. Bilan de la faune 1992. Direction du marketing et des communications, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Québec.

GARANT, Y. 1989. Les emprises de lignes dans les ravages de cerfs de Virginie. Production de nourriture et utilisation par les cerfs. Ravages de Bedford, Rigaud, Hill Head, Kingsey Falls, Rawdon, lac David, Notre-Dame-du-Laus, lac Témiscouata et lac Trente-et-Un-Milles. Rapport pour le service Recherches en Environnement et Santé publique, vice-présidence Environnement, Hydro-Québec. Yves Garant Consultants, enr.

MAISONNEUVE, C., R. MCNICOLL, S. SAINT-ONGE et A. DESROSIERS. (en prép.). Clé d'identification des micromammifères du Québec. Service de la faune terrestre, Direction de la faune terrestre et des habitats, ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec.

QUÉBEC. 1993. Arrêtés ministériels. Annexe : liste des espèces de la faune vertébrée menacées ou vulnérables susceptibles d'être ainsi désignées. Gazette officielle du Québec, 23 mars 1993, N° 26 : 4231-4234.

ANNEXE 1

Historique de l'entretien de l'emprise des lignes 7007, 7008 et 7023

Historique de l'entretien de l'emprise des lignes hydroélectriques #7007, 7008 et 7023 dans la zone d'étude, Saint-Cassien-des-Caps, Charlevoix. Les numéros des portées se rapportent à la ligne 7007.

Année du traitement	Portées traitées	Méthode de contrôle de la végétation
1969	662-675	Phytocide liquide (2,4-D/2,4,5-T/TCA)
1972	662-675	Phytocide liquide (2,4-D/2,4,5-T/TCA)
1973	662-675 (section)	Phytocide granulaire (Tordon 10K)
1976	662-675 (section)	Phytocide granulaire (Tordon 10K)
1977	662-675 (section)	Phytocide granulaire (Tordon 10K)
1980	662-675	Phytocide liquide (D-DP-TCA)
1984	662-675	Phytocide liquide (D-DP-TCA)
1986	662-675	Phytocide liquide (D-DP-Dic) et coupe mécanique
1988	662-675	Phytocide liquide (D-DP-Dic)
1992	662	Coupe manuelle (50 %) et motorisée*(50 %)
1992	663-668	Coupe manuelle
1992	669-675	Coupe motorisée*

* Débroussailleuse sur chenilles

ANNEXE 2

Listes annotées des espèces recensées

ESPÈCES VASCULAIRES

La liste suivante contient les 241 espèces vasculaires échantillonnées ou recensées dans et en bordure de la triple emprise à 735 kV, St-Cassien-des Caps, Charlevoix. Le nom de chaque espèce est suivi du nom de l'auteur et du type d'aire de répartition, tel que défini par Payette et Lepage (1977) ; l'aire de répartition de chaque espèce est obtenue des informations tirées de Hultén (1958, 1964, 1968, 1971), Rousseau (1974) et Scoggan (1978-79). Le nom des espèces indigènes est en italique et celui des espèces introduites est en caractères romains. La nomenclature suit généralement celle de Scoggan (1978-79).

Sous le nom de chaque espèce, on trouvera un sommaire de sa répartition et, si l'espèce a été échantillonnée, de sa fréquence. La répartition des espèces se rapporte aux 3 types de milieux inventoriés, soit :

- la végétation forestière naturelle à l'extérieur de l'emprise (Forêt) ; ce milieu fut exploré sur une profondeur de 30 m de chaque côté de l'emprise ;
- l'emprise proprement dite (Emprise) ; l'emprise fut explorée sur une longueur d'environ 3 km, soit entre les pylônes 662 et 675 de la ligne 7007 ;
- les 2 écrans arbustifs longeant des ruisseaux traversant l'emprise (Écrans).

Le cas échéant, la fréquence des espèces est indiquée en % du nombre de relevés effectués dans chacun des 3 milieux : Forêt (420 relevés) ; Emprise (1742 relevés) ; Écrans (504 relevés). La mention « Observé » sera indiquée pour une espèce présente, mais non échantillonnée.

Equisetaceae

Equisetum arvense L. Cosmopolite.

Espèce des milieux ouverts ; surtout fréquente sous la ligne 7023.

- Forêt : Emprise : 12,5 Écrans : 6,7

Equisetum sylvaticum L. Circumboréal.

Espèce forestière ; relativement commune dans l'emprise et les écrans.

- Forêt : Observé Emprise : 10,7 Écrans : 7,1

Lycopodiaceae

Lycopodium annotinum L. Circumboréal.

Espèce forestière ; peu commune.

- Forêt : 1,9 Emprise : 0,4 Écrans :

Lycopodium clavatum L. Circumboréal.

Espèce forestière ; commune surtout sous les lignes 7007 et 7008.

- Forêt : 1,2 Emprise : 19,1 Écrans : 3,4

Lycopodium complanatum L. (incl. *L. flabelliforme* (Fern.) Blanch.) Circumboréal.

Espèce forestière ; occasionnelle.

- Forêt : Observé Emprise : 0,6 Écrans : 0,2

Lycopodium inundatum L. Circumtempéré à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des petits ruisseaux.

- Forêt : Emprise : 0,3 Écrans :

Lycopodium obscurum L. Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce forestière ; occasionnelle, mais plus fréquente sous la ligne 7007.

- Forêt : 1,7 Emprise : 3,8 Écrans : 0,6

Lycopodium tristachyum Pursh Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle et localisée sur un talus bien drainé.

- Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Ophioglossaceae

Botrychium matricariaefolium A. Br. Boréal amphi-atlantique.

Espèce des milieux ouverts ; observée une fois près du chemin d'entretien.

- Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Botrychium multifidum (Gmel.) Rupr. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise et les écrans.

- Forêt : Emprise : 0,9 Écrans : 1,0

Osmundaceae

Osmunda cinnamomea L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; observée seulement dans la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Osmunda claytoniana L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; commune dans l'emprise et les écrans.

• Forêt : 1,7 Emprise : 9,7 Écrans : 22,6

Polypodiaceae

Athyrium filix-femina (L.) Roth Circumboréal.

Espèce forestière ; très commune, surtout sous la ligne 7023.

• Forêt : 10,0 Emprise : 32,5 Écrans : 44,0

Dryopteris cristata (L.) Gray Circumtempéré à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; observée seulement dans la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Dryopteris spinulosa (O.F. Muell.) Watt *s.l.* (*D. austriaca* (Jacq.) Woynar; incl.

D. campyloptera (Kunze) Clarkson; *D. carthusiana* Gray) Circumboréal.

Espèce forestière ; occasionnelle.

• Forêt : 1,4 Emprise : 1,3 Écrans : 0,4

Gymnocarpium dryopteris (L.) Newm. Circumboréal.

Espèce forestière ; occasionnelle, mais présente un peu partout.

