

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

**DÉTERMINATION DE LA PRÉSENCE D'UN CYCLE DE POPULATION DU  
LIÈVRE D'AMÉRIQUE (*LEPUS AMERICANUS*) AU QUÉBEC ET DES  
MÉTHODES DE SUIVI APPLICABLES À CETTE ESPÈCE.**

RAPPORT DE RECHERCHE

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À RIMOUSKI

Comme exigence partielle

Du programme de

Maîtrise en gestion de la faune et de ses habitats (profil professionnel)

:

PAR

GUILLAUME GODBOUT

Décembre, 1998

## RÉSUMÉ

### **Détermination de la présence d'un cycle de population du lièvre d'Amérique (*Lepus americanus*) au Québec et des méthodes de suivi applicables à cette espèce.**

Tous les dix ans environ, les populations de lièvres d'Amérique (*Lepus americanus*) de la forêt boréale canadienne sont réputées passer au travers un cycle d'abondance. La majorité des études réalisées à ce jour se sont penchées sur le caractère cyclique du lièvre à très grande échelle (provinciale et continentale) ou à des échelles très localisées (Kluane Lake ou Rochester en Alberta, par exemple). Très peu d'études touchent la réalité québécoise. Au Québec, la gestion des animaux à fourrure et du petit gibier se fait à une échelle locale ou régionale. Pour pouvoir atteindre un objectif de saine gestion des populations, tant du lièvre que du lynx du Canada (*Lynx canadensis*), un prédateur obligatoire du lièvre, il paraissait nécessaire de déterminer si le cycle du lièvre d'Amérique était présent dans les diverses régions administratives du Québec et si oui, avec quelle amplitude. Nous avons procédé à l'analyse de données de récolte, de succès, de rendement provenant de 13 réserves fauniques, de plus de 49 zones d'exploitation contrôlée et de quelques pourvoiries à droits exclusifs. Nous avons également analysé les données d'indices d'abondance provenant des carnets du trappeur. Ces données tendent à démontrer l'existence d'un cycle de population dans quatre des treize régions administratives examinées. Ces régions sont principalement situées dans la partie centre est du Québec sur la rive nord du Saint-Laurent. L'amplitude du cycle est plus marquée vers le nord. Cet

exercice nous a également permis de critiquer le système de suivi actuellement en place. Une évaluation de méthodes alternatives au suivi de l'exploitation du lièvre a été réalisée. En raison des biais relevés dans le système de suivi actuel, l'utilisation du dénombrement de crottins est recommandée comme méthode complémentaire. Cette méthode est simple à mettre en place, elle est bien adaptée à un suivi de longue durée et elle est peu coûteuse.

## REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier :

- René Lafond du ministère de l'Environnement et de la Faune (MEF) pour m'avoir donné l'occasion de travailler sur ce projet,
- Jean Ferron pour sa direction et son aide précieuse,
- Les gestionnaires régionaux du MEF, pour avoir pris le temps de fouiller les fonds de tiroir pour retrouver toutes les données disponibles sur le lièvre,
- Alain Caron pour ses réponses à mes questions sur les statistiques,
- Ainsi que Julie Deschênes, Jérôme Théau, Marianne Cusson, Mathieu Côté, Jean-Pierre Ouellet, Pierre Etcheverry, Marie Taquet, Marion Vaché, Claude Lassus et Richard Couture pour leurs questions et leurs commentaires.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>RÉSUMÉ .....</b>	<b>i</b>
<b>REMERCIEMENTS .....</b>	<b>iii</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>iv</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>viii</b>
<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 REVUE DE LITTÉRATURE .....	3
1.1.1 <i>Distribution du lièvre</i> .....	3
1.1.2 <i>Description du cycle des populations de lièvre d'Amérique</i> .....	4
1.2 INTÉRÊT DE L'ÉTUDE.....	11
<b>2 MÉTHODOLOGIE.....</b>	<b>15</b>
2.1 ÉVALUATION DU CYCLE DES POPULATIONS DE LIÈVRES AU QUÉBEC.....	15
2.2 ÉVALUATION ET PROPOSITION D'UN SYSTÈME DE SUIVI .....	16
<b>3 ANALYSE DES DONNÉES ACTUELLES SUR LE LIÈVRE AU QUÉBEC.....</b>	<b>18</b>
3.1 RÉSULTATS .....	18
3.1.1 <i>Régions avec cycle</i> .....	20
3.1.2 <i>Régions sans cycle</i> .....	33
3.1.3 <i>Régions non concluantes</i> .....	44
3.1.4 <i>Aperçu provincial</i> .....	56
3.2 DISCUSSION.....	58
3.2.1 <i>À l'échelle provinciale</i> .....	59
3.2.2 <i>Évaluation régionale des cycles</i> .....	60
3.2.3 <i>Distribution géographique et gradients</i> .....	63
3.2.4 <i>Données qualitatives</i> .....	67
3.2.5 <i>Critique du suivi en place</i> .....	69
<b>4 PROPOSITION DE MISE EN PLACE DE NORMES DE SUIVI DES POPULATIONS DE LIÈVRES AU QUÉBEC.....</b>	<b>73</b>

4.1	ÉVALUATION DES MÉTHODES DE SUIVI.....	73
4.1.1	<i>Capture-Marquage-Recapture (CMR)</i> .....	73
4.1.2	<i>Dénombrement de crottins</i> .....	76
4.1.3	<i>Pistage</i> .....	80
4.2	DISCUSSION.....	82
4.2.1	<i>Choix de la méthode</i> .....	82
4.2.2	<i>Choix d'un plan d'échantillonnage pour le dénombrement de crottins</i> .....	85
4.2.3	<i>Description normative de la méthode du dénombrement de crottins</i> .....	87
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>90</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>93</b>
	<b>APPENDICE A : BUDGÉTISATION DES MÉTHODES DE CMR, DÉNOMBREMENT DE CROTTINS ET PISTAGE HIVERNAL SELON CERTAINS SCÉNARIOS</b> .....	<b>98</b>
	<b>APPENDICE B : CODIFICATION DES RÉGIONS ADMINISTRATIVES</b> .....	<b>109</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Région 02 - Saguenay-Lac-St-Jean .....	20
Tableau 2 - Région 04 - Mauricie-Bois-Francs .....	21
Tableau 3 - Région 09 - Côte-Nord .....	22
Tableau 4 – Région 12 – Chaudière-Appalaches.....	23
Tableau 5 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès pour les régions cycliques.....	28
Tableau 6 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte ou du taux de succès pour les régions cycliques.....	32
Tableau 7 – Région 01 – Bas-St-Laurent .....	34
Tableau 8 – Région 07 – Outaouais .....	34
Tableau 9 - Région 11 - Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine.....	35
Tableau 10 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès pour les régions non cycliques. ....	40
Tableau 11 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte ou du succès pour les régions non cycliques. ....	42
Tableau 12 – Région 03 – Québec .....	44
Tableau 13 – Région 14 – Lanaudière .....	45
Tableau 14 - Région 15 - Laurentides.....	46
Tableau 15 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès pour les régions non concluantes. ....	51
Tableau 16 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte ou du succès pour les régions non concluantes. ....	51
Tableau 17 - Résumé du rapport coûts-bénéfices des trois méthodes retenues.....	84
Tableau 18 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la première année de capture-marquage-recapture .....	99

Tableau 19 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la deuxième année et les années subséquentes de capture-marquage-recapture .....	100
Tableau 20 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la première année de dénombrement de crottins.....	101
Tableau 21 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la deuxième année et les années subséquentes de dénombrement de crottins .....	102
Tableau 22 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la première année de pistage hivernal .....	103
Tableau 23 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la deuxième année et les années subséquentes de pistage hivernal .....	104
Tableau 24 – Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l’aide des trois méthodes retenues selon trois plans d’échantillonnage avec un nombre de parcelles fixe.....	105
Tableau 25 – Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l’aide des trois méthodes retenues selon un plan d’échantillonnage stratifié en fonction de la superficie des régions administratives.....	106
Tableau 26 – Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l’aide des trois méthodes retenues selon un plan d’échantillonnage qui utilise tous les territoires structurés.....	107
Tableau 27 - Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l'aide des trois méthodes retenues. ....	108

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Carte géographique des régions administratives du Québec.....	14
Figure 2 – Variations temporelles de la récolte des quatre régions où un cycle est présent.	24
Figure 3 – Variations temporelles du succès des quatre régions où un cycle est présent. ...	25
Figure 4 – Variations temporelles du rendement des quatre régions où un cycle est présent. .....	26
Figure 5 – Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des quatre régions où un cycle est présent. ....	27
Figure 6 – Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des quatre régions où un cycle est présent. ....	30
Figure 7 – Variations temporelles de la récolte des régions où aucun cycle n'est présent. .	36
Figure 8 – Variations temporelles du succès des régions où aucun cycle n'est présent. ....	37
Figure 9 – Variations temporelles du rendement des régions ne présentant aucun cycle. ...	39
Figure 10 – Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des régions où aucun cycle n'est présent. ....	40
Figure 11 – Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des régions où aucun cycle n'est présent. ....	42
Figure 12 - Variations temporelles de la récolte des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes. ....	47
Figure 13 - Variations temporelles du succès des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes. ....	48
Figure 14 - Variations temporelles du rendement des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes. ....	49
Figure 15 - Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes. ....	50
Figure 16 - Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes. ....	52

Figure 17 - Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des régions où peu ou pas de données de récolte sont disponibles.....	54
Figure 18 - Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des régions où peu ou pas de données de récolte sont disponibles.....	55
Figure 19 - Variation temporelle de la récolte totale pour toute la province de Québec. ....	57
Figure 20 - Variation temporelle du succès total pour toute la province de Québec.....	58

## 1 INTRODUCTION

D'une durée de dix ans, le cycle de population du lynx du Canada (*Lynx canadensis*) est un cycle connu et très étudié. Dans une optique de gestion de cet animal à fourrure prioritaire au Québec (MEF 1996), il est essentiel de bien pouvoir évaluer les niveaux de population pour ne pas surexploiter la ressource. La méthode de suivi la plus utilisée demeure le suivi des captures. Or en périodes creuses, le gestionnaire peut devoir fermer le piégeage du lynx pour permettre à la population de récupérer (MEF 1995). Ceci lui retire donc sa source principale d'information sur l'état de la population. Dans ce cas, comment peut-il décider quand rouvrir le piégeage ?

C'est à ce moment que le cycle du lièvre devient utile. Puisque le lynx dépend énormément du lièvre comme source alimentaire, sa démographie suit généralement le cycle du second avec un décalage de un ou deux ans. En connaissant le cycle de l'un, il est donc possible de connaître les tendances de l'autre.

Cependant, le cycle du lièvre n'est pas le même partout. Malgré le fait qu'il soit largement synchronisé sur le territoire nord-américain, il existe des zones où le cycle est totalement absent, au sud des Grands Lacs, par exemple. D'autres zones présentent des cycles de population mais à des fréquences et des amplitudes variables, comme c'est le cas dans les Maritimes (Smith 1983).

Trois questions se posent alors : le cycle du lièvre est-il présent sur tout le territoire québécois ? Si tel est le cas, les diverses régions du Québec ont-elles des cycles synchronisés ou non ? Les cycles du lièvre ont-ils la même amplitude selon les régions ?

Enfin, dans la mesure où le cycle du lièvre devient un outil de prédiction des tendances du cycle du lynx, il faut identifier des méthodes pour suivre l'évolution des populations.

La présente étude a donc trois objectifs principaux :

1. Déterminer la présence et, le cas échéant, l'amplitude, la fréquence et la synchronisation des cycles des populations de lièvres en fonction des régions administratives du Québec.
2. Décrire et critiquer les méthodes de suivi du lièvre disponibles dans une optique de gestion du colletage et de la chasse au lièvre et du suivi des populations de lynx.
3. Proposer aux gestionnaires une méthode standardisée de suivi des populations de lièvre et en évaluer les coûts.

## 1.1 REVUE DE LITTÉRATURE

### 1.1.1 Distribution du lièvre

#### 1.1.1.1 L'Amérique du Nord

Le *Lepus americanus*, mieux connu sous le nom de lièvre d'Amérique, est un mammifère très répandu. C'est un animal qui couvre presque tout le territoire canadien. Seul l'extrême Nord ne fait pas partie de son aire de répartition. Plus au sud, il est présent sur tout le territoire des Grand Lacs et du nord-est américain, tandis qu'on le retrouve jusque dans l'Utah, le Nouveau Mexique, le Nevada et la Californie sur la côte Ouest (Bittner et Rongstad, 1982).

Au Canada, la distribution du lièvre d'Amérique correspond donc en gros à celle de la forêt boréale. On le retrouve abondamment dans les forêts de conifères, les sapinières et les pessières des Rocheuses et du Bouclier Canadien. Par contre, dans les Prairies, le lièvre préfère les forêts de peupliers (Keith 1990).

#### 1.1.1.2 Le Québec

Au Québec, le lièvre d'Amérique est présent sur tout le territoire boisé (Ferron *et al.* 1996), dans toutes les régions du Québec et même près des grands centres urbains ainsi que dans les zones plus nordiques (Alain 1986). Sa présence jusqu'à la limite nord des arbres en fait l'espèce de mammifère la plus répandue au Québec (Ferron *et al.* 1996 ; Alain 1986).

## 1.1.2 Description du cycle des populations de lièvre d'Amérique

### 1.1.2.1 Historique

L'existence de fluctuations périodiques des populations de lynx et de lièvres était déjà soupçonnée au XIX<sup>e</sup> siècle par les trappeurs et les autochtones. C'est d'ailleurs en se basant sur les archives de la Compagnie de la Baie d'Hudson que plusieurs études ont mis à jour la variation temporelle des niveaux de populations de lièvre et de lynx. En triant les données de ventes de fourrure de 1822 à 1927, Elton et Nicholson (1942) conclurent à un cycle des populations de lynx d'une période de dix ans partout dans la forêt boréale du Labrador au Yukon. De plus, en se basant sur des données anecdotiques et le résultat de l'analyse des données de la compagnie par d'autres chercheurs (MacLulich 1937 ; Green, Larson et Bell 1939 ; Chitty et Chitty 1942), Elton et Nicholson (1942) conclurent que les fluctuations des populations de lynx étaient causées par les fluctuations des populations de lièvres.

L'analyse des données d'archives est demeurée la principale source d'information quant aux cycles du lièvre et du lynx. Ce n'est qu'avec des études à long terme à Rochester en Alberta (1961-1974) que la démographie du lièvre a pu être vérifiée à l'aide de méthodes scientifiques. Ces études ont permis les premières conceptualisations du cycle quant à sa source et à ses causes (Keith et Windberg 1978 ; Keith *et al.* 1984).

Les hypothèses proposées par Keith ne font cependant pas l'unanimité. Pendant les années 1970, Krebs réalise lui aussi une étude à long terme, cette fois-ci au Yukon, mais il n'arrive pas aux mêmes conclusions (Krebs *et al.* 1984).

La polémique qui découle de ces deux séries de suivis, perdure et fait couler beaucoup d'encre pendant les années 1970 et 1980. Pour tenter de résoudre et de clarifier la situation, quelques révisions de littérature sont entamées au cours des années 1990. Keith (1990) lance le débat avec une révision des données du Yukon, de l'Alberta et de l'Ouest américain. Son étude est suivie par celle de Royama (1992) qui reprend l'analyse des résultats de Krebs et de Keith publiés pendant les années 1980.

Pendant ce temps, les suivis à long terme se poursuivent au Yukon. En 1995, Krebs *et al.* en publient les résultats.

Le cycle du lièvre est donc une dynamique de population très étudiée. Pourtant, Alain (1986), soulève le point que la majorité des études sont réalisées ailleurs qu'au Québec. Bien que les données de la compagnie de la Baie d'Hudson rapportent un cycle pancanadien, Alain (1986) note également que l'amplitude du cycle tend à diminuer d'ouest en est. Il accepte tout de même les hypothèses de Keith (1984) quant aux causes et aux phénomènes régulateurs.

#### 1.1.2.2 Les sources et les causes

Mais quelles sont les hypothèses sur les sources et les causes des cycles ? Il est possible d'en identifier deux groupes principaux : l'hypothèse de la relation végétation-lièvre, attribuée à Keith, et l'hypothèse de la relation prédateur-lièvre, attribuée à Krebs.

Par contre, d'autres hypothèses avaient été soumises par divers auteurs avant les études à long terme des années 1960, 1970 et 1980 de Keith et de Krebs. Entre autres,

l'influence des tâches solaires fut considérée car elles avaient également une périodicité de 10 à 11 ans. Cependant, les deux cycles étaient complètement déphasés au milieu du siècle (Moran 1949). Très peu d'attention est aujourd'hui portée à cette hypothèse.

Ce n'est qu'avec les études à long terme, que les hypothèses ont commencé à être basées sur autre chose que la corrélation entre le cycle de la population et un cycle environnemental (Fox 1978). Ce sont les études de Keith, en Alberta, dans le bassin de l'Athabasca qui ont tout d'abord tenté d'identifier la source du cycle.

Selon Keith (1963), l'utilisation des statistiques de fourrures comportait trop de biais pour servir d'élément d'analyse fiable dans l'établissement du cycle du lièvre et/ou du lynx. Il a donc entamé une recherche de longue durée. C'est à la suite de cette étude qu'il propose que la relation végétation-lièvre soit la source des variations cycliques (Keith et Windberg 1978).

Au cours de cet examen de treize ans, qui montre deux périodes de déclin et une période de croissance, Keith et Windberg (1978) mesurent la survie des jeunes et des adultes, la perte de poids, le taux de croissance, la reproduction et la capacité de production des populations. En établissant une relation entre ces observations et la végétation disponible en hiver, les auteurs en viennent à la conclusion que le cycle est généré par une interaction entre la végétation et le lièvre. Selon eux, en période de haut de cycle, les populations de lièvres surpassent la capacité de support de l'habitat. N'ayant plus assez de nourriture pour subvenir à leurs besoins énergétiques, les lièvres adultes deviennent alors plus susceptibles à la prédation. Ils maintiennent donc que la prédation ne fait qu'accélérer

le processus de déclin sans en être la source première (Keith et Windberg 1978 ; Keith 1981 ; Keith *et al.* 1984). Ils identifient également que le manque de nourriture affecte la fertilité des femelles en diminuant le succès de reproduction et la survie des jeunes (Keith et Windberg 1978 ; Keith 1990). Cette hypothèse propose une action à deux niveaux :

1. *Un manque de nourriture hivernale* qui réduit la reproduction et diminue la population par inanition. Ceci amorce le déclin de la population.
2. *La prédation* maintient le déclin et pousse la population de lièvres vers son point le plus bas.

Si l'hypothèse de Keith est exacte, c'est un manque de nourriture qui enclenche le cycle. Partant de cette hypothèse, Krebs *et al.* (1992) proposent que l'ajout de nourriture devrait ralentir ou même stopper le cycle. Lors d'un suivi de 1977 à 1984 au Yukon, Krebs et son équipe ont fourni à une population de lièvres un supplément alimentaire (en engraisant le milieu et en ajoutant de la moulée). Ceci n'a pas empêché, ni même retardé le cycle (Krebs *et al.* 1992 ; O'Donoghue et Krebs 1992).

Ils reprennent donc l'hypothèse, tout d'abord proposée par Wolff (1981), que la prédation régularise les populations de lièvres. Selon ce modèle à facteur unique, c'est le retard dans la réponse numérique et fonctionnelle des prédateurs obligatoires et facultatifs qui génère le cycle. Lorsque les populations de proies sont à leur pic, les populations de prédateurs continuent de croître et poussent les lièvres au déclin par une surconsommation des proies. Lorsque les populations de lièvres sont trop faibles, les prédateurs sont moins

efficaces et/ou meurent de faim, ceci permet la reprise de la croissance de la population de lièvres (Krebs *et al.* 1992).

C'est pour tester cette hypothèse que Krebs a poursuivi, entre 1984 et 1992, l'étude du Yukon en tentant de contrôler les prédateurs et la nourriture (ajout d'engrais, ajout de moulée, etc.). Ces contrôles ont permis la croissance de la population de lièvres dans la zone d'étude. La population a doublé lorsque seul les prédateurs étaient contrôlés, elle a triplé lorsque la nourriture seulement était contrôlée et la population a crû à un niveau 11 fois supérieur à son niveau initial lorsque la nourriture et les prédateurs étaient contrôlés. Dans les trois cas, l'arrivée du cycle a été retardée mais pas éliminée (Krebs *et al.* 1995). Ils en viennent donc à la conclusion que la nourriture et la prédation ont un effet additif sur la population. Ceci suggère donc que l'interaction de trois niveaux trophiques (végétation, compétition et prédation) génère le cycle, idée reprise par Stenseth (1995).

Pourtant, dans sa revue de la littérature, Keith (1963) avait rejeté cette hypothèse. Il attribuait l'efficacité de la prédation à un déclin de l'état général de la population de lièvres causé par un manque de nourriture et peut-être aussi l'incidence d'épidémies. Ceci donnait un rôle de premier ordre à la végétation dans le déclenchement du cycle. Chose certaine, c'est que la prédation joue un grand rôle dans ce cycle (Keith 1990 ; Royama 1992).

Certains autres facteurs ont tout de même été soulevés au fil des ans. Fox (1978) avait identifié l'importance des feux sur la population de lièvre proposant que les cycles de feux puissent influencer sa fréquence. La fragmentation de l'habitat a également été

identifiée comme un facteur d'influence sur la prédation et la dispersion des lièvres (Keith, Bloomer et Willebrand 1993).

### 1.1.2.3 Synchronisation du cycle

Dès 1942, Elton et Nicholson avaient remarqué que l'apparition des pics de population et les diminutions subséquentes n'étaient pas parfaitement synchronisées sur l'ensemble du territoire canadien. Ils avaient remarqué que les pics du cycle étaient de plus en plus décalés au fur et à mesure que l'on s'éloignait du bassin de l'Athabasca dans le nord de l'Alberta. L'écart temporel atteignait un point maximal aux abords des Maritimes.

Ces deux chercheurs avaient identifié le gradient longitudinal qui régit le cycle du lièvre d'Amérique. Il est constitué d'une bande qui traverse le centre du Canada (Smith 1983 ; Keith 1990). Le cycle commence généralement dans le bassin de l'Athabasca et s'étend rapidement et simultanément vers l'est et l'ouest. Cependant, l'amplitude du cycle diminue en fonction de la distance, c'est-à-dire qu'elle est moins grande au Québec qu'en Alberta (Smith 1983 ; Keith 1990).

L'absence de cycle dans les régions plus méridionales (Wolff 1981 ; Khoeler 1990) a amené l'idée de l'existence d'un deuxième gradient en fonction de la latitude (Khoeler 1990 ; Keith 1990). Plus le degré de latitude diminue, plus l'amplitude et la régularité du cycle diminuent. Deux causes principales ont été proposées :

1. *La compétition interspécifique* avec d'autres lagomorphes et la présence de *prédateurs facultatifs* (Wolff 1981),

2. *La fragmentation de l'habitat* qui est plus élevée dans le sud (Wolff 1981 ; Keith 1990).

L'observation de gradients dans les cycles de populations reliés à la latitude n'est pas exclusive au lièvre d'Amérique. De tels gradients ont été observés pour plusieurs petits mammifères de la Scandinavie (Hansson et Hettonen 1985 ; Linden 1988). Des facteurs environnementaux tels que l'épaisseur de neige (Hansson et Hettonen 1985) ou la diversité des habitats (Linden 1988) en serait la cause.

#### 1.1.2.4 La situation québécoise

Les revues de littérature (Alain 1986 ; Keith 1990 ; Royama 1992) révèlent que peu d'études à long terme sur le cycle du lièvre se sont penchées sur la situation québécoise. Les faits relevés par Elton et Nicholson (1942) sont typiques de nos connaissances pour le Québec : ils ne font état que des tendances générales à l'échelle de la province.

Ceci ne convient pas du tout à la structure régionalisée du système de gestion de la faune québécoise. Le gestionnaire de la faune doit avoir à sa disposition des outils plus fins que les tendances à l'échelle de la province.

Les gradients relevés par les divers auteurs mentionnés ci-dessus nous permettent d'avoir des doutes quant à l'homogénéité du cycle tant au niveau de son amplitude que de son existence entre les diverses régions du Québec. Tel qu'énoncé, il existe deux gradients : un d'orientation sud-nord et l'autre d'orientation est-ouest. Combinée à ces

gradients, l'absence de cycle dans les Maritimes et au sud relevée par Keith (1990) nous permet de formuler les hypothèses suivantes :

1. Les régions de l'ouest québécois auront des cycles plus tôt et de plus forte amplitude que les régions de l'est québécois.
2. Les régions au nord du Saint-Laurent auront également des cycles de plus forte amplitude que les régions au sud du Saint-Laurent.

Si ces hypothèses se confirment, la Côte-Nord, par exemple, devrait avoir des cycles plus prononcés que les régions du Bas-Saint-Laurent et de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (nord-sud). Par contre, le cycle de la Côte-Nord devrait être plus faible que celui de la Mauricie (est-ouest). La disposition géographique des régions administrative est présentée à la figure 1. Pour avoir le nom exact de chacune d'elle, veuillez vous référer à l'Appendice B.

## **1.2 INTÉRÊT DE L'ÉTUDE**

Les variations décennales du lièvre ont un impact sur d'autres espèces, les prédateurs en particulier.

Depuis Elton et Nicholson (1942), le lien entre le lynx et le lièvre est bien connu. Plus récemment, Brand et Keith (1979) ont démontré que le lièvre représentait entre 65% et 97% de la biomasse consommée par le lynx selon les périodes de rareté et les périodes d'abondance.

Par l'importance qu'il occupe dans le régime alimentaire de ce «prédateur obligatoire » (O'Donoghue *et al.* 1997), le lièvre affecte toute la biologie du lynx. Le cycle du lièvre affecte le recrutement, le comportement, la survie et l'état physique des lynx (Nellis *et al.* 1972 ; Brand et Keith 1979 ; Ward et Krebs 1985 ; MEF 1995 ; O'Donoghue *et al.* 1997). Ces facteurs, particulièrement le recrutement et la survie, se combinent pour induire un cycle parallèle à celui du lièvre. Les lynx auraient donc une réponse numérique associée au déclin des populations de lièvres puisque leur densité varie en fonction de l'abondance de leur proie (Pool 1994 ; Mowat *et al.* 1996 ; O'Donoghue *et al.* 1997).

Puisque ce cycle est retardé d'un à deux ans par rapport au cycle du lièvre (Elton et Nicholson 1942 ; Brand et Keith 1979 ; MEF 1995 ; O'Donoghue *et al.* 1997), ce dernier peut servir dans la prédiction des tendances des populations de lynx en l'absence de données de récolte.

L'importance de la relation entre le lynx et le lièvre est tellement grande que l'on oublie souvent que ce lagomorphe est une proie pour d'autres animaux. Le coyote, un «prédateur facultatif » du lièvre, est lui aussi affecté par les variations cycliques de son abondance. Todd et Keith (1983) ont observé un déclin des populations de coyotes pendant le déclin du lièvre en Alberta. Cette réponse numérique est caractérisée par une baisse de la fertilité, de la survie et d'une variation du rapport des sexes en faveur des mâles. Également, le coyote se tourne pendant les périodes maigres de plus en plus vers des proies alternatives comme les souris, les campagnols ou vers les carcasses. Ce prédateur présente

donc aussi une réponse fonctionnelle aux changements dans les populations de lièvres (Todd et Keith 1983 ; O'Donoghue *et al.* 1997).

De plus, Boutin *et al.* (1995) ont trouvé une corrélation entre le cycle du lièvre et ceux de plusieurs autres vertébrés dont : les écureuils, les perdrix, la chouette tachetée et le corbeau. Fait à noter, les buses, qui sont des prédateurs du lièvre, ne montrent pas de cycles marqués corrélés à celui du lièvre. En outre, d'autres espèces ne présentent pas de corrélation : le campagnol à dos roux, le carcajou et plusieurs espèces d'oiseaux. Malgré la présence ou non de cycle induit chez d'autres espèces, le lièvre n'en constitue pas moins une proie privilégiée pour d'innombrables prédateurs : martre, pékan, renard, rapaces, etc.

Donc, une meilleure compréhension de la dynamique du lièvre d'Amérique devrait nous aider à discerner la dynamique de certaines autres populations de prédateurs et de leurs proies. Également, le fait de comprendre la démographie cyclique du lièvre devrait nous permettre de mieux gérer les espèces fauniques qui sont touchées par celle-ci.

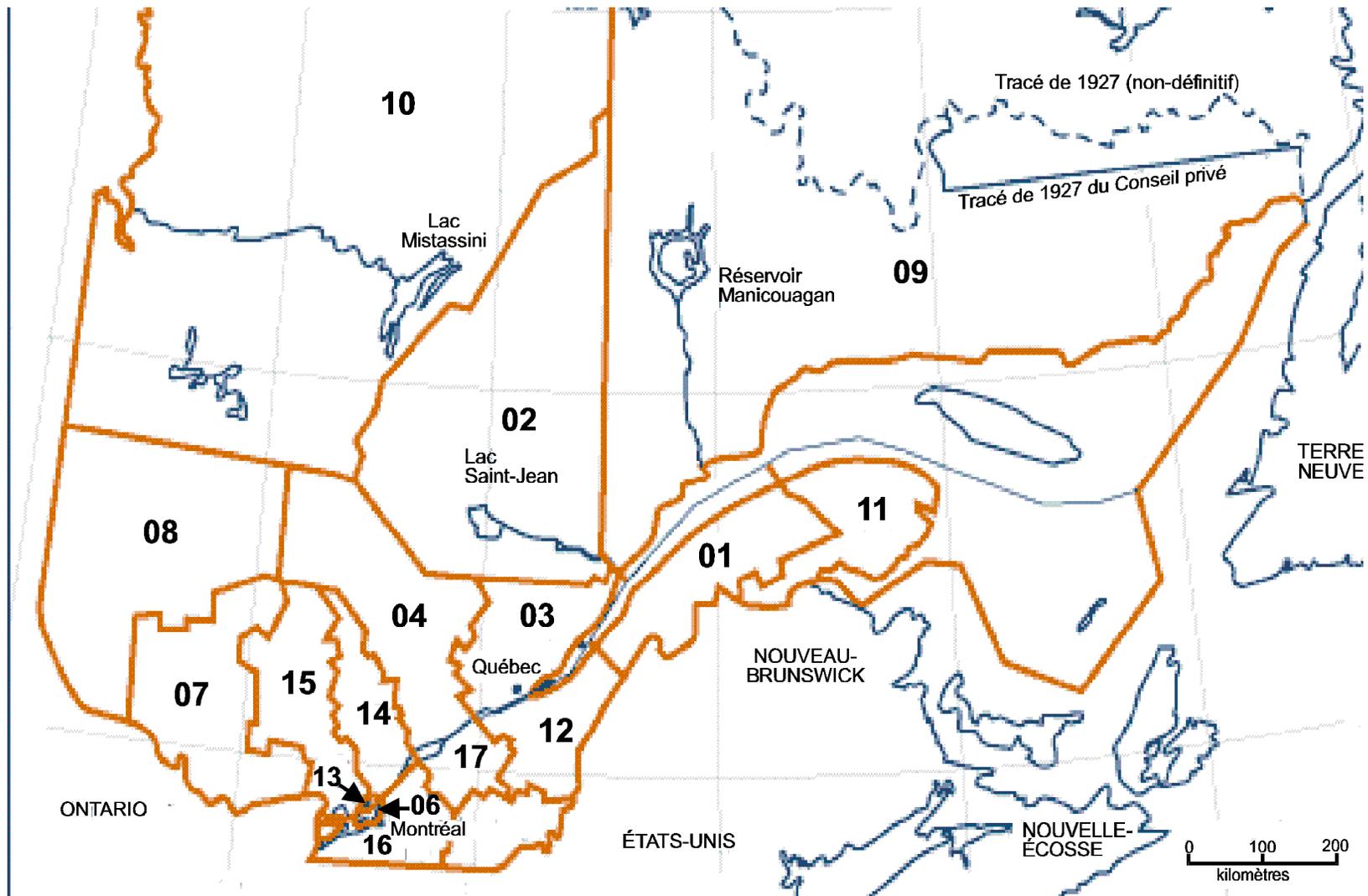


Figure 1 - Carte géographique des régions administratives du Québec

## 2 MÉTHODOLOGIE

### 2.1 ÉVALUATION DU CYCLE DES POPULATIONS DE LIÈVRES AU QUÉBEC

L'évaluation du cycle des populations de lièvres au Québec a été réalisée à l'aide des données de chasse et/ou de colletage obtenues à partir des activités de prélèvement sur les territoires structurés (ZECs et réserves fauniques) du Québec. Les indices d'abondance et de tendance recueillis auprès des piégeurs par l'entremise des carnets de piégeage ont également été utilisés dans cette analyse. Ces données sont disponibles au ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec. Les sources multiples impliquent des variations de la validité et de la fiabilité des données. Il a donc été nécessaire de faire le tri dans les bases de données pour ne retenir que celles qui permettraient une analyse du cycle du lièvre d'Amérique.