• Forêt : 2,6 Emprise : 3,7 Écrans : 7,9

Matteucia struthiopteris (L.) Todaro Circumtempéré.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des ruisseaux.

• Forêt : Observé Emprise : 0,3 Écrans : Observé

Onoclea sensibilis L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; assez commune près des sites humides.

• Forêt : Emprise : 4,8 Écrans : 8,5

Pteridium aquilinum (L.) Kuhn Circumtempéré.

Espèce forestière ; très commune, surtout sous la ligne 7007.

• Forêt : 7,6 Emprise : 32,8 Écrans : 14,5

Thelypteris phegopteris (L.) Slosson Circumboréal.

Espèce forestière ; relativement commune et surtout associée aux ruisseaux.

• Forêt : 1,7 Emprise : 6,7 Écrans : 15,3

Taxaceae

Taxus canadensis Marsh. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle en forêt, plus rare ailleurs.

• Forêt : 3,3 Emprise : 0,1 Écrans :

Pinaceae

Abies balsamea (L.) Mill. Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; constitue l'espèce arborescente dominante de la forêt et des écrans.

• Forêt : 61,2 Emprise : 6,9 Écrans : 15,7

Picea glauca (Moench) Voss Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; plutôt occasionnelle, mais se rencontre partout.

• Forêt : 4,3 Emprise : 2,8 Écrans : 3,6

Picea mariana (Mill.) BSP. Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; très sporadique et exclusive à la forêt.

• Forêt : 2,1 Emprise : Écrans :

Cupressaceae

Juniperus communis L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus observés sur les sites bien drainés.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Typhaceae

Typha latifolia L. Circumtempéré.

Espèce des milieux ouverts ; assez commune dans les mares et les sites tourbeux.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Sparganiaceae

Sparganium chlorocarpum Rydb. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte aux rives d'une petite ruisseau dans la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Zosteraceae

Potamogeton alpinus Balbis Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; une petite population observée dans une mare permanente.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Gramineae (Poaceae)

Agropyron repens (L.) Beauv. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; observée près du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Agropyron trachycaulum (Link) Malte (incl *A. latiglume* (Scribn. & Sm.) Rydb.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnel sur les sites biens drainés de l'emprise.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Agrostis canina L. (? *A. borealis* Hartm.) Circumboréal à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; observée près du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Agrostis hyemalis (Walt.) BSP. (*A. geminata* Trin.; *A. scabra* Willd.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; assez commune près des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 2,6 Écrans : 0,2

Agrostis tenuis Sibth. (*A. capillaris* L.) Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise.

• Forêt : Emprise : 0,7 Écrans :

Bromus ciliatus L. (incl. *B. canadensis* Michx.) Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle, mais plus fréquente sous la ligne 7023.

• Forêt : Emprise : 2,2 Écrans : 3,8

Calamagrostis canadensis (Michx.) Nutt. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; très commune et dominante dans l'emprise.

• Forêt : 0,5 Emprise : 70,8 Écrans : 34,7

Cinna latifolia (Trev.) Griseb. Circumboréal.

Espèce forestière ; très sporadique et associée aux ruisseaux.

• Forêt : Observé Emprise : 0,1 Écrans : 0,2

Danthonia spicata (L.) Beauv. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle sur les sites très biens drainés.

• Forêt : 1,4 Emprise : 1,2 Écrans :

Festuca rubra L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; observée le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Glyceria canadensis (Michx.) Trin. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; assez commune près des sites humides.

• Forêt : Emprise : 5,2 Écrans : 1,2

Glyceria grandis Wats. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; une petite population dans la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Glyceria melicaria (Michx.) Hubbard Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des ruisseaux.

• Forêt : Observé Emprise : 0,2 Écrans : 2,2

Glyceria striata (Lam.) Hitchc. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 1,0 Écrans : 0,2

Panicum lanuginosum Ell. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte au chemin d'entretien et au sol inculte sous les pylônes.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Phleum pratense L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnel près du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Poa palustris L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; espèce compagne commune surtout dans l'emprise.

• Forêt : Emprise : 29,5 Écrans : 11,5

Poa pratensis L. (incl. *P. angustifolia* L.) Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare.

• Forêt : Emprise : 0,2 Écrans :

Schizachne purpurascens (Torr.) Swallen Circumboréal à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; une petite population sur un talus bien drainé.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Torreyochloa pallida (Torr.) Church Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; assez fréquente dans les mares de la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Cyperaceae

Carex acuta L. (*C. nigra* (L.) Reichard) Boréal amphi-atlantique.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte aux ruisseaux herbeux de l'emprise.

• Forêt : Emprise : 1,0 Écrans :

Carex arctata Boott Boréal de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; très occasionnelle et absente de la ligne 7023.

• Forêt : Observé Emprise : 0,5 Écrans : 0,8

Carex bebbii (Bailey) Fern. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ornières du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 1,4 Écrans :

Carex brunnescens (Pers.) Poir. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise.

• Forêt : Emprise : 1,8 Écrans : 0,2

Carex canescens L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à la dépression tourbeuse où elle est très fréquente.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Carex communis Bailey Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; observée seulement sur un site minéral sec.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Carex crinita Lam. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; commune dans la plupart des milieux humides.

• Forêt : Emprise : 8,1 Écrans : 11,3

Carex debilis Michx. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; plus ou moins occasionnelle.

• Forêt : Observé Emprise : 3,9 Écrans : 0,4

Carex deflexa Hornem. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte aux sites minéraux secs.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Carex disperma Dewey Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans les milieux humides.

• Forêt : Emprise : 0,3 Écrans :

Carex echinata Murr. (incl. *C. angustior* Mack.; *C. atlantica* Bailey; *C. cephalantha* (Bailey) Bickn.; *C. interior* Bailey; *C. muricata* L.; *C. stellulata* Good.; *C. sterilis* Willd.; *C. wiegandii* Mack.) Boréal amphi-atlantique.

Espèce des milieux ouverts ; espèce compagne des bords de ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 3,7 Écrans : 0,2

Carex houghtonii Torr. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle sur les sites bien drainés.

• Forêt : Emprise : 1,9 Écrans : 0,4

Carex intumescens Rudge Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; quelques individus localisés près d'un ruisseau en forêt.

• Forêt : Observé Emprise : Écrans :

Carex laxiflora Lam. (*C. gracillima* Schw.; *C. ormostachya* Wieg.) Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; tout comme *C. arctata* et *C. debilis*, cette espèce de sous-bois est toujours sporadique.

• Forêt : Observé Emprise : 1,4 Écrans : 5,2

Carex leptalea Wahl. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; petites populations restreintes à la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Carex paupercula Michx. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte aux bords d'un petit ruisseau de la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Carex projecta Mack. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des sites humides.

• Forêt : Emprise : 0,6 Écrans : 2,0

Carex stipata Muhl. Tempéré nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,3 Écrans : 0,4

Carex trisperma Dewey Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; très occasionnelle et absente de la ligne 7023.

• Forêt : Observé Emprise : 0,3 Écrans : 0,2

Eleocharis acicularis (L.) R. & S. Cosmopolite.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte aux ornières longuement inondées du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Eleocharis ovata (Roth) R. & S. Circumtempéré à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; une petite population en bordure d'une ornière du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Scirpus atrocinctus Fern. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans la plupart des milieux humides.

• Forêt : Emprise : 2,1 Écrans : 0,4

Scirpus microcarpus Presl (*S. rubrotinctus* Fern.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; commune dans la plupart des milieux humides.

• Forêt : Emprise : 11,3 Écrans : 6,0

Araceae

Calla palustris L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à la dépression tourbeuse où elle colonise le fond des mares saisonnières.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Juncaceae

Juncus brevicaudatus (Engelm.) Fern. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des ruisseaux et des ornières du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,5 Écrans : 0,2

Juncus effusus L. Circumtempéré.

Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare près de quelques ruisseaux et des ornières du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Juncus filiformis L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des sites plus ou moins humides.

• Forêt : Emprise : 1,4 Écrans : 1,0

Juncus tenuis Willd. Circumtempéré à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise et le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 1,2 Écrans :

Luzula multiflora (Retz.) Lejeune (incl. *L. groenlandica* Böcher) Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare et restreinte au chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Luzula parviflora (Ehrh.) Desv. Circumboréal.

Espèce forestière ; occasionnelle, mais présente un peu partout.

• Forêt : Observé Emprise : 2,6 Écrans : 1,2

Malaxis unifolia Michx. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans toute l'emprise.

• Forêt : Emprise : 0,4 Écrans : 0,2

Spiranthes romanzoffiana Cham. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle sur les sites bien drainés de l'emprise.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Salicaceae

Populus balsamifera L. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ruisseaux dans l'emprise ou en forêt.

• Forêt : 1,4 Emprise : 1,0 Écrans : Observé

Populus tremuloides Michx. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; relativement commune à peu près partout.

• Forêt : 30,0 Emprise : 5,7 Écrans : 4,2

Salix bebbiana Sarg. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; plus ou moins commune, surtout près des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 3,4 Écrans : 15,3

Salix discolor Muhl. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; disséminée dans toute l'emprise et les écrans.

• Forêt : 0,2 Emprise : 5,0 Écrans : 10,1

Salix humilis Marsh. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise.

• Forêt : Emprise : 2,7 Écrans : 0,4

Salix lucida Muhl. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à une bordure de ruisseau.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Salix pyrifolia Anderss. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle.

• Forêt : Emprise : 0,6 Écrans : 1,2

Betulaceae

Alnus crispa (Ait.) Pursh Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; relativement commune sur les sites mésiques de l'emprise.

• Forêt : 2,4 Emprise : 5,4 Écrans : 2,0

Alnus rugosa (Du Roi) Spreng. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; l'espèce principale des écrans, occasionnelle ailleurs.

• Forêt : Observé Emprise : 2,8 Écrans : 39,1

Betula lutea Michx. f. (*B. alleghaniensis* Britt.) Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; sporadique et beaucoup moins envahissante que *B. papyrifera*.

• Forêt : 4,0 Emprise : Observé Écrans : 1,0

Betula papyrifera Marsh. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; après l'érable rouge et le sapin baumier, c'est l'espèce arborescente la plus envahissante dans l'emprise.

• Forêt : 33,3 Emprise : 6,9 Écrans : 14,1

Corylus cornuta Marsh. Tempéré nord-américain.

Espèce forestière ; commune en forêt, occasionnelle ailleurs.

• Forêt : 16,7 Emprise : 1,6 Écrans : 0,2

Polygonaceae

Polygonum cilinode Michx. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; très occasionnelle.

• Forêt : Observé Emprise : 0,6 Écrans : 0,2

Polygonum sagittatum L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; observé seulement près d'une ornière du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Rumex acetosella L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; assez répandue dans tous les sites bien drainés de l'emprise.

• Forêt : Emprise : 2,2 Écrans :

Caryophyllaceae

Cerastium vulgatum L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,5 Écrans :

Silene cucubalus Wibel Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; observée le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Stellaria calycantha (Ledeb.) Bong. Circumboréal à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ruisseaux herbeux.

• Forêt : Emprise : 2,2 Écrans :

Stellaria graminea L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte au chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Ranunculaceae

Actaea rubra (Ait.) Willd. Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle, mais se rencontre un peu partout.

• Forêt : 1,0 Emprise : 0,4 Écrans : 0,8

Coptis groenlandica (Oeder) Fern. Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce forestière ; relativement commune dans l'emprise sur les sites mésiques.

• Forêt : 4,3 Emprise : 7,0 Écrans :

Ranunculus abortivus L. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; apparemment restreinte aux écrans.

• Forêt : Emprise : Écrans : 0,8

Ranunculus acris L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,3 Écrans :

Thalictrum pubescens Pursh (*T. polygamum* Muhl.) Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; espèce commune de la plupart des sites humides.

• Forêt : Emprise : 13,4 Écrans : 39,7

Fumariaceae

Corydalis sempervirens (L.) Pers. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à quelques affleurements rocheux.

• Forêt : Observé Emprise : Écrans :

Cruciferae (Brassicaceae)

Cardamine pensylvanica Muhl. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,2 Écrans : 0,2

Droseraceae

Drosera rotundifolia L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; apparemment restreinte aux sites minéraux suintants et ouverts.

• Forêt : Emprise : 0,2 Écrans :

Saxifragaceae

Chrysosplenium americanum Schwein. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte au lit de quelques ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 1,0 Écrans : 0,8

Mitella nuda L. Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce forestière ; relativement commune dans la dépression tourbeuse, plus ou moins occasionnelle ailleurs sur les sites humides.

• Forêt : 3,6 Emprise : 0,6 Écrans : 2,6

Ribes glandulosum Grauer Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; observée seulement autour de la dépression tourbeuse.

• Forêt : Observé Emprise : Observé Écrans :

Ribes lacustre (Pers.) Poir. Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; très occasionnelle.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans : Observé

Ribes triste Pallas Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Tiarella cordifolia L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; quelques individus seulement observés près d'un ruisseau, sous la ligne 7007.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Rosaceae

Amelanchier bartramiana (Tausch) Roemer Boréal de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; commune en forêt, sporadique ailleurs.

• Forêt : 9,0 Emprise : 0,5 Écrans : 0,4

Amelanchier sanguinea (Pursh) DC. *s.l.* (incl. *A. gaspensis* (Wieg.) Fern. & Weath.; *A. humilis* Wieg.; *A. huronensis* Wieg.) Boréal de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; observée une fois seulement.

• Forêt : 0,5 Emprise : Écrans :

Fragaria virginiana Dcne. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; commune dans tous les sites mésiques et ouverts.