L'analyse intrarégionale est basée sur un examen graphique des données retenues en fonction du temps et de la localisation. Ceci nous a permis de vérifier :

1. La présence ou l'absence d'un cycle,
2. L'amplitude du cycle s'il existe.

Les données retenues proviennent de deux sources principales :

1. Les données du carnet du trappeur qui sont comptabilisées par division de piégeage (réserve faunique, ZEC, zone libre, etc.) et regroupées pour obtenir les données régionales,

2. Les données de récolte et d'effort dans les territoires fauniques structurés (réserves fauniques, ZECs et pourvoiries) également regroupées et traitées pour obtenir les données régionales (récoltes, succès et rendement).

En comparant les graphiques régionaux et en utilisant une grille de tendance pour comparer les données, établir leur fiabilité et leur convergence, nous avons dressé un portrait de la situation québécoise quant au cycle des populations de lièvre.

Nous avons également tenté de valider les données des indices provenant du carnet du trappeur. Pour ce faire, nous avons fait des tests de corrélation de Spearman entre :

- les indices du carnet et la récolte annuelle totale,
- les indices du carnet et le succès de chasse.

La corrélation de Spearman a été choisie puisque les indices sont à la base des données à caractère ordinal. Les tests ont été réalisés à l'aide du logiciel SYSTAT 7.0.1 et le niveau d'acceptation  $p$  était fixé à 0,05

## **2.2 ÉVALUATION ET PROPOSITION D'UN SYSTÈME DE SUIVI**

L'analyse des cycles nous a permis de bien identifier et critiquer les outils actuels de suivi utilisés au Québec pour le lièvre. Cependant, la récolte n'est pas le seul outil de suivi à la disposition du gestionnaire de la faune. Il en existe d'autres. Le deuxième objectif de cette étude était de répertorier les principales méthodes alternatives et d'en identifier les

forces et les faiblesses. Pour atteindre cet objectif, une fois les méthodes répertoriées, nous les avons évaluées en fonction :

1. Des intrants (données et connaissances) nécessaires à leur utilisation,
2. Des extrants, c'est-à-dire des données et informations fournies,
3. De la complexité de leur mise en œuvre,
4. De l'apport d'information supplémentaire par rapport aux données existantes,
5. Des coûts de main-d'œuvre et d'équipement associés à leur utilisation.

Pour ce dernier point, une budgétisation a été réalisée pour évaluer l'importance des dépenses reliées à chaque méthode. Les coûts ont été estimés à partir d'expériences réalisées au Ministère de l'Environnement et de la Faune et à l'Université du Québec à Rimouski.

Une analyse coûts-bénéfices complète l'évaluation. Ceci nous a permis de vérifier quelle méthode serait la plus facilement applicable tant au niveau régional que provincial. Nous présentons une normalisation de la méthode retenue pour fournir aux gestionnaires régionaux du MEF un outil alternatif de suivi à l'échelle québécoise. La fiabilité de la méthode dépend de la mise en œuvre intrarégionale, mais elle permettra une évaluation entre les régions qui auront choisi de la mettre en place.

### 3 ANALYSE DES DONNÉES ACTUELLES SUR LE LIÈVRE AU QUÉBEC

#### 3.1 RÉSULTATS

Les résultats sont présentés en quatre sections : les régions avec cycle, les régions sans cycle, les régions non concluantes et un aperçu provincial. Pour chaque analyse régionale, les données disponibles sont résumées en tableaux synthèses qui servent de grille de tendance. Certains termes inscrits dans ces tableaux nécessitent d'être définis.

La récolte est la mesure de la quantité d'individus récoltés à chaque année. Seules les récoltes dans les territoires structurés (réserves, ZECs et certaines pourvoiries) sont comptabilisées.

Le succès est une mesure dérivée de la récolte, mais elle représente mieux l'état de la population car elle est pondérée en fonction du nombre de chasseurs et du temps de chasse. Cette mesure est calculée en divisant la récolte par l'effort de chasse (en nombre de jours-chasseurs).

Le rendement est également un indice de l'état de la population. Il prend en compte le territoire associé à la récolte. Le rendement est calculé en divisant la récolte annuelle par la superficie du territoire chassé et colleté multipliée par 100 km<sup>2</sup>.

L'indice d'abondance (I/A) est un indice d'abondance qualitatif provenant des trappeurs. Les trappeurs indiquent, dans leur carnet de piégeage, à la fin de la saison, si le lièvre était absent, rare, commun ou abondant pendant la saison. Ces évaluations sont

cumulées pour chaque région. Une moyenne est calculée en attribuant la pondération suivante : absent = 0, rare = 1, commun = 2 et abondant = 3. Les données de l'indice d'abondance (I/A) couvrent la période de 1989 à 1996.

L'indice de tendance (I/T) est un indice de tendance qualitatif provenant également des carnets du trappeur. Dans leur carnet de piégeage, les trappeurs doivent évaluer si les populations de lièvres semblent en croissance, stable ou en décroissance par rapport à l'année précédente. La moyenne de ces données est calculée selon la pondération suivante : en croissance = +1, stable = 0 et en décroissance = -1. Les données de l'indice de tendance (I/T) couvrent la période de 1989 à 1996.

L'écart maximal est défini comme étant la différence entre le point maximal et le point minimal de la variation temporelle. Étant donné que les ZECs n'ont été instaurées qu'en 1978, les données entre 1971 et 1978 ne sont pas utilisées pour calculer l'écart maximal puisqu'elles ne tiennent pas compte des structures administratives actuelles. L'écart maximal est un indice de l'amplitude absolue du cycle de population lorsqu'il est présent.

La périodicité est le temps nécessaire pour qu'un cycle se répète. Généralement il est calculé entre deux pics de population. Il arrive parfois que les données ne remontent pas assez loin en arrière pour montrer deux pics. Alors, la distance entre deux creux est utilisée.

### 3.1.1 Régions avec cycle

#### 3.1.1.1 Saguenay-Lac-St-Jean

Tableau 1 - Région 02 - Saguenay-Lac-St-Jean

	Récolte	Succès	Rendement	(I/A)	(I/T)
<b>Période couverte</b>	Depuis 1979	Depuis 1982	Depuis 1984	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	36 909 lièvres	0,7211 I/J-C.	273,67 l/100km <sup>2</sup>	1,3	1,23
<b>Périodicité</b>	Entre 8 et 9 ans	10 ans	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1980, 1988- 1989	1988	1988-1989	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont les ZECs Onatchiway-Est, La Rivière-Aux-Rats, Martin-Valin, La Lièvre, Lac-de-la-Boiteuse, L'Anse-Saint-Jean, Chauvin, Lac-Brébeuf, Des Passes et Mars-Moulin. Début de la comptabilisation des données : 1979.

Le Saguenay-Lac-St-Jean (tableau 1 et figures 2 à 6) est une région où les récoltes sont très abondantes. Les récoltes annuelles, le succès, le rendement et les indices qualitatifs ne sont pas constants tout au long de la période suivie. Les pics et les creux produits par les variations interannuelles réapparaissent à tous les neuf ans environ. L'amplitude de ces variations cycliques est généralement moyenne à élevée. Le pic de 1988 est présent dans tous les indices (récolte, succès et rendement) qui remontent à cette période.

Il est noté que nous n'avons pu établir le rendement de la récolte au Saguenay-Lac-St-Jean avant 1984 en raison de l'absence de données sur les superficies entre 1984 et 1996. Normalement, étant donné que le nombre et la superficie des territoires structurés devraient être constante, il aurait été possible d'extrapoler le rendement jusqu'en 1979. Cependant, les superficies totales (tous les territoires structurés comptabilisés) variaient d'une année à

l'autre. Les variations étant irrégulières, il n'était pas possible de déterminer avec certitude quelle était la superficie totale des territoires structurés où les données de récoltes avaient été recueillies.

### 3.1.1.2 Mauricie-Bois-Francs

Tableau 2 - Région 04 - Mauricie-Bois-Francs

	Récolte	Succès	Rendement	(I/A)	(I/T)
<b>Période couverte</b>	Depuis 1971	Depuis 1971	Depuis 1984	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	6319 lièvres	0,5191 l/J-C.	58,36 l/100 km <sup>2</sup>	0,87	0,70
<b>Périodicité</b>	9 ans	9 ans	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1980, 1989	1980, 1989	1989	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : Les réserves Mastigouche et St-Maurice, les ZECs Bessonne, Borgia, Chapeau de paille, Fermont, Flamand, Gros Brochet, Jeannotte, Kiskissing, La Croche, Menokeosawin, Tawachiche, Wesonneau. La majorité des ZECs ont été fondée en 1978 ou 1979.

Selon le tableau 2 et les figures 2 à 6, la région de la Mauricie-Bois-Francs est une région dont les résultats d'exploitation semblent être maximaux à tous les neuf ans à en juger par les pics qui se répètent en 1980 et 1989. L'écart entre les creux et les pics est moindre que pour la région du Saguenay-Lac-St-Jean. Ici aussi il nous a été impossible d'extrapoler le rendement avant 1984.

### 3.1.1.3 Côte-Nord

Les résultats de la Côte-Nord, présentés au tableau 3 et aux figures 2 à 6, indiquent la répétition de pics à tous les huit ou neuf ans (1980 et 1989). L'amplitude de ces cycles est relativement élevée et s'apparente à celle du Saguenay-Lac-St-Jean, région qui lui est

voisine. Cependant, les récoltes annuelles totales et le rendement n'atteignent jamais les niveaux de la région 02. Le succès n'est pas disponible car l'effort n'est pas comptabilisé dans cette région.

Tableau 3 - Région 09 - Côte-Nord

	<b>Récolte</b>	<b>Succès</b>	<b>Rendement</b>	<b>(I/A)</b>	<b>(I/T)</b>
<b>Période couverte</b>	Depuis 1979	Non disponible	Depuis 1979	1989-1990, 1992-1996	1989-1990, 1992-1996
<b>Écart max.</b>	7 805 lièvres	Non disponible	178,89 l/100 km <sup>2</sup>	1,70	1,46
<b>Périodicité</b>	9 ans	Non disponible	8 ans	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1980, 1989	Non disponible	1980, 1988	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : la réserve Port-Cartier/ Sept-Îles (1995), les ZECs Forestville, Iberville (1989), Labrieville, Marimek, Nordique, Trinité (1982) et Varin et quelques pourvoiries (1992). Les données de récolte et les données de rendement remontent jusqu'en 1979.

#### 3.1.1.4 Chaudière-Appalaches

La région Chaudière-Appalaches est la seule qui montre la présence d'un cycle malgré des récoltes annuelles inférieures à 500 lièvres (tableau 4 et figures 2 à 6). Bien que l'amplitude de la récolte soit faible comparativement au Saguenay-Lac-St-Jean, la région Chaudière-Appalaches présente l'écart maximal par rapport au rendement qui est le plus important avec 355,35 lièvres/100 km<sup>2</sup>. Un pic est observé en 1979, en avance d'un an par rapport aux autres régions, contrairement au pic de 1989 qui est synchronisé dans les quatre régions.

Tableau 4 – Région 12 – Chaudière-Appalaches

	Récolte	Succès	Rendement	(I/A)	(I/T)
<b>Période couverte</b>	Depuis 1978	Depuis 1978	Depuis 1978	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	398 lièvres	0,3044 I/J-C.	355,35 l/100 km <sup>2</sup>	1,34	1,03
<b>Périodicité</b>	10 ans	10 ans	10 ans	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1979, 1989	1979, 1989	1979, 1989	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Il n'y a que la ZEC Jaro comme territoire structuré dans cette région. Les données de récolte et de succès remontent jusqu'en 1978. Les données de rendement quant à elle débutent en 1984.

### 3.1.1.5 Analyse

#### 3.1.1.5.1 Récolte

Tel qu'illustré à la figure 2, les variations de la récolte des régions du Saguenay-Lac-St-Jean, de la Mauricie-Bois-Francs, de la Côte-Nord et de Chaudière-Appalaches semblent assez bien synchronisées. Il arrive d'une période à l'autre qu'une région atteigne son maximum un an en avance sur les autres comme c'est le cas dans Chaudière-Appalaches en 1979 ou peut-être au Saguenay-Lac-St-Jean en 1988. Par contre, ceci ne représente pas la majorité des cas et le phénomène ne semble pas se reproduire d'une période à l'autre. De plus, les données de récolte pour la région Chaudière-Appalaches sont très faibles (inférieures à 500 lièvres/an dans les pics) et ne proviennent que d'une seule ZEC, la ZEC Jaro, un très petit territoire de 112 km<sup>2</sup> au sud de la région. Finalement, le Saguenay-Lac-St-Jean semble avoir la plus grande amplitude absolue, suivi de la Mauricie-Bois-Francs et de la Côte-Nord qui ont toutes deux des amplitudes absolues semblables. Le cycle avec la plus faible amplitude absolue est observé dans Chaudière-Appalaches.