• Forêt : Emprise : 29,4 Écrans : 23,6

Geum macrophyllum Willd. (incl. *G. perincisum* Rydb.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise et près des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans : 0,4

Geum rivale L. Boréal amphi-atlantique.

Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Potentilla canadensis L. (incl. *P. simplex* Michx.) Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Potentilla norvegica L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans : 0,4

Prunus pennsylvanica L. f. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; relativement commune un peu partout.

• Forêt : 4,5 Emprise : 2,7 Écrans : 4,2

Prunus serotina Ehrh. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; un seul individu observé de cette espèce arborescente à sa limite nord-est de répartition.

• Forêt : 0,2 Emprise : Écrans :

Prunus virginiana L. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; un seul individu le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Rubus idaeus L. (incl. *R. strigosus* Michx.) Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; très commune partout, surtout sous la ligne 7023.

• Forêt : 1,0 Emprise : 27,8 Écrans : 20,2

Rubus pubescens Raf. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; commune partout.

• Forêt : 1,7 Emprise : 14,4 Écrans : 30,0

Sorbus americana Marsh. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle en forêt, plus rare ailleurs.

• Forêt : 2,1 Emprise : Observé Écrans : Observé

Sorbus decora (Sarg.) Schneid. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle en forêt, plus rare ailleurs.

• Forêt : 3,1 Emprise : 0,3 Écrans : Observé

Spiraea latifolia (Ait.) Borkh. (*S. alba* Du Roi) Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à la bordure du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Leguminosae (Fabaceae)

Trifolium agrarium L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; çà et là dans l'emprise.

• Forêt : Emprise : 1,2 Écrans :

Trifolium arvense L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus dans le chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Trifolium hybridum L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Trifolium pratense L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Trifolium repens L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Vicia cracca L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; très répandue dans l'emprise et les écrans. La plus commune des espèces introduites.

• Forêt : 0,5 Emprise : 40,1 Écrans : 25,0

Oxalidaceae

Oxalis montana Raf. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; espèce d'ombre exclusive au milieu forestier.

• Forêt : Observé Emprise : Écrans :

Oxalis stricta L. (*O. europaea* Jord.) Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des sites humides, surtout les ornières du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,6 Écrans : 0,6

Euphorbiaceae

Euphorbia cyparissias L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; une petite population près du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Callitrichaceae

Callitriche verna L. (*C. palustris* L.) Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près de quelques ruisseaux, parfois très abondante dans certaines mares.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Aquifoliaceae

Nemopanthus mucronata (L.) Trel. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle en forêt, rare ailleurs, sauf dans la dépression tourbeuse où elle est commune.

• Forêt : 0,2 Emprise : Observé Écrans :

Aceraceae

Acer pensylvanicum L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; espèce commune de sous-bois, mais peu envahissante.

• Forêt : 4,5 Emprise : 0,2 Écrans : Observé

Acer rubrum L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; espèce arborescente co-dominante en forêt et la plus envahissante de l'emprise.

• Forêt : 52,4 Emprise : 12,2 Écrans : 9,3

Acer saccharum Marsh. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; inégalement répartie et peu envahissante, cette espèce forme de petits peuplements presque purs sur les sites rocheux ou à sol mince.

• Forêt : 5,5 Emprise : 4,0 Écrans : 0,4

Acer spicatum Lam. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; surtout commune en sous-bois, cette espèce se rencontre partout dans l'emprise et les écrans.

• Forêt : 31,0 Emprise : 2,5 Écrans : 10,5

Hypericaceae

Hypericum ellipticum Hook. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle près des ornières du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Violaceae

Viola cucullata Ait. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; très commune.

• Forêt : 3,1 Emprise : 33,4 Écrans : 31,0

Viola incognita Brainerd Boréal de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; observée seulement en forêt.

• Forêt : Observé Emprise : Écrans :

Viola pallens (Banks) Brainerd (*V. macloskeyi* Lloyd) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ruisseaux et autour des sites humides.

• Forêt : Emprise : 3,2 Écrans : 4,0

Lythraceae

Lythrum salicaria L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; un individu en bordure du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Onagraceae

Circaea alpina L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; en petites populations près des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,6 Écrans : 2,8

Epilobium angustifolium L. Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; plus ou moins commune dans l'emprise, plus fréquente sous la ligne 7023.

• Forêt : Emprise : 7,4 Écrans :

Epilobium ciliatum Raf. (incl. *E. adenocaulon* Haussk.; *E. ecomosum* (Fassett) Fern.; *E. glandulosum* Lehm.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle en bordure des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 3,4 Écrans : 0,8

Epilobium hornemannii Rchb. Circumboréal à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte aux ruisseaux moussus.

• Forêt : Emprise : 0,2 Écrans :

Epilobium palustre L. (incl. *E. nesophilum* Fern.) Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ruisseau, très commune dans la dépression tourbeuse.

• Forêt : Emprise : 3,6 Écrans : 0,4

Araliaceae

Aralia hispida Vent. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à quelques affleurements rocheux.

• Forêt : Observé Emprise : Observé Écrans :

Aralia nudicaulis L. Tempéré nord-américain.

Espèce forestière ; commune en sous-bois et dans l'emprise.

• Forêt : 27,1 Emprise : 9,8 Écrans : 1,4

Umbelliferae (Apiaceae)

Hydrocotyle americana L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus près d'une ornière du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Osmorhiza depauperata Phil. (*O. obtusa* (C. & R.) Fern.) Boréal cordillérien.

Espèce forestière ; observée une fois seulement dans un vieil abattis.

• Forêt : 0,2 Emprise : Écrans :

Cornaceae

Cornus canadensis L. Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce forestière ; commune en sous-bois et très envahissante dans l'emprise, surtout sous la ligne 7007.

• Forêt : 8,1 Emprise : 30,8 Écrans : 11,5

Cornus stolonifera Michx. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; espèce commune de l'emprise et des écrans, surtout sous la ligne 7023.

• Forêt : 1,2 Emprise : 9,6 Écrans : 40,9

Pyrolaceae

Moneses uniflora (L.) Gray Circumboréal.

Espèce forestière ; peu commune et surtout associée aux sous-bois de conifères.

• Forêt : 1,2 Emprise : Écrans :

Monotropa uniflora L. Tempéré nord-américain et est-asiatique.

Espèce forestière ; occasionnelle et exclusive aux sous-bois de conifères.

• Forêt : 1,4 Emprise : Écrans :

Pyrola chlorantha Sw. (*P. virens* Schweigger) Circumboréal.

Espèce forestière ; observé une fois près d'un ruisseau en forêt.

• Forêt : Observé Emprise : Écrans :

Pyrola elliptica Nutt. Tempéré nord-américain et est-asiatique.

Espèce forestière ; occasionnelle, mais rencontrée çà et là.

• Forêt : 1,4 Emprise : 0,5 Écrans : 0,8

Pyrola minor L. Circumboréal.

Espèce forestière ; très sporadique.

• Forêt : 0,5 Emprise : 0,1 Écrans : 1,0

Pyrola secunda L. Circumboréal.

Espèce forestière ; occasionnelle en forêt, plus rare ailleurs, mais localement plus fréquente sur certains sites mésiques.

• Forêt : 1,4 Emprise : 0,2 Écrans : 0,4

Ericaceae

Gaultheria hispidula (L.) Muhl. Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; associée aux sous-bois humides, cette espèce est plus fréquente dans la dépression tourbeuse.

• Forêt : Observé Emprise : Observé Écrans :

Kalmia angustifolia L. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle sur les sites mésiques.

• Forêt : Observé Emprise : 0,1 Écrans : 0,2

Ledum groenlandicum Oeder Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle sur les sites mésiques.

• Forêt : Observé Emprise : 0,9 Écrans : 0,4

Vaccinium angustifolium Ait. (incl. *V. myrtilloides* Michx.) Boréal de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; relativement commune dans l'emprise où elle peut être localement très abondante (ligne 7007).

• Forêt : 4,3 Emprise : 3,3 Écrans : 0,8

Primulaceae

Trientalis borealis Raf. Boréal nord-américain.

Espèce forestière ; commune en sous-bois et envahissante dans l'emprise, surtout sous la ligne 7007.

• Forêt : 13,3 Emprise : 11,5 Écrans : 5,8

Gentianaceae

Gentiana linearis Froel. Boréal de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle surtout le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans : 0,4

Apocynaceae

Apocynum androsaemifolium L. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus sur les sites bien drainés de l'emprise.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Labiatae (Lamiaceae)

Galeopsis tetrahit L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; espèce introduite relativement commune, surtout sous la ligne 7023.

• Forêt : 2,9 Emprise : 9,2 Écrans : 9,1

Lycopus uniflorus Michx. Boréal nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à la proximité des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 1,1 Écrans : 0,6

Prunella vulgaris L. Circumtempéré.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long des ruisseaux et près des ornières du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Scrophulariaceae

Chelone glabra L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à quelques sites humides.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans : 0,4

Euphrasia canadensis Townsend Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; en populations souvent très importantes à quelques endroits le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Melampyrum lineare Desr. Tempéré nord-américain.

Espèce forestière ; occasionnelle tant en forêt que dans l'emprise.

• Forêt : 1,0 Emprise : 1,7 Écrans :

Rhinanthus borealis (Sterneck) Druce (incl. *R. crista-galli* L.) Circumboréal.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle un peu partout dans l'emprise.

• Forêt : Emprise : 3,8 Écrans :

Verbascum thapsus L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; un seul individu sur un affleurement rocheux.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Veronica americana Schwein. Tempéré nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à quelques ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,3 Écrans :

Veronica officinalis L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à quelques ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,3 Écrans :

Veronica serpyllifolia L. (*V. tenella* All.) Circumboréal à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; restreinte à quelques ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,5 Écrans :

Plantaginaceae

Plantago major L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus dans le chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Rubiaceae

Galium asprellum Michx. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle en bordure des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 0,7 Écrans : 7,7

Galium kamtschaticum Steller Boréal béringien.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus en milieu humide. Plutôt rare.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans : Observé

Galium palustre L. Circumtempéré à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; Restreinte à quelques sites humides.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Galium triflorum Michx. Circumboréal à aire disjointe.

Espèce des milieux ouverts ; çà et là, en milieu plus ou moins humide.

• Forêt : 2,3 Emprise : 0,5 Écrans : 0,6

Caprifoliaceae

Diervilla lonicera Mill. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; plus ou moins occasionnelle en sous-bois, cette espèce est très commune dans l'emprise (ligne 7007) et les écrans.

• Forêt : 8,8 Emprise : 22,8 Écrans : 29,2

Linnaea borealis L. Circumboréal.

Espèce forestière ; plutôt sporadique.

• Forêt : 1,9 Emprise : 0,1 Écrans : 0,4

Sambucus racemosa L. (*S. pubens* Michx.) Circumtempéré.

Espèce des milieux ouverts ; jamais fréquente et disséminée.

• Forêt : Emprise : 0,2 Écrans : 0,2

Viburnum alnifolium Marsh. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; rare en dehors du milieu forestier où elle est occasionnelle.

• Forêt : 1,7 Emprise : 0,1 Écrans :

Viburnum cassinoides L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; plutôt rare sauf dans la dépression tourbeuse où elle est commune.

• Forêt : Observé Emprise : Observé Écrans :

Viburnum edule (Michx.) Raf. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle.

• Forêt : 0,2 Emprise : 0,8 Écrans : 1,0

Lobeliaceae

Lobelia inflata L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans les secteurs humides du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Compositae (Asteraceae)

Achillea millefolium L. (*A. borealis* Bong.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; relativement commune dans l'emprise et les écrans.

• Forêt : Emprise : 9,0 Écrans : 6,2

Anaphalis margaritacea (L.) Clarke Tempéré nord-américain et est-asiatique.

Espèce des milieux ouverts ; commune un peu partout dans les sites non forestiers, secs ou mésiques.

• Forêt : Emprise : 19,7 Écrans : 7,7

Antennaria neglecta Greene (incl. *A. canadensis* Greene; *A. neodioica* Greene; *A. petaloidea* Fern.; *A. spathulata* Fern.) Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; abondante, mais localisée à un secteur du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Aster acuminatus Michx. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; assez commune à peu près partout.

• Forêt : 9,8 Emprise : 15,9 Écrans : 20,4

Aster cordifolius L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare et localisée.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans : 0,6

Aster macrophyllus L. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce forestière ; espèce commune ou très commune presque partout.

• Forêt : 10,0 Emprise : 33,5 Écrans : 20,2

Aster puniceus L. Boréal nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; assez commune le long des ruisseaux.

• Forêt : Emprise : 5,6 Écrans : 7,1

Aster umbellatus Mill. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; espèce commune des habitats non forestiers et plus ou moins humides.

• Forêt : Emprise : 17,0 Écrans : 16,9

Bidens cernua L. Circumtempéré.

Espèce des milieux ouverts ; une seule population assez dense dans une mare permanente.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Chrysanthemum leucanthemum L. Introduit d'Eurasie.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle le long du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Cirsium muticum Michx. Tempéré de l'est nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans l'emprise, sous la ligne 7023.

• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :

Erigeron annuus (L.) Pers. Tempéré nord-américain.

Espèce des milieux ouverts ; quelques individus localisés à un secteur du chemin d'entretien.

• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

- Eupatorium purpureum* L. (*E. maculatum* L.) Tempéré nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle dans certains sites humides.
• Forêt : Emprise : Observé Écrans :
- Gnaphalium sylvaticum* L. Circumtempéré à aire disjointe.
Espèce des milieux ouverts ; un seul individu observé dans un écran, en bordure du chemin d'entretien.
• Forêt : Emprise : Écrans : Observé
- Hieracium aurantiacum* L. Introduit d'Europe.
Espèce des milieux ouverts ; espèce introduite assez commune.
• Forêt : Emprise : 15,8 Écrans : 4,2
- Hieracium canadense* Michx. (incl. *H. kalmii* L.; *H. scabriusculum* Schwein.) Boréal nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; quelques individus seulement localisés sur un site bien drainé.
• Forêt : Emprise : Observé Écrans :
- Hieracium pilosella* L. Introduit d'Eurasie.
Espèce des milieux ouverts ; localement abondante, mais localisée à un secteur du chemin d'entretien et, en forêt, à quelques affleurements forestiers.
• Forêt : Observé Emprise : Observé Écrans :
- Hieracium scabrum* Michx. Tempéré de l'est nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; rare et localisé.
• Forêt : Emprise : Observé Écrans :
- Hieracium vulgatum* Fries (*H. maculatum* Smith) Introduit d'Europe.
Espèce des milieux ouverts ; relativement commune et observée dans presque tous les milieux.
• Forêt : 0,5 Emprise : 4,8 Écrans : 2,4
- Lactuca biennis* (Moench) Fern. Tempéré nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle, mais plus fréquente sous la ligne 7023.
• Forêt : 0,5 Emprise : 2,6 Écrans : 2,0
- Prenanthes trifoliolata* (Cass.) Fern. Tempéré de l'est nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; espèce relativement commune et largement répandue.
• Forêt : 3,8 Emprise : 4,0 Écrans : 11,3
- Senecio aureus* L. Boréal de l'est nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; une grande population localisée à un secteur précis de la dépression tourbeuse.
• Forêt : Emprise : Observé Écrans :
- Solidago canadensis* L. (*S. lepida* Fern.) Tempéré nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; occasionnelle, mais plus fréquente sous la ligne 7023.
• Forêt : Emprise : 2,9 Écrans : 3,4
- Solidago graminifolia* (L.) Salisb. Boréal nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; relativement commune.
• Forêt : Emprise : 4,2 Écrans : 2,4
- Solidago macrophylla* Pursh Boréal endémique de l'est nord-américain.
Espèce forestière ; plus ou moins commune en sous-bois, plus rare ailleurs.
• Forêt : 6,9 Emprise : 1,1 Écrans : 0,6
- Solidago rugosa* Ait. Tempéré de l'est nord-américain.
Espèce des milieux ouverts ; espèce commune des milieux non forestiers.
• Forêt : Emprise : 16,0 Écrans : 18,3
- Taraxacum officinale* Weber Introduit d'Europe.
Espèce des milieux ouverts ; plutôt rare et surtout observée près du chemin d'entretien.
• Forêt : Emprise : 0,1 Écrans :
- Tussilago farfara* L. Introduit d'Eurasie.
Espèce des milieux ouverts ; quelques individus localisés près du chemin d'entretien.
• Forêt : Emprise : Observé Écrans :

Liste des espèces d'oiseaux observées dans la zone d'étude entre le 8 et le 25 juin 1996.

Nom français	Nom anglais	Nom scientifique
Gaviidés Huart à collier ¹	Common Loon	<i>Gavia immer</i>
Anatidés Canard noir	American Black Duck	<i>Anas rubripes</i>
Accipitridés Busard Saint-Martin Petite Buse Buse à queue rousse	Northern Harrier Broad-winged Hawk Red-tailed Hawk	<i>Circus cyaneus</i> <i>Buteo platypterus</i> <i>Buteo jamaicensis</i>
Falconidés Crécerelle d'Amérique	American Kestrel	<i>Falco sparverius</i>
Phasianidés Gélinotte huppée	Ruffed Grouse	<i>Bonasa umbellus</i>
Scolopacidés Bécasse d'Amérique	American Woodcock	<i>Scolopax minor</i>
Laridés Goéland argenté	Herring Gull	<i>Larus argentatus</i>
Trochilidés Colibri à gorge rubis	Ruby-throated Hummingbird	<i>Archilochus colubris</i>
Picidés Pic maculé Pic mineur Pic chevelu Pic flamboyant Grand Pic	Yellow-bellied Sapsucker Downy Woodpecker Hairy Woodpecker Northern Flicker Pileated Woodpecker	<i>Sphyrapicus varius</i> <i>Picoides pubescens</i> <i>Picoides villosus</i> <i>Colaptes auratus</i> <i>Dryocopus pileatus</i>
Tyrannidés Moucherolle à ventre jaune Moucherolle des aulnes Moucherolle tchébec	Yellow-bellied Flycatcher Alder Flycatcher Least Flycatcher	<i>Empidonax flaviventris</i> <i>Empidonax alnorum</i> <i>Empidonax minimus</i>
Hirundinidés Hirondelle bicolore	Tree Swallow	<i>Tachycineta bicolor</i>
Corvidés Geai bleu Corneille d'Amérique Grand Corbeau	Blue Jay American Crow Common Raven	<i>Cyanocitta cristata</i> <i>Corvus brachyrhynchos</i> <i>Corvus corax</i>
Paridés Mésange à tête noire	Black-capped Chickadee	<i>Parus atricapillus</i>
Sittidés Sittelle à poitrine rousse	Red-breasted Nuthatch	<i>Sitta canadensis</i>

¹ Observé au vol seulement.