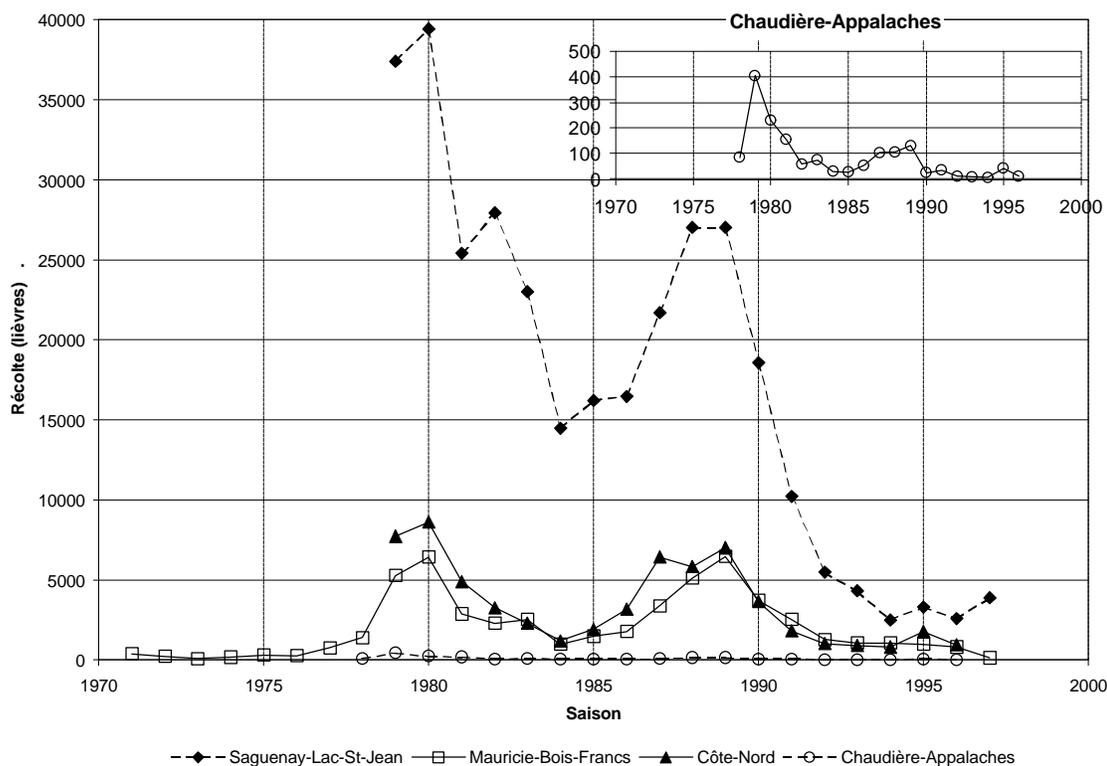


Figure 2 – Variations temporelles de la récolte des quatre régions où un cycle est présent.

### 3.1.1.5.2 Succès

Les cycles du succès sont également synchrones pour les régions du Saguenay-Lac-St-Jean, de la Mauricie-Bois-Francs et Chaudière-Appalaches (figure 3). La région Chaudière-Appalaches avait atteint son maximum un an avant les autres en 1979. Cependant, en 1989 elle a atteint son pic en même temps que la région de la Mauricie-Bois-Francs. C'est le Saguenay-Lac-St-Jean qui devance les autres régions d'un an à cette période. Le Saguenay-Lac-St-Jean semble avoir le cycle dont l'amplitude absolue est la plus élevée, suivi de la Mauricie-Bois-Francs et, finalement, Chaudière-Appalaches.

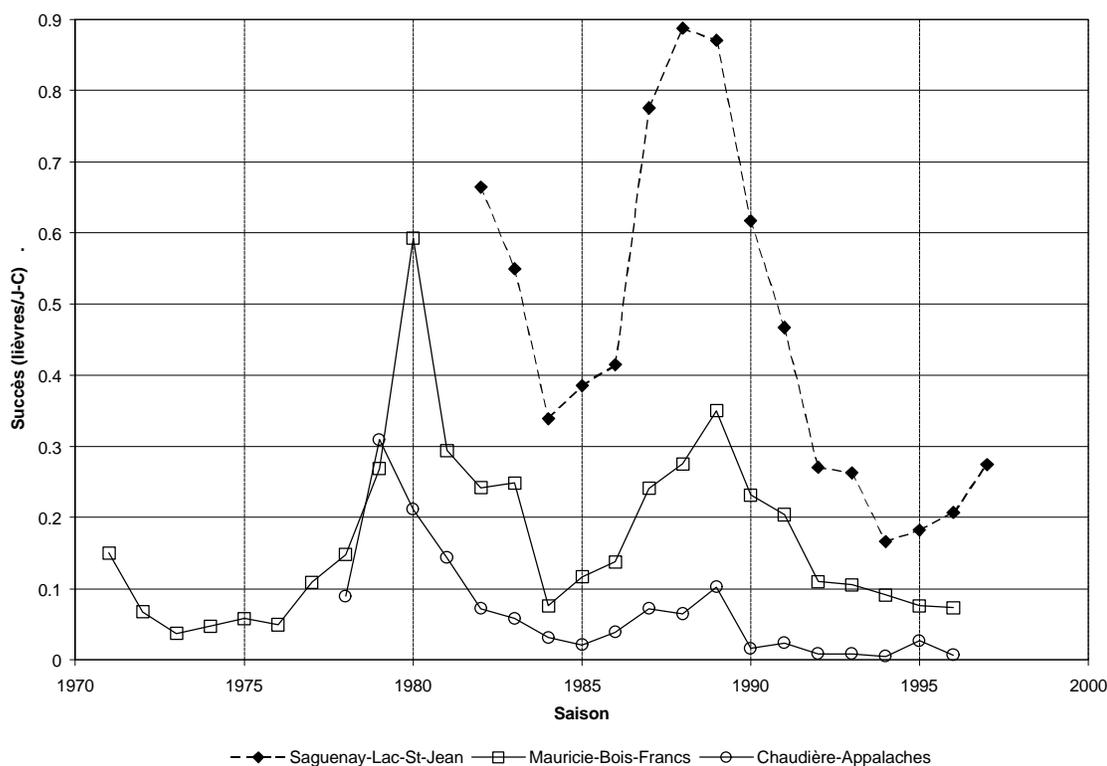


Figure 3 – Variations temporelles du succès des quatre régions où un cycle est présent.

### 3.1.1.5.3 Rendement

Comme on peut le constater à la figure 4, deux de ces quatre régions (Saguenay-Lac-St-Jean et Mauricie-Bois-Francs) n'ont pas suffisamment de données de rendement pour pouvoir qualifier cet indice de cyclique. Seules les régions de la Côte-Nord et Chaudière-Appalaches présentent des cycles parfaitement distincts. Par contre, le pic de la fin des années 1980 est présent dans toutes les régions même s'il n'est pas parfaitement synchrone. La Côte-Nord et le Saguenay-Lac-St-Jean atteignent un maximum en 1988. La Mauricie-Bois-Francs et Chaudière-Appalaches atteignent, par contre, leur maximum en 1989. De plus, il y a une différence d'un an entre la Côte-Nord et Chaudière-Appalaches

dans la première partie du suivi (1979 vs 1980). En présumant du caractère cyclique de cet indice dans les quatre régions, les cycles seraient classés selon une amplitude absolue croissante dans l'ordre suivant : Mauricie-Bois-Francis, Côte-Nord, Chaudière-Appalaches et Saguenay-Lac-St-Jean.

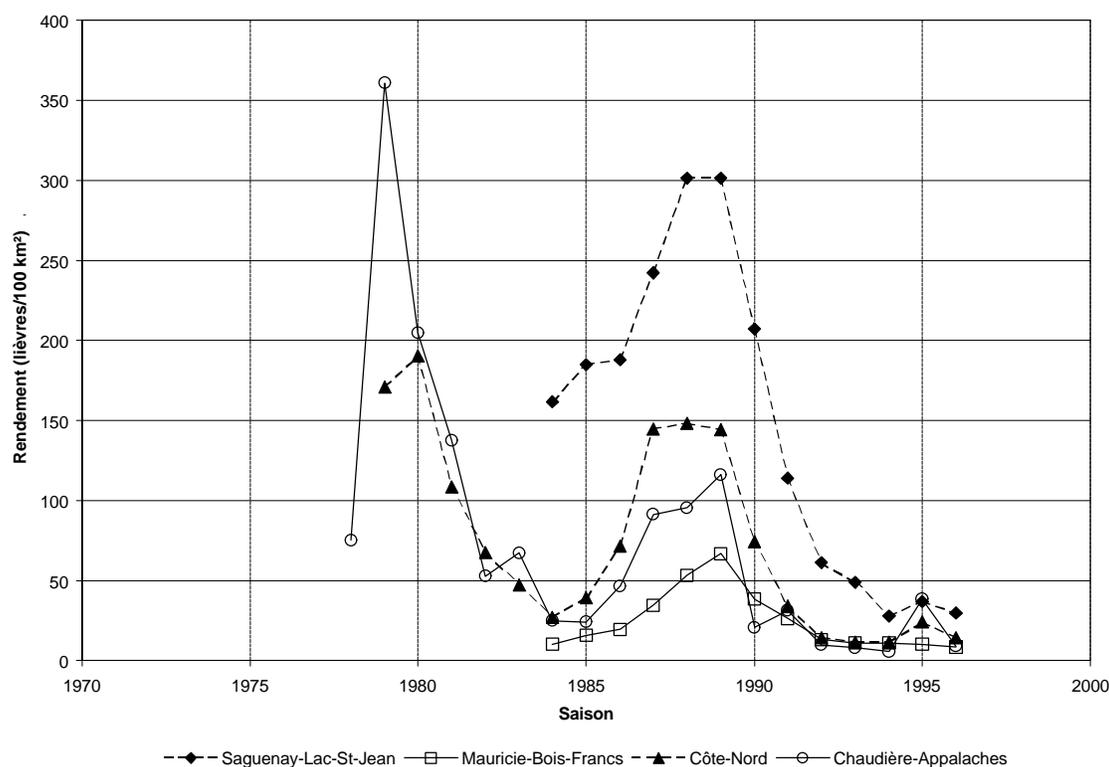


Figure 4 – Variations temporelles du rendement des quatre régions où un cycle est présent.

#### 3.1.1.5.4 Indice d'abondance (I/A)

La figure 5 présente la variation temporelle de l'indice moyen d'abondance (I/A) des quatre régions où un cycle est présent. Contrairement aux autres indices (récolte, succès et rendement), celui-ci est un indice qualitatif qui n'est utilisé que depuis 1989.

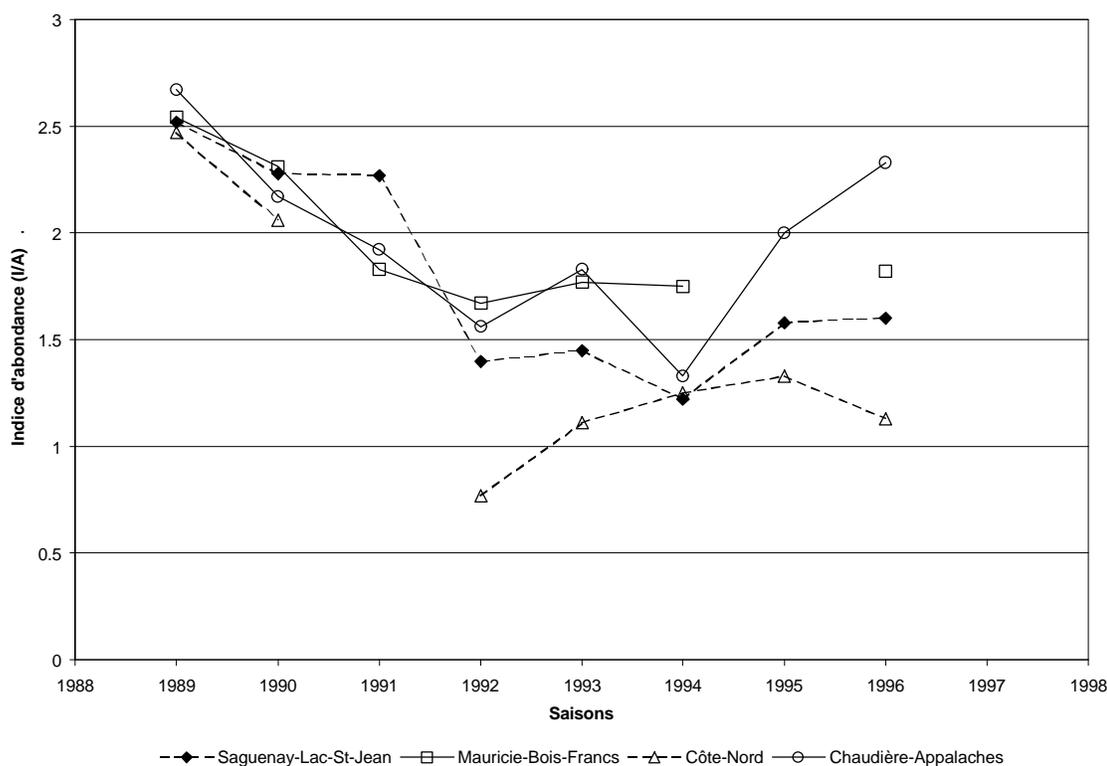


Figure 5 – Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des quatre régions où un cycle est présent.

Si on se fie aux autres indices, on s'attendrait à voir un maximum (figures 2, 3 et 4) au tout début du suivi. On remarque en effet que l'indice décroît pour atteindre un point minimum entre 1992 et 1994. Il croît par la suite ou demeure stable selon les régions. Le Saguenay-Lac-St-Jean et la région Chaudière-Appalaches montrent une progression qui pourrait suggérer l'existence d'un cycle. Cependant, les croissances observées après 1994 par les trappeurs ne se traduisent pas par une augmentation aussi marquée de la récolte, du succès ou du rendement dans cette période (figures 2, 3 et 4), même si de légères augmentations sont observables. Il est à noter qu'aucune donnée d'indice d'abondance

(I/A) n'a été récoltée sur la Côte-Nord en 1991. Également, les données de 1995 pour la région Mauricie-Bois-Francs ont été éliminées puisqu'elles n'étaient basées que sur les observations d'un seul répondant.

Pour valider l'indice d'abondance (I/A) dans ces quatre régions, nous avons réalisé une corrélation de Spearman avec la récolte et le succès de chasse. Les résultats de ces corrélations sont présentés au tableau 5. Nous pouvons tout d'abord constater que l'indice d'abondance (I/A) ne montre aucune corrélation significative avec la récolte ou le succès dans les régions de la Mauricie-Bois-Francs et Chaudière-Appalaches. C'est le Saguenay-Lac-St-Jean qui présente les corrélations les plus significatives, en particulier avec le succès de chasse de l'année suivante. La Côte-Nord présente des corrélations significatives seulement avec les données de récoltes de l'année suivante.

Tableau 5 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès pour les régions cycliques.

*t-1* signifie l'année précédant la mesure du carnet, *t+1* l'année suivante. Saguenay-Lac-St-Jean  $n = 8$ , Mauricie-Bois-Francs  $n = 7$ , Côte-Nord  $n = 7$  et Chaudière-Appalaches  $n = 8$ .  $H_0 : R_s = 0$ ,  $H_a : R_s \neq 0$ .

Indice d'abon. (I/A) vs ...	Saguenay-Lac- St-Jean	Mauricie-Bois- Francs	Côte-Nord	Chaudière- Appalaches
<b>Récolte à t+1</b>	<b>0,738</b> $p = 0,05$	0,643 $0,10 < p < 0,20$	<b>0,821</b> $0,02 < p < 0,05$	-0,119 $p > 0,50$
<b>Récolte</b>	<b>0,762</b> $0,02 < p < 0,05$	0,679 $0,10 < p < 0,20$	0,679 $0,10 < p < 0,20$	0,643 $p = 0,10$
<b>Récolte à t-1</b>	0,611 $0,05 < p < 0,10$	0,679 $0,10 < p < 0,20$	0,286 $p > 0,50$	0,619 $0,10 < p < 0,20$
<b>Succès à t+1</b>	<b>0,857</b> $0,01 < p < 0,02$	0,643 $0,10 < p < 0,20$	Non disponible	-0,190 $p > 0,50$
<b>Succès</b>	<b>0,786</b> $0,02 < p < 0,05$	0,679 $0,10 < p < 0,20$	Non disponible	0,548 $0,10 < p < 0,20$
<b>Succès à t-1</b>	0,619 $0,05 < p < 0,10$	0,679 $0,10 < p < 0,20$	Non disponible	0,619 $0,10 < p < 0,20$

Donc, il y a peu de corrélation entre les indices en Mauricie-Bois-Francs. L'indice d'abondance (I/A) est bien corrélé avec le succès et la récolte au Saguenay-Lac-St-Jean, avec la récolte sur la Côte-Nord et peut-être avec la récolte dans la région Chaudière-Appalaches ( $p = 0,10$ ).

#### 3.1.1.5.5 Indice de tendance (I/T)

La variation temporelle de l'indice de tendance pour les régions cycliques est présenté à la figure 6. Si nous interprétons ces variations comme étant une quantification de la croissance de la population, les données cycliques devraient avoir une apparence sinusoïdale autour de zéro. Aux points maximums et minimums du cycle, la tendance devrait être nulle. L'indice doit tendre vers +1 après un maximum et -1 après un minimum.

Les données fournies par le MEF couvrent la période de 1989 à 1996. Dans cette période, nous pouvons observer à la figure 6 que l'indice était maximal au début du suivi (1989) pour le Saguenay-Lac-St-Jean et pour la Côte-Nord et qu'il a diminué en 1990 indiquant un ralentissement de la croissance de la population. La courbe de l'indice de tendance (I/T) de ces deux régions (extrapolation pour la Côte-Nord) croise l'abscisse entre 1990 et 1991 indiquant un pic de population à cette période. Entre 1991 et 1994, l'indice est négatif et atteint son point le plus faible en 1992. La décroissance de la population a donc ralenti pour atteindre un creux entre 1994 et 1995 au Saguenay-Lac-St-Jean et en 1994 sur la Côte-Nord. Par la suite, l'indice demeure autour de 0 pour la Côte-Nord indiquant que la population est demeurée à un très bas niveau entre 1994 et 1996. Pour le

Saguenay-Lac-St-Jean, il semblerait qu'une reprise de la population ait commencé puisque l'indice est supérieur à 0.

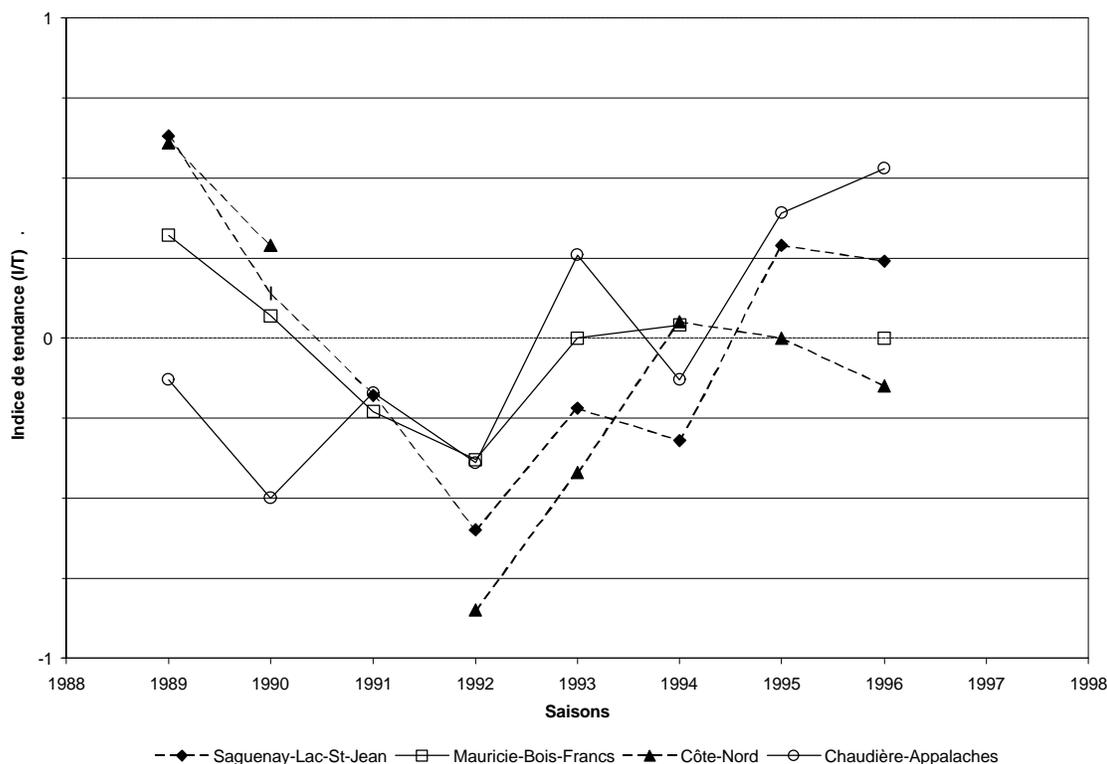


Figure 6 – Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des quatre régions où un cycle est présent.

La région de la Mauricie-Bois-Francs connaissait déjà une croissance faible au début du suivi en 1989 atteignant un creux en 1990 puisque l'indice est presque égal à zéro cette année-là. En 1991 et 1992, le carnet du trappeur nous indique que la population de lièvres connaissait une légère décroissance. Cette décroissance aurait été freinée en 1993 et la population serait demeurée stable à ce point faible puisque l'indice est presque égal à zéro entre 1993 et 1996. L'indice de tendance (I/T) de 1995 ne pouvait être considéré

comme fiable puisqu'il est basé sur les observations d'un seul répondant, il a donc été éliminé.

L'indice de tendance (I/T) présenté à la figure 6 est très variable pour la région Chaudière-Appalaches. Nous pouvons constater cependant que la valeur de l'indice a une tendance générale à croître entre 1990 et 1996. Selon ces observations, nous pouvons déduire que l'indice de tendance (I/T) aurait été nul entre 1992 et 1993, indiquant la présence d'un creux de population. La population se serait mise à croître de plus en plus vite par la suite.

Selon cette interprétation de la figure 6, nous devrions donc observer des maxima de populations entre 1990 et 1991 au Saguenay-Lac-St-Jean, en Mauricie-Bois-Francs et sur la Côte-Nord et des creux entre 1994 et 1995 au Saguenay-Lac-St-Jean et la Côte-Nord, en 1993 en Mauricie-Bois-Francs et autour de 1992 dans Chaudière-Appalaches. Finalement, nous devrions observer un prolongement du creux dans les régions de la Mauricie-Bois-Francs et la Côte-Nord. Or les récoltes de la figure 2, les succès de la figure 3 et le rendement de la figure 4 tracent un portrait légèrement différent. Ces trois données atteignent des points maximaux en 1988 ou 1989 sur la Côte-Nord et au Saguenay-Lac-St-Jean, période où les populations devraient être encore croissantes selon la figure 6. La récolte, le succès et le rendement sont tous restés plus ou moins stables après 1991 en Mauricie-Bois-Francs, Côte-Nord et Chaudière-Appalaches ce qui n'est pas indiqué par l'indice de tendance (I/T). Finalement, seul le succès de chasse du Saguenay-Lac-St-Jean

semble démontrer une croissance tel que prédit à la figure 6. Ces disparités peuvent expliquer les corrélations non significatives notées au tableau 6.

Tableau 6 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte ou du taux de succès pour les régions cycliques.

t-(t-1) signifie la variation entre l'année de la mesure par le carnet et l'année précédente. Saguenay-Lac-St-Jean n = 8, Mauricie-Bois-Francs n = 7, Côte-Nord n = 7 et Chaudière-Appalaches n = 8.  $H_0 : R_s = 0$ ,  $H_a : R_s \neq 0$ .

<b>Indice de tend. (I/T) vs variation de la</b>	<b>Saguenay-Lac-St-Jean</b>	<b>Mauricie-Bois-Francs</b>	<b>Côte-Nord</b>	<b>Chaudière-Appalaches</b>
<b>Récolte t-(t-1)</b>	0,595 0,10 < p < 0,20	0,482 0,20 < p < 0,50	0,321 p = 0,50	0,347 0,20 < p < 0,50
<b>Succès t-(t-1)</b>	0,477 0,10 < p < 0,20	0,411 0,20 < p < 0,50	Non disponible	0,287 p > 0,50

Cependant, nous pourrions également interpréter l'indice de tendance (I/T) comme étant une réflexion du nombre de trappeurs qui croient en une croissance de la population. Ainsi, la figure 6 serait une image du degré d'optimisme des trappeurs de la région.

Dans cette optique, les données du Saguenay-Lac-St-Jean et de la Côte-Nord indiqueraient qu'une proportion de plus en plus importante de trappeurs entre 1989 et 1992 croyaient que la population de lièvre était en décroissance. Cette proportion représenterait la majorité des trappeurs entre 1991 et 1994 puisque l'indice moyen était négatif pour ces deux régions pendant cette période.

Sur la Côte-Nord, la majorité des trappeurs considèrent que la population est stable depuis 1994 puisque l'indice est très près de zéro. Par contre, seule une faible majorité de

trappeurs considèrent que la population est en croissance depuis 1994 dans la région Saguenay-Lac-St-Jean puisque l'indice est près de 0,25.

Dans la région Mauricie-Bois-Francs, la proportion de trappeurs qui croient que la population est en croissance ou en décroissance est très rarement majoritaire. L'étude des variations temporelle présentées à la figure 6 démontre que l'indice de tendance se maintient la plupart du temps entre -0,25 et +0,25. Seules les années 1990 et 1992 montrent de moyennes à l'extérieur de cet intervalle.

La croissance générale de l'indice de tendance (I/T) dans la région Chaudière-Appalaches indiquerait, selon cette deuxième interprétation, une augmentation constante de la proportion de trappeurs qui croient que la population de lièvres est en croissance. Cette proportion serait passée d'une minorité marquée en 1990 à une majorité en 1995 et 1996.

Bien qu'intéressante cette interprétation n'apporte pas d'information par rapport à la population de lièvres en tant que telle. Dans une telle optique, les corrélations du tableau 6 ne peuvent que nous indiquer si l'optimisme des trappeurs est fondé ou non. En l'absence de corrélations significatives, ce ne semble pas être le cas.

### **3.1.2 Régions sans cycle**

#### **3.1.2.1 Bas-St-Laurent**

Les données du Bas-St-Laurent n'indiquent pas la présence d'un cycle (tableau 7 et figures 7 à 11). L'absence de périodicité ressort par la présence de trois maxima en moins

de dix ans dans les données de récolte et de rendement. Les trois maxima apparaissent à des intervalles irréguliers (2-3 ans et 4-5 ans).

Tableau 7 – Région 01 – Bas-St-Laurent

	Récolte	Succès	Rendement	(I/A)	(I/T)
<b>Période couverte</b>	Depuis 1971	Depuis 1971	Depuis 1971	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	3488 lièvres	0,2695 I/J-C.	96,53 l/100 km <sup>2</sup>	1,09	0,97
<b>Périodicité</b>	Nil	Nil	Nil	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1980, 1983, 1987	1980, 1982, 1987	1980, 1983, 1987	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : les réserves Duchénier, Rimouski et Matane, les ZECs Bas-St-Laurent, Casault, Chapais, et Owen et les pourvoiries Lechasseur, Baronnie, Seigneurie Métis et Seigneurie 24 arpents. La plupart des ZECs ont été fondées 1978 ou 1979. Les pourvoiries, qui représentent un très faible pourcentage de l'exploitation, ont pour la plupart commencé leur opération au début des années 1990.

### 3.1.2.2 Outaouais et Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

Tableau 8 – Région 07 – Outaouais

	Récolte	Succès	Rendement	(I/A)	(I/T)
<b>Période couverte</b>	Depuis 1971	Depuis 1972	Non disponible	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	188 lièvres	0,0378 I/J-C.	Non disponible	0,61	0,4
<b>Périodicité</b>	Nil	Nil	Non disponible	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	Variations irrégulières	Variations irrégulières	Non disponible	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : les réserves LaVérendrye et Papineau-Labelle et les ZECs Bras-Coupé-Désert, Pontiac, Rapides-des-Joachims et St-Patrice. Les ZECs ont été fondées en 1979 sauf la ZEC St-Patrice qui a débuté en 1980.

Selon les tableaux 8 et 9, les données d'exploitation des régions 07 – Outaouais et 11 – Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine ont des écarts maximaux très faibles. De plus, comme l'illustre la figure 7, les récoltes ne dépassent jamais 500 lièvres/an. Pour les deux régions,

nous observons beaucoup de variations irrégulières de faible amplitude au niveau de la récolte et du succès (figures 7 et 8). Les données pour le calcul du rendement ne sont disponibles que pour la Gaspésie (figure 9). Nous pouvons aussi constater un profil irrégulier similaire à celui de la récolte.

Tableau 9 - Région 11 - Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine

	<b>Récolte</b>	<b>Succès</b>	<b>Rendement</b>	<b>(I/A)</b>	<b>(I/T)</b>
<b>Période couverte</b>	Depuis 1979	Depuis 1980	Depuis 1984	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	420 lièvres	7,0548 n/J-C.	173,42 n/100 km <sup>2</sup>	0,84	0,95
<b>Périodicité</b>	Nil	Nil	Nil	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maxima</b>	Variations irrégulières	Variations irrégulières	Variations irrégulières	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : la réserve Port-Daniel et les ZECs Des Anses et York-Baillargeon. Les ZECs ont débuté leurs opérations en 1980 et 1981 respectivement.

Les indices d'abondance (I/A) et de tendance (I/T) sont présentés aux figures 10 et 11. En Outaouais, l'indice d'abondance (I/A) du lièvre présente un léger déclin depuis 1989 (figure 10). Par contre, l'indice de tendance est demeuré au-dessus ou près de zéro pendant la même période ceci pourrait indiquer une certaine stabilité des populations (figure 11).

En Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, les figures 10 et 11 présentent des portraits similaires à ceux des zones cycliques. On observe de forts indices d'abondance (I/A) en début de période accompagnés d'un taux de croissance nul, ce qui est typique d'un pic. Ceci est suivi d'un déclin des populations jusqu'en 1992. Bien que l'indice de croissance (I/T) (figure 11) soit égal à zéro en 1993, l'indice d'abondance (I/A) (figure 10) croît la

même année. Par la suite, les deux indices ne cessent de croître indiquant peut-être une reprise des populations de lièvres dans cette région.

### 3.1.2.3 Analyse

#### 3.1.2.3.1 Récolte

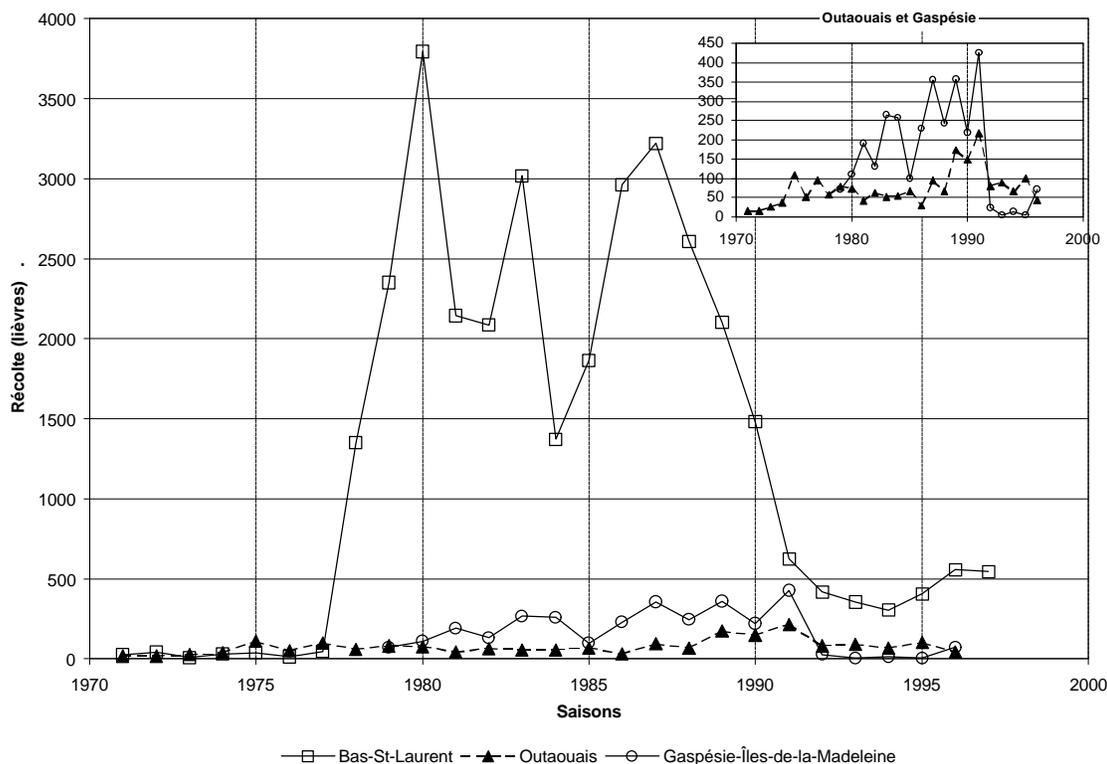


Figure 7 – Variations temporelles de la récolte des régions où aucun cycle n'est présent.