Nom français	Nom anglais	Nom scientifique
Troglodytidés		
Troglodyte des forêts	Winter Wren	<i>Troglodytes troglodytes</i>
Muscicapidés		
Roitelet à couronne dorée	Golden-crowned Kinglet	<i>Regulus satrapa</i>
Roitelet à couronne rubis	Ruby-crowned Kinglet	<i>Regulus calendula</i>
Grive fauve	Veery	<i>Catharus fuscescens</i>
Grive à dos olive	Swainson's Thrush	<i>Catharus ustulatus</i>
Grive solitaire	Hermit Thrush	<i>Catharus guttatus</i>
Merle d'Amérique	American Robin	<i>Turdus migratorius</i>
Bombycillidés		
Jaseur des cèdres	Cedar Waxwing	<i>Bombycilla cedrorum</i>
Viréonidés		
Viréo à tête bleue	Solitary Vireo	<i>Vireo solitarius</i>
Viréo de Philadelphie	Philadelphia Vireo	<i>Vireo philadelphicus</i>
Viréo aux yeux rouges	Red-eyed Vireo	<i>Vireo olivaceus</i>
Emberizidés		
Paruline obscure	Tennessee Warbler	<i>Vermivora peregrina</i>
Paruline à joues grises	Nashville Warbler	<i>Vermivora ruficapilla</i>
Paruline à collier	Northern Parula	<i>Parula americana</i>
Paruline à flancs marron	Chestnut-sided Warbler	<i>Dendroica pensylvanica</i>
Paruline à tête cendrée	Magnolia Warbler	<i>Dendroica magnolia</i>
Paruline bleue à gorge noire	Black-throated Blue Warbler	<i>Dendroica caerulescens</i>
Paruline à croupion jaune	Yellow-rumped Warbler	<i>Dendroica coronata</i>
Paruline verte à gorge noire	Black-throated Green Warbler	<i>Dendroica virens</i>
Paruline à gorge orangée	Blackburnian Warbler	<i>Dendroica fusca</i>
Paruline à poitrine baie	Bay-breasted Warbler	<i>Dendroica castanea</i>
Paruline noir et blanc	Black-and-White Warbler	<i>Mniotilta varia</i>
Paruline flamboyante	American Redstart	<i>Setophaga ruticilla</i>
Paruline couronnée	Ovenbird	<i>Seiurus aurocapillus</i>
Paruline triste	Mourning Warbler	<i>Oporornis philadelphia</i>
Paruline masquée	Common Yellowthroat	<i>Geothlypis trichas</i>
Paruline du Canada	Canada Warbler	<i>Wilsonia canadensis</i>
Tangara écarlate	Scarlet Tanager	<i>Piranga olivacea</i>
Cardinal à poitrine rose	Rose-breasted Grosbeak	<i>Pheucticus ludovicianus</i>
Bruant chanteur	Song Sparrow	<i>Melospiza melodia</i>
Bruant de Lincoln	Lincoln's Sparrow	<i>Melospiza lincolni</i>
Bruant à gorge blanche	White-throated Sparrow	<i>Zonotrichia albicollis</i>
Junco ardoisé	Dark-eyed Junco	<i>Junco hyemalis</i>
Fringillidés		
Roselin pourpré	Purple Finch	<i>Carpodacus purpureus</i>
Bec-croisé à ailes blanches	White-winged Crossbill	<i>Loxia leucoptera</i>
Chardonneret des pins	Pine Siskin	<i>Carduelis pinus</i>
Chardonneret jaune	American Goldfinch	<i>Carduelis tristis</i>
Gros-bec errant	Evening Grosbeak	<i>Coccothraustes vespertinus</i>

AMPHIBIENS ET REPTILES

Nom commun	Nom scientifique	Forêt	Bordure	Emprise	Écran
Crapaud d'Amérique	<i>Bufo americanus</i>	P : 12 ind.	P : 9 ind.	P : 12 ind. O : plusieurs ind.	P : 59 ind.
Grenouille des bois	<i>Rana sylvatica</i>	P : 14 ind.	P : 2 ind.	V : mares A et B P : 12 ind. O : plusieurs ind.	P : 32 ind.
Grenouille du Nord	<i>Rana septentrionalis</i>			O : mare E, (1 ind.)	
Rainette crucifère	<i>Pseudacris crucifer</i>			V : mares A, B et C ; O : chemin au nord de l'écran 3	
Rainette versicolore	<i>Hyla versicolor</i>			V : mare A	
Salamandre rayée	<i>Plethodon cinereus</i>	P : 1 ind.	P : 1 ind.		
Salamandre maculée	<i>Ambystoma maculatum</i>			O : larves dans chemin	
Têtards				O : plusieurs ont été observés dans le chemin (petites mares) et dans les mares A, B, C, D et E	
Couleuvre rayée	<i>Thamnophis sirtalis</i>			P : 1 ind. O : quelques ind.	
Couleuvre à ventre rouge	<i>Storeria occipitomaculata</i>			O : quelques individus	

V : vocalisation ; P : piégeage ; O : individu(s) observé(s) lors des visites hebdomadaires ; ind. : individus.

MAMMIFÈRES

Nom commun	Nom scientifique	Forêt	Bordure	Emprise	Écran
Campagnol des champs	<i>Microtus pennsylvanicus</i>			P : 8 ind.	
Campagnol-lemming de Cooper	<i>Synaptomys cooperi</i>			P : 2 ind.	
Campagnol à dos roux de Gapper	<i>Clethrionomys gapperi</i>	P : 3 ind.	P : 2 ind.	P : 1 ind.	P : 4 ind.
Souris sauteuse des bois	<i>Napaeozapus insignis</i>			P : 6 ind.	P : 1 ind.
Souris sauteuse des champs	<i>Zapus hudsonius</i>		P : 2 ind.		
Souris sylvestre	<i>Peromyscus maniculatus</i>	P : 1 ind.	P : 1 ind.	P : 1 ind.	P : 1 ind.
Grande musaraigne	<i>Blarina brevicauda</i>		P : 1 ind.		P : 2 ind.
Musaraigne cendrée	<i>Sorex cinereus</i>	P : 30 ind.	P : 50 ind.	P : 68 ind.	P : 34 ind.
Musaraigne fuligineuse	<i>Sorex fumeus</i>	P : 3 ind.	P : 7 ind.	P : 4 ind.	P : 9 ind.
Lièvre d'Amérique	<i>Lepus americanus</i>	O : crottin			
Moufette rayée	<i>Mephitis mephitis</i>				O : pistes, écran 3
Raton laveur	<i>Procyon lotor</i>			O : pistes, près écran 3	
Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>		O : 1 ind.	O : 1 ind., crottin	
Cerf de Virginie	<i>Odocoileus virginianus</i>			O : pistes dans chemin ; 1 individu vu 2 fois, près écran 2 et près parcelle 8	
Orignal	<i>Alces alces</i>			V : brouts, transect 6 ; O : pistes adulte et faon dans chemin	
Ours noir	<i>Ursus americanus</i>	O : crottin ; dommages à des stations de piégeage (transect 10)		O : pistes et crottin près de l'écran 3	O : pistes et crottin, écran 3

V : inventaire à vue ; P : piégeage ; O : observation lors des visites hebdomadaires ou autres ; ind. : individus

Note : l'emprise est utilisée pour la chasse, la cueillette de petits fruits (dont les bleuets), la pratique du vélo de montagne et de véhicule tout terrain, ainsi que pour les promenades à cheval.