L'examen de la figure 7 illustre l'absence de cycle dans les régions du Bas-St-Laurent, de l'Outaouais et de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. Le Bas-St-Laurent présente trois maxima en sept ans ce qui exclut un caractère cyclique d'environ 10 ans et donne aux variations une période irrégulière. La récolte est demeurée très faible dans le Bas-St-Laurent depuis 1991 (<750 individus). L'Outaouais et la Gaspésie présentent des

variations très irrégulières et elles ne permettent pas de détecter un caractère cyclique. Par contre, il est à noter que les récoltes ont généralement crû entre 1985 et 1990, pour ensuite chuter à de très bas niveaux au début des années 1990. Cette tendance s'observait également dans les régions cycliques.

### 3.1.2.3.2 Succès

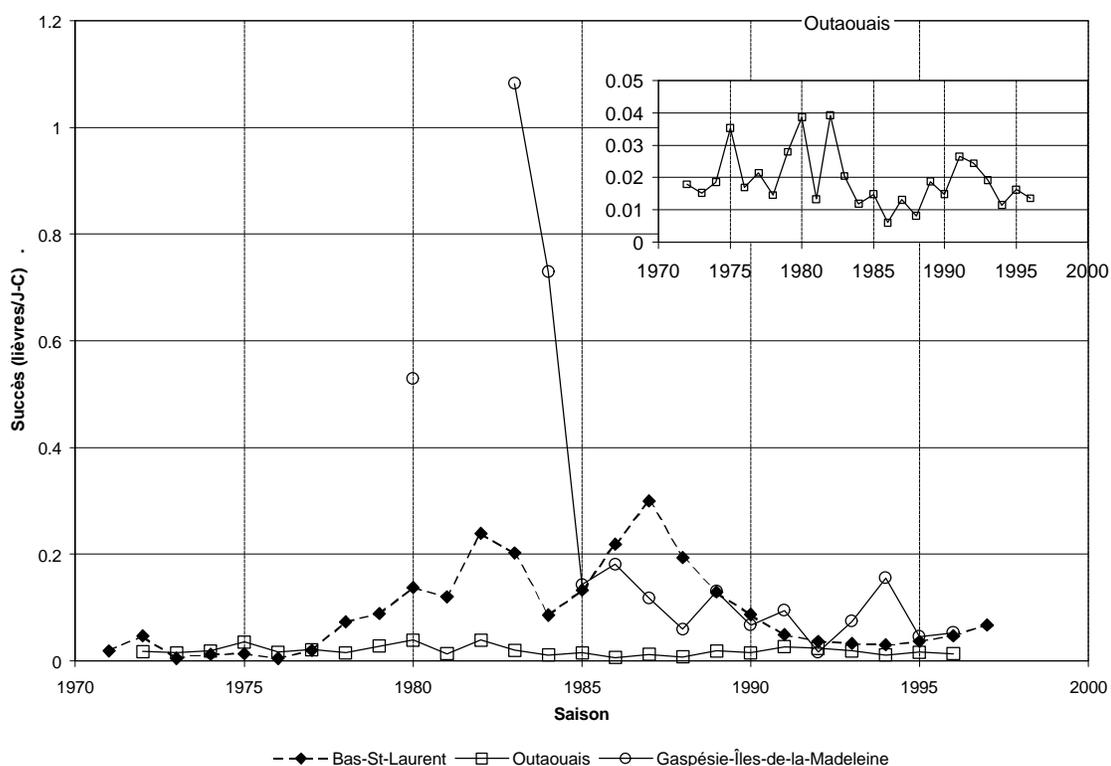


Figure 8 – Variations temporelles du succès des régions où aucun cycle n'est présent.

L'absence de cycle est également apparente sur la figure 8 qui présente le succès de chasse pour les régions Bas-St-Laurent, Outaouais et Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. La région du Bas-St-Laurent présente trois maxima en sept ans et un succès très faible depuis

le pic de 1987. Il est intéressant de constater que le succès croît de façon plus ou moins constante depuis 1994, indiquant la possibilité d'un rétablissement des populations de lièvres dans les années à venir. L'Outaouais présente de très faibles variations du succès (une variation maximale de 0,03 lièvres/J-C pour un succès maximal de 0,05 lièvres/J-C). Nous pouvons donc affirmer que le succès est relativement constant en Outaouais. La Gaspésie présente un profil similaire sauf dans la première moitié des années 1980 où un succès record a été rapporté : 1,07 lièvres/J-C en 1983. Ce succès est supérieur à celui obtenu dans les régions où un cycle est présent la même année. Certaines hypothèses peuvent être avancées pour expliquer ce très fort taux de succès : une très forte abondance de lièvres, un biais des données rapportées par les ZECs et réserves en 1983 ou des erreurs de comptabilité de l'effort.

#### 3.1.2.3.3 Rendement

La région Bas-St-Laurent ne présente pas de variations cycliques car trois maxima apparaissent en sept ans et le rendement est en déclin depuis 1987 (figure 9). Il n'est pas possible de conclure pour le caractère cyclique du rendement en Outaouais car nous n'avons pas à notre disposition la superficie totale sur laquelle la récolte a été comptabilisée. Cependant, puisque le rendement produit rarement des profils très différents de la récolte, il est peu probable que le rendement en Outaouais serait cyclique. La région Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine présente, à la figure 9, des variations très sporadiques. Nous pouvons cependant constater une croissance générale du rendement jusqu'en 1991 puis une chute brusque et un rendement plutôt faible entre 1991 et 1995. Il est à noter qu'en 1996 le

rendement s'était rétabli à des niveaux comparables à ceux de 1979 et 1985 indiquant une croissance potentielle de la récolte dans les années à venir.

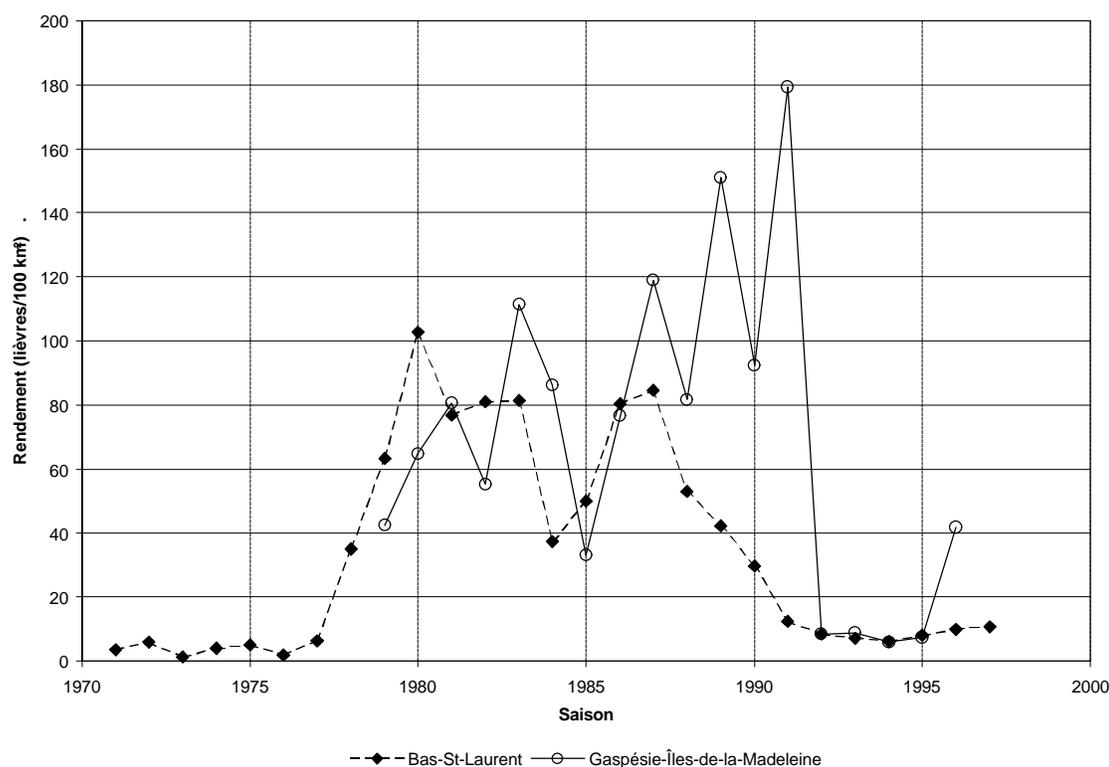


Figure 9 – Variations temporelles du rendement des régions ne présentant aucun cycle.

#### 3.1.2.3.4 Indice d'abondance (I/A)

La figure 10 présente la variation temporelle de l'indice moyen d'abondance (I/A) des trois régions où aucun cycle n'a été détecté. Les données partent d'un point maximum en 1989. L'indice décroît ensuite très légèrement pour atteindre un point minimum entre 1992 et 1994 selon les régions. Par contre, les variations de l'indice sont très faibles puisqu'elles ne varient qu'entre 2,5 et 1,5. Donc, selon les trappeurs, le lièvre demeure commun dans les régions du Bas-St-Laurent, de l'Outaouais et de la Gaspésie-Îles-de-la-

Madeleine. La période couverte étant trop courte, il nous est impossible de conclure quant au caractère cyclique des données d'indice d'abondance (I/A).

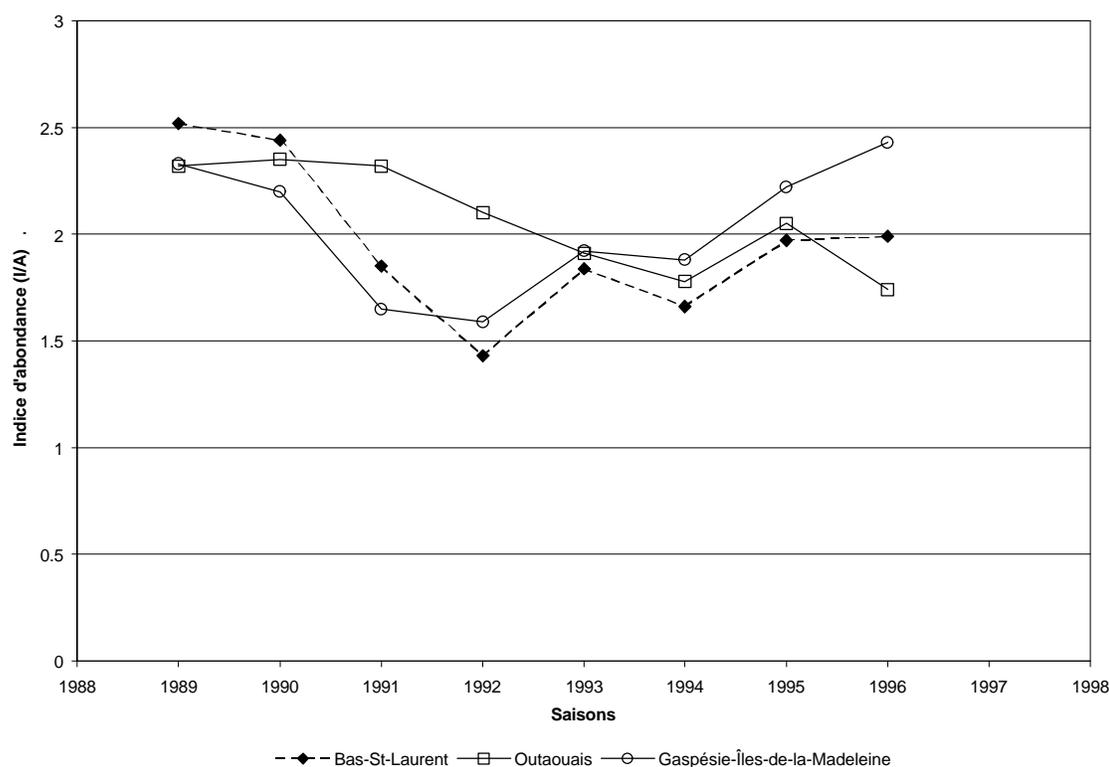


Figure 10 – Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des régions où aucun cycle n'est présent.

La validation de l'indice est présentée au tableau 10. Tout d'abord, nous pouvons constater que la corrélation entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès est inexistante ou très faible dans la région Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine. Par contre, le Bas-St-Laurent montre une très forte corrélation en particulier entre les récoltes et le succès de l'année suivante. L'Outaouais, présente également un fort coefficient de corrélation entre

les données de récoltes de l'année de la mesure du carnet du trappeur et le succès de chasse de l'année suivante.

Tableau 10 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès pour les régions non cycliques.

t-1 signifie l'année précédant la mesure du carnet, t+1 l'année suivante. Bas-St-Laurent n = 8, Outaouais n = 8 et Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine n = 8.  $H_0 : R_s = 0$ ,  $H_a : R_s \neq 0$ .

Indice d'abon. (I/A) vs ...	Bas-St-Laurent	Outaouais	Gaspésie-Îles- de-la- Madeleine
<b>Récolte à t+1</b>	<b>0,905</b> p = 0,005	0,683 0,05 < p < 0,10	0,143 p > 0,50
<b>Récolte</b>	<b>0,762</b> 0,02 < p < 0,05	<b>0,850</b> 0,01 < p < 0,02	0,000 p > 0,50
<b>Récolte à t-1</b>	0,453 0,20 < p < 0,50	0,228 p > 0,50	-0,452 0,20 < p < 0,50
<b>Succès à t+1</b>	<b>0,905</b> p = 0,005	<b>0,778</b> 0,02 < p < 0,05	-0,214 p > 0,50
<b>Succès</b>	<b>0,762</b> 0,02 < p < 0,05	0,467 0,20 < p < 0,50	0,000 p > 0,50
<b>Succès à t-1</b>	0,453 0,20 < p < 0,50	-0,263 p > 0,50	-0,214 p > 0,50

### 3.1.2.3.5 Indice de tendance (I/T)

En présumant que les données présentées à la figure 11 sont une quantification de la croissance des populations de lièvres, celle-ci était très faible dans le Bas-St-Laurent en 1989 et 1990. L'indice de tendance étant égal à zéro entre 1990 et 1991 et entre 1992 et 1993, cette région aurait connu un pic d'abondance autour de 1990 et un creux autour de 1992. Ces deux événements auraient été séparés d'une période de décroissance de la population qui aurait atteint un taux maximal de décroissance juste avant le creux de 1992. L'année 1992 aurait été suivie d'une période de croissance moyenne relativement constante jusqu'en 1996.

La population de lièvres de l'Outaouais aurait connu, pour sa part, une croissance faible entre 1989 et 1991. Depuis 1991, la population n'aurait connu ni période de croissance, ni période de décroissance.

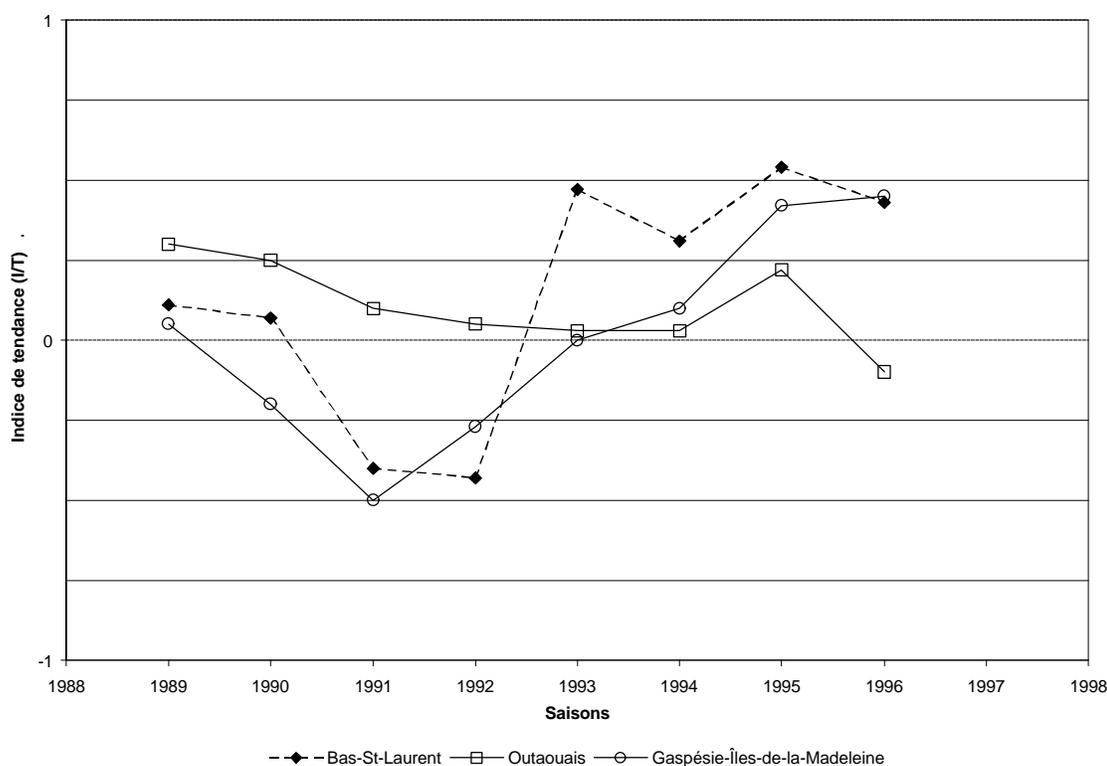


Figure 11 – Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des régions où aucun cycle n'est présent.

Pour ce qui est de la région Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, elle aurait connu un pic d'abondance en 1989 et un creux en 1993 (croissance nulle) (figure 11). La population aurait été décroissante entre 1990 et 1992, atteignant un taux maximal de décroissance en 1991. Depuis 1994, à en juger par les carnets du trappeur, la population de lièvres de la région Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine n'aurait cessé de croître.

Par contre, en se basant sur la prémisse que l'indice de tendance (I/T) est une réflexion de l'optimisme général des trappeurs trace un portrait différent de la situation, nous pouvons constater que la majorité des trappeurs croyaient que la population de lièvres était stable en 1989 et 1990. L'indice est demeuré négatif en 1991 et 1992, indiquant une proportion plus élevée de trappeurs que l'on pourrait qualifier de pessimistes. Depuis 1992, la majorité des trappeurs croient que les populations sont en croissantes, l'indice frôlant généralement le 0,5.

En Outaouais, la majorité des répondants indiquent que la population est stable. La proportion de trappeurs qui croient que la population est croissante semble être en déclin depuis 1989, puisque la courbe suit une tendance négative.

Les données de la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine indiqueraient qu'une proportion de plus en plus importante de trappeurs entre 1989 et 1992 croyaient que la population de lièvre était en décroissance. Cette proportion représenterait la majorité des trappeurs entre 1990 et 1992 puisque l'indice moyen était négatif pendant cette période. La majorité des trappeurs considéraient que la population était stable en 1993-1994 puisque l'indice est très près de zéro. Par contre, une majorité de trappeurs considèrent que la population est en croissance depuis 1994 dans la région puisque l'indice est plus grand que 0,25.

Pour valider l'indice de tendance (I/T), nous avons tenté d'établir une corrélation entre l'indice et la variation de la récolte et la variation du succès de chasse. Les coefficients de Spearman sont présentés au tableau 11. Nous détectons une seule

corrélation significative : la corrélation entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte dans la région du Bas-St-Laurent. Les corrélations en Outaouais et en Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine ne sont pas significatives.

Tableau 11 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte ou du succès pour les régions non cycliques.

t-(t-1) signifie la variation entre l'année de la mesure par le carnet et l'année précédente. Bas-St-Laurent n = 8, Outaouais n = 8 et Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine n = 8.  $H_0 : R_s = 0$ ,  $H_a : R_s \neq 0$ .

Indice de tend. (I/T) vs variation de la	Bas-St-Laurent	Outaouais	Gaspésie-Îles- de-la- Madeleine
Récolte t-(t-1)	<b>0,738</b> p = 0,05	0,539 0,10 < p < 0,20	0,167 p > 0,50
Succès à t-(t-1)	0,643 p = 0,10	0,539 0,10 < p < 0,20	0,048 p > 0,50

### 3.1.3 Régions non concluantes

#### 3.1.3.1 Québec

Tableau 12 – Région 03 – Québec

	Récolte	Succès	Rendement	(I/A)	(I/T)
<b>Période couverte</b>	Depuis 1988	Depuis 1988	Depuis 1988	1989-1996	1989-1996
<b>Écart max.</b>	1225 lièvres	0,5224 I/J-C.	13,90 l/100 km <sup>2</sup>	1,07	0,95
<b>Périodicité</b>	Nil	Nil	Nil	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1989	1990	1989	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont les réserves Laurentides et Portneuf, les ZECs (1989) Batiscaun-Neilson, Buteux-Bas-Saguenay, Lac-au-Sable, des Martres et Rivière-Blanche.

La récolte dans la région de Québec (tableau 12 et figures 12 à 16) est généralement faible, étant inférieure à 1 000 individus par année. Les données ne remontent qu'à la saison 1988. Le lièvre aurait été encore plus abondant durant la saison 1989, car les

données d'exploitation atteignent des sommets. Les années qui ont suivi sont généralement beaucoup plus faibles créant ainsi les grands écarts rapportés dans le tableau 12. Il est à noter que le suivi du colletage a débuté en 1990 dans la réserve des Laurentides et que ceci causerait un biais important dans l'analyse des données. En effet, le colletage n'est présent que dans la réserve des Laurentides ; il a débuté en 1990 pour se terminer en 1996. Le colletage représentait une source importante de récolte doublant presque celle-ci pendant la période mentionnée rendant la lecture d'une tendance générale difficile. Nous avons donc supprimé ces données. Seules les récoltes de chasse ont été analysées dans la région de Québec.

### 3.1.3.2 Lanaudière

Tableau 13 – Région 14 – Lanaudière

	<b>Récolte</b>	<b>Succès</b>	<b>Rendement</b>	<b>(I/A)</b>	<b>(I/T)</b>
<b>Période couverte</b>	Depuis 1981	Depuis 1981	Depuis 1981	1989, 1991-1996	1989, 1991-1996
<b>Écart max.</b>	2 184 lièvres	0,3667 I/J-C.	46,57 I/100 km <sup>2</sup>	1,18	1,11
<b>Périodicité</b>	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maxima</b>	1990	1990	1990	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : la réserve Rouge-Matawin, les ZECs (1984) Des Nymphes, Lavigne, Boulé, Collin, et les pourvoiries (1989).

La croissance graduelle entre 1981 et 1990 ainsi que la décroissance entre 1990 et 1996 pourraient laisser croire à la présence d'un cycle (tableau 13 et figures 12 à 16). De plus, le maximum des données est en 1990. Ceci est un an plus tard que celui de la région 04 – Mauricie-Bois-Francs, région voisine de Lanaudière, qui elle semble être cyclique. La réserve Rouge-Matawin est un territoire structuré qui chevauche la frontière des régions 14

– Lanaudière et 15 – Laurentides. Les données de récolte et de suivi sont comptabilisées pour l'ensemble de la réserve sans être distinguées selon la région d'origine. Pour éviter de dédoubler les données, les indices de la réserve Rouge-Matawin ont été associées à celles de la région de Lanaudière.

### 3.1.3.3 Laurentides

Tableau 14 - Région 15 - Laurentides

	<b>Récolte</b>	<b>Succès</b>	<b>Rendement</b>	<b>(I/A)</b>	<b>(I/T)</b>
<b>Période couverte</b>	Depuis 1981	Depuis 1981	Depuis 1981	1989, 1991-1996	1989, 1991-1996
<b>Écart max.</b>	468 lièvres	0,0163 I/J-C.	8,24 l/100 km <sup>2</sup>	1,43	0,31
<b>Périodicité</b>	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes	Données insuffisantes
<b>Maximums</b>	1989	1989	1989	Données insuffisantes	Données insuffisantes

**Note :** Les territoires structurés inclus dans les statistiques de récolte pour cette région sont : les ZECs Lesueur, Maison-de-Pierre, Mazana, Mitchinamécus, Normandie et Petawaga. La réserve Rouge-Matawin a été éliminée pour ne pas calculer deux fois les prises de ce territoire structuré. La réserve Rouge-Matawin n'est comptabilisée que dans la région 14 – Lanaudière. Seul le rendement fait exception à cette règle.

Sans les récoltes de la réserve Rouge-Matawin qui comptent pour près de 50 % du total des Laurentides, les indices sont très faibles pendant la période couverte (tableau 14 et figures 12 à 16). Cependant, les indices produisent tous un pic en 1989 comme c'est le cas en Mauricie-Bois-Francs, au Saguenay-Lac-St-Jean et sur la Côte-Nord ce qui pourrait indiquer la présence d'un cycle dans cette région. Les données ne remontent pas assez loin pour en vérifier l'existence.

Si le cycle se confirme dans les années à venir, il ne devrait pas avoir une amplitude très élevée puisque les écarts maximaux observés sont très faibles. Il est à noter que le

succès dans cette région n'est pas comptabilisé selon l'effort de chasse au petit gibier, mais selon l'effort de chasse total. Ainsi, l'effort ayant servi à calculer le succès inclus les chasses aux grands mammifères, au petit gibier et aux oiseaux migrateurs. Le dénominateur de l'équation du succès de chasse étant surestimé, le succès lui-même est donc sous-estimé.

### 3.1.3.4 Analyse

#### 3.1.3.4.1 Récolte, succès et rendement

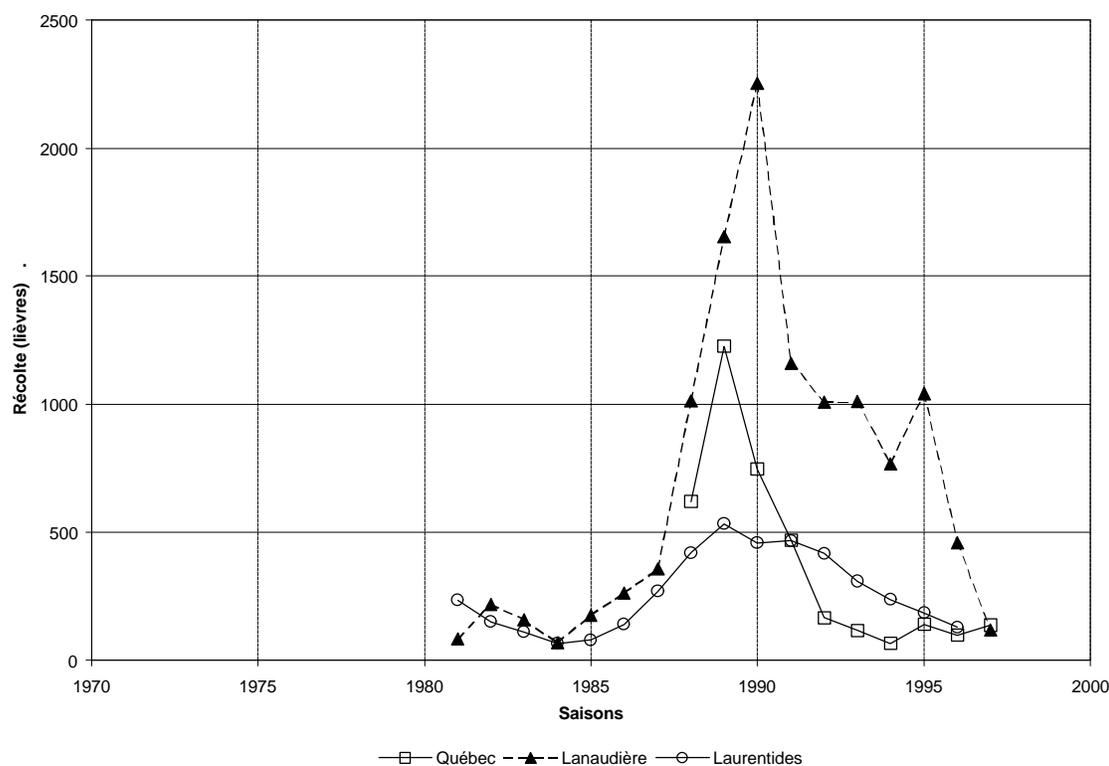


Figure 12 - Variations temporelles de la récolte des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes.

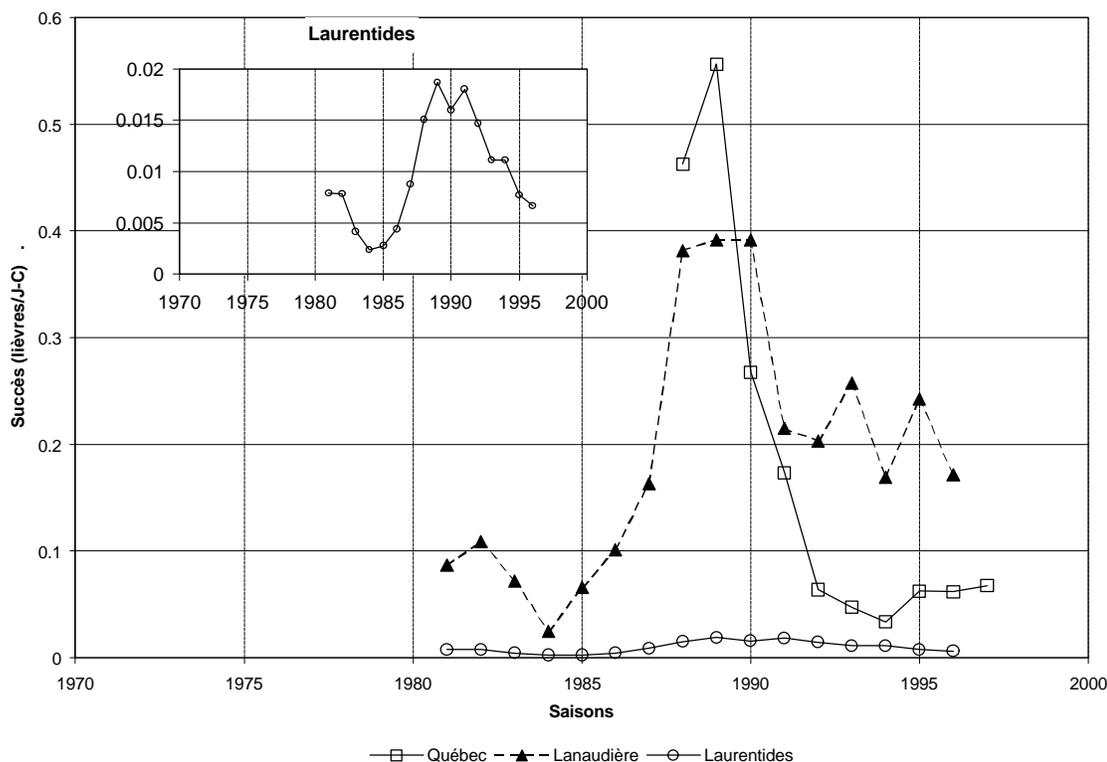


Figure 13 - Variations temporelles du succès des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes.