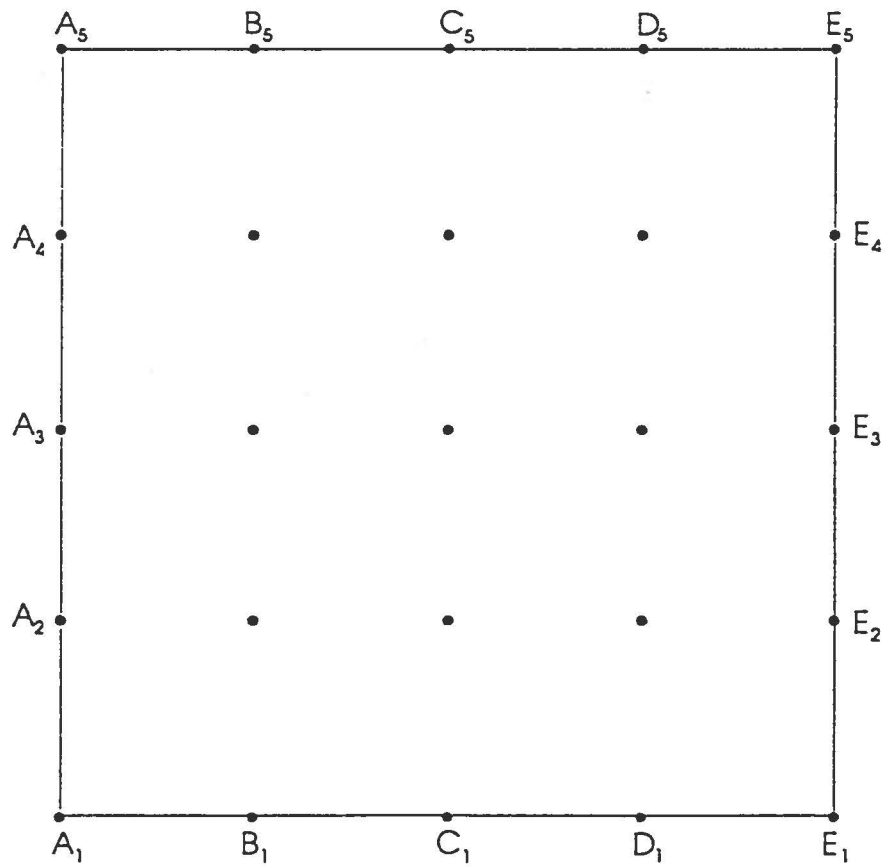
ANNEXE 3

Fiches de terrain pour l'étude de l'avifaune

ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ DANS LES EMPRISES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE - FAUNE

AVIAIRE : Cartographie des territoires d'oiseaux - forêt mixte

N° parcelle-échantillon:	Strate:	N° de visite:	Page:
Date:	Heure début :	Observateur:	



ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ DANS LES EMPRISES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE - FAUNE

AVIAIRE: Relevé des DRL et des IPA

N° parcelle-échantillon:	Strate:	N° de visite:	Page:
Date:	Heure début :	Observateur:	
Vent:	Temp:	Nébulosité: %	Précipitation (durée): min

	Contact	Espèces	Dénombrement					Compilation	
			Int (DRL)	Ext (IPA)					
1			:	:	:	:	:		
2			:	:	:	:	:		
3			:	:	:	:	:		
4			:	:	:	:	:		
5			:	:	:	:	:		
6			:	:	:	:	:		
7			:	:	:	:	:		
8			:	:	:	:	:		
9			:	:	:	:	:		
10			:	:	:	:	:		
11			:	:	:	:	:		
12			:	:	:	:	:		
13			:	:	:	:	:		
14			:	:	:	:	:		
15			:	:	:	:	:		
16			:	:	:	:	:		
17			:	:	:	:	:		
18			:	:	:	:	:		
19			:	:	:	:	:		
20			:	:	:	:	:		
21			:	:	:	:	:		
22			:	:	:	:	:		
23			:	:	:	:	:		
24			:	:	:	:	:		
25			:	:	:	:	:		

Indices de nidification

Espèces	Indice	Remarque

ÉTUDE DE LA BIODIVERSITÉ DANS LES EMPRISES DE TRANSPORT D'ÉNERGIE - FAUNE
AVIAIRE:

Description de l'environnement des parcelles-échantillons

N° parcelle-échantillon:	Strate:	Page:
Date:	Observateur:	

A. Importance relative des espèces arborescentes

Espèces arborescentes	Surface terrière			
	Unité A	Unité B	Unité C	Unité D
Chicots				
Nombre de trouées (> 5 m de diamètre sans arbres > 5 m)				
Nombre de troncs renversés (DHP > 10 cm)				

B. Stratification verticale (par classes de 10 %)

Strates	Unité A	Unité B	Unité C	Unité D
Muscinale				
Herbacée basse (< 0,3 m)				
Herbacée haute (> 0,3 m)				
Arbustive basse (< 2 m)				
Arbustive haute (2-5 m)				
Arborescente basse (5-10 m)				
Arborescente moyenne (10-20 m)				
Arborescente haute (> 20 m)				

C. Topographie

	Unité A	Unité B	Unité C	Unité D
Pente*				

* en %.

D. Drainage

	Unité A	Unité B	Unité C	Unité D
Indice de drainage**				

** 1: marécageux, 2: humide, 3: bien drainé et 4: sec.

E. Infestations d'insectes

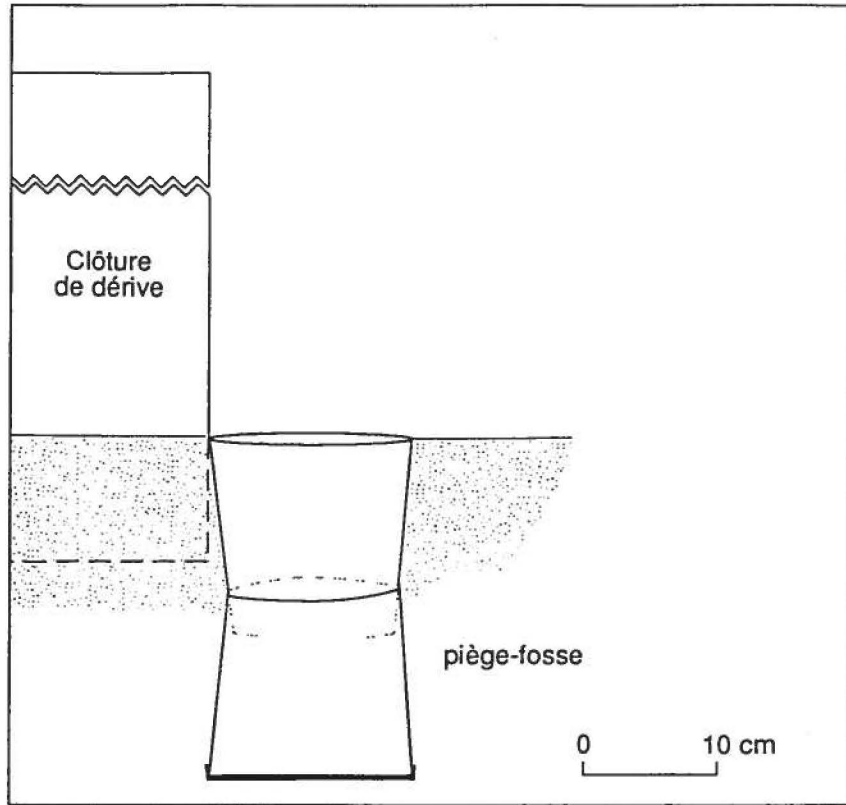
	Unité A	Unité B	Unité C	Unité D
Indice d'infestation***				

*** 0: nul ou très faible, 1: faible, 2: moyen et 3: élevé.

ANNEXE 4

Pièges utilisés pour l'étude des amphibiens, reptiles et petits mammifères

A



B