Tel que mentionné plus haut, les données de récolte (figure 12), de succès (figure 13) et de rendement (figure 14) pour les régions de Québec, Lanaudière et Laurentides ne couvrent pas une période suffisamment longue pour permettre de tirer une conclusion quant au caractère cyclique des populations de lièvres. La période couverte par le suivi des récoltes de la région de Québec (1988-1997) couvre seulement un pic et un déclin. Il nous est impossible de déterminer si le pic observé en 1989 est un phénomène ponctuel ou répétitif. La situation est similaire pour les régions de Lanaudière et des Laurentides. Par contre, la période couverte pour ces deux dernières régions est beaucoup plus importante

(1981-1996 et 1981-1997). Il nous est impossible d'observer un deuxième pic avant 1985.

L'allure générale des courbes de récolte, de succès et de rendement n'est pas sans rappeler celles des régions cycliques présentées plus haut (figures 2 à 4).

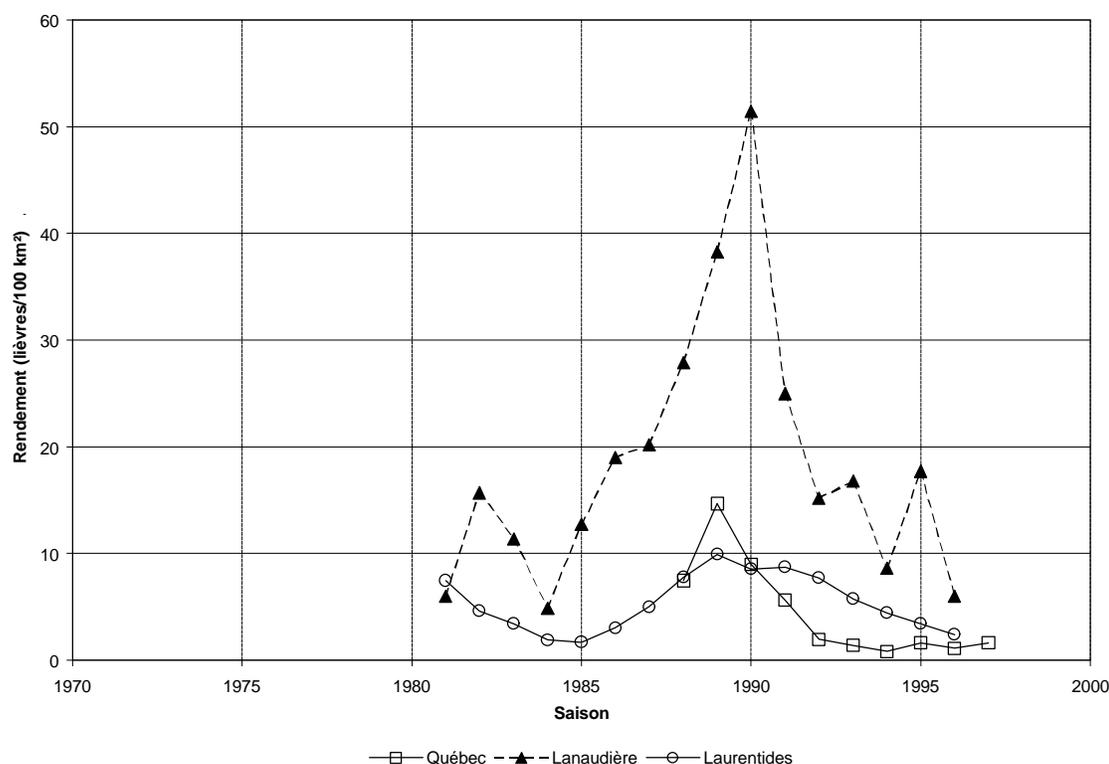


Figure 14 - Variations temporelles du rendement des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes.

#### 3.1.3.4.2 Indice d'abondance (I/A)

Tel que mentionné à plusieurs reprises déjà, la période couverte par le suivi des indices d'abondance (I/A) est trop courte pour nous permettre de tirer des conclusions quant au caractère cyclique du lièvre. Par contre, nous pouvons observer à la figure 15,

malgré l'interruption du suivi en 1990 dans les Laurentides et Lanaudière, que l'indice d'abondance est passé du niveau *très abondant* en 1989 au niveau *commun* en 1991 et qu'il est demeuré stable autour de ce niveau depuis. Les variations sont plus marquées dans la région de Québec. En effet, on peut constater que l'indice est tombé sous les 1,5 (rare à commun) en 1992 et demeuré à ce niveau pendant trois ans. L'indice est remonté à environ 2,0 (commun) au cours des dernières années. Quoiqu'il en soit, les trappeurs semblent indiquer que le lièvre est relativement commun dans ces trois régions.

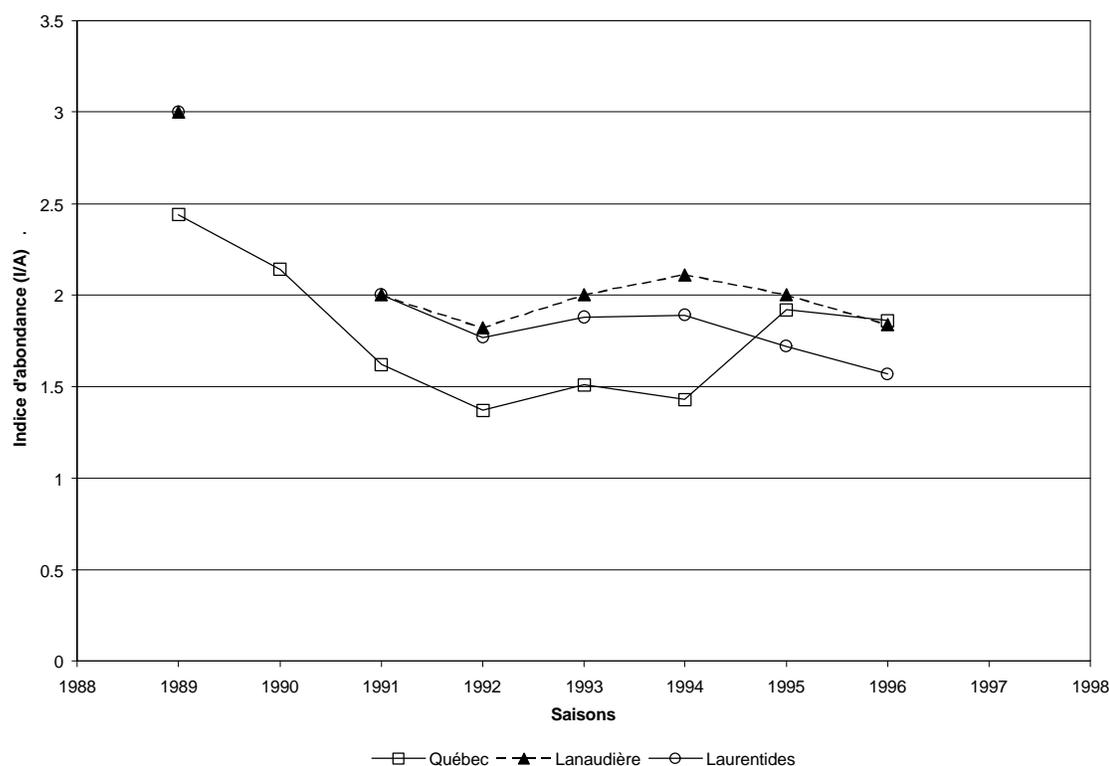


Figure 15 - Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes.

La validation de ces observations est présentée au tableau 15. Nous pouvons y noter que les corrélations ne sont pas significatives dans la région de Lanaudière. Dans la région de Québec, l'indice d'abondance (I/A) n'est corrélé qu'avec le succès de chasse de l'année suivante. Finalement, l'indice d'abondance (I/A) est corrélé à la récolte et particulièrement au succès de chasse dans la région des Laurentides.

Tableau 15 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice d'abondance (I/A) et la récolte ou le succès pour les régions non concluantes.

*t-1* signifie l'année précédant la mesure du carnet, *t+1* l'année suivante. Québec n = 8, Lanaudière n = 7 et Laurentides n = 7.  $H_0 : R_s = 0$ ,  $H_a : R_s \neq 0$ .

Indice d'abon. (I/A) vs ...	Québec	Lanaudière	Laurentides
<b>Récolte à t+1</b>	0,548 0,10 < p < 0,20	0,593 0,10 < p < 0,20	<b>0,857</b> 0,02 < p < 0,05
<b>Récolte</b>	0,595 0,10 < p < 0,20	0,519 0,20 < p < 0,50	<b>0,857</b> 0,02 < p < 0,05
<b>Récolte à t-1</b>	0,286 p > 0,50	-0,371 p > 0,50	0,571 p = 0,20
<b>Succès à t+1</b>	<b>0,762</b> 0,01 < p < 0,05	0,408 0,30 < p < 0,50	<b>0,893</b> p = 0,02
<b>Succès</b>	0,643 p = 0,10	0,371 0,20 < p < 0,50	<b>0,893</b> p = 0,02
<b>Succès à t-1</b>	0,381 0,20 < p < 0,50	0,408 0,20 < p < 0,50	0,464 0,20 < p < 0,50

#### 3.1.3.4.3 Indice de tendance (I/T)

En présumant que cet indice quantifie la croissance des populations de lièvre, les données du carnet du trappeur indiquent que la population de la région de Québec aurait été stable en 1989 et 1990 et en 1994-1995 (figure 16). Cette population aurait donc été dans une période décroissante entre 1990 et 1994 et dans une période de croissance depuis 1995.

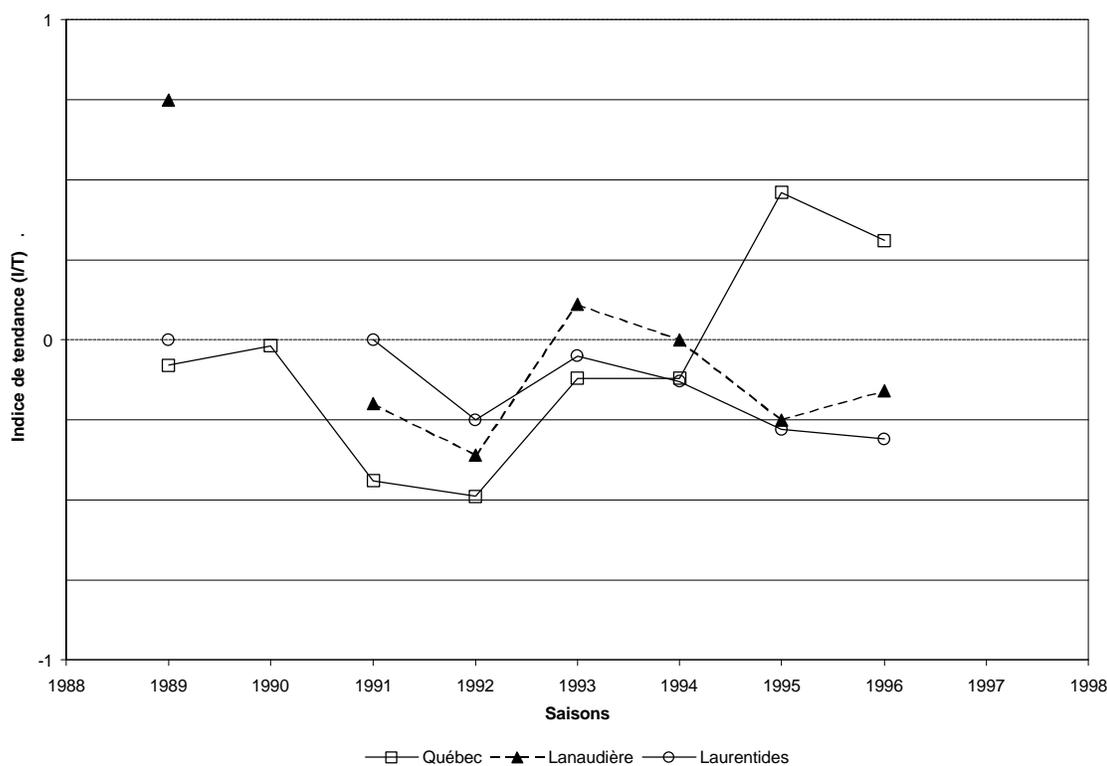


Figure 16 - Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des régions où les données disponibles ne sont pas concluantes.

La région de Lanaudière, quant à elle, aurait été en période de forte croissance en 1989. L'extrapolation de la droite entre 1989 et 1991 indique que la population aurait été stable entre 1990 et 1991. La population aurait connu de faibles épisodes de décroissance en 1991-1992 et en 1995 et 1996.

Finalement, dans les Laurentides, les trappeurs indiquent que la population est demeurée stable entre 1989 et 1991. La population serait légèrement décroissante depuis.

Par contre, en présumant que l'indice n'est qu'une représentation de la proportion de trappeurs qui croient que la population est en croissance, nous pouvons interpréter que celle-ci était maximale en 1995 et minimale en 1991-1992. Pendant les autres périodes, la moyenne des trappeurs indiquent que la population est stable.

Dans la région de Lanaudière, la proportion de trappeurs optimistes a connu son plus fort recul entre 1989 et 1992. En effet pendant cette période, l'indice passe de presque +0,75 à moins de -0,25 indiquant que la proportion de trappeurs qui croient que la population est décroissante est dominante. Depuis 1992, l'indice moyen oscille autour de zéro indiquant une proportion dominante de trappeurs croyant à la stabilité de la population.

Également, la région des Laurentides présent un indice de tendance généralement près de zéro indiquant que la moyenne des trappeurs ne croient ni en la croissance, ni en la décroissance de la population.

Tableau 16 - Coefficients de corrélation de Spearman entre l'indice de tendance (I/T) et la variation de la récolte ou du succès pour les régions non concluantes.

$t-(t-1)$  signifie la variation entre l'année de la mesure par le carnet et l'année précédente. Québec  $n = 8$ , Lanaudière  $n = 7$  et Laurentides  $n = 7$ .  $H_0 : R_s = 0$ ,  $H_a : R_s \neq 0$ .

<b>Indice de tend. (I/T) vs variation de la</b>	<b>Québec</b>	<b>Lanaudière</b>	<b>Laurentides</b>
<b>Récolte <math>t-(t-1)</math></b>	0,515 $0,20 < p < 0,50$	0,321 $p = 0,50$	0,414 $0,20 < p < 0,50$
<b>Succès <math>t-(t-1)</math></b>	0,515 $0,20 < p < 0,50$	0,071 $p > 0,50$	0,523 $0,20 < p < 0,50$

La validation de cet indice est présentée au tableau 16. Ce qui ressort de ce tableau, c'est que l'indice de tendance (I/T) n'est pas corrélé significativement avec la variation de la récolte ou la variation du succès dans les trois régions. Ceci nous permet de douter de son utilité dans les régions 03 – Québec, 14 – Laurentides et 15 – Lanaudière.

### 3.1.3.5 Autres

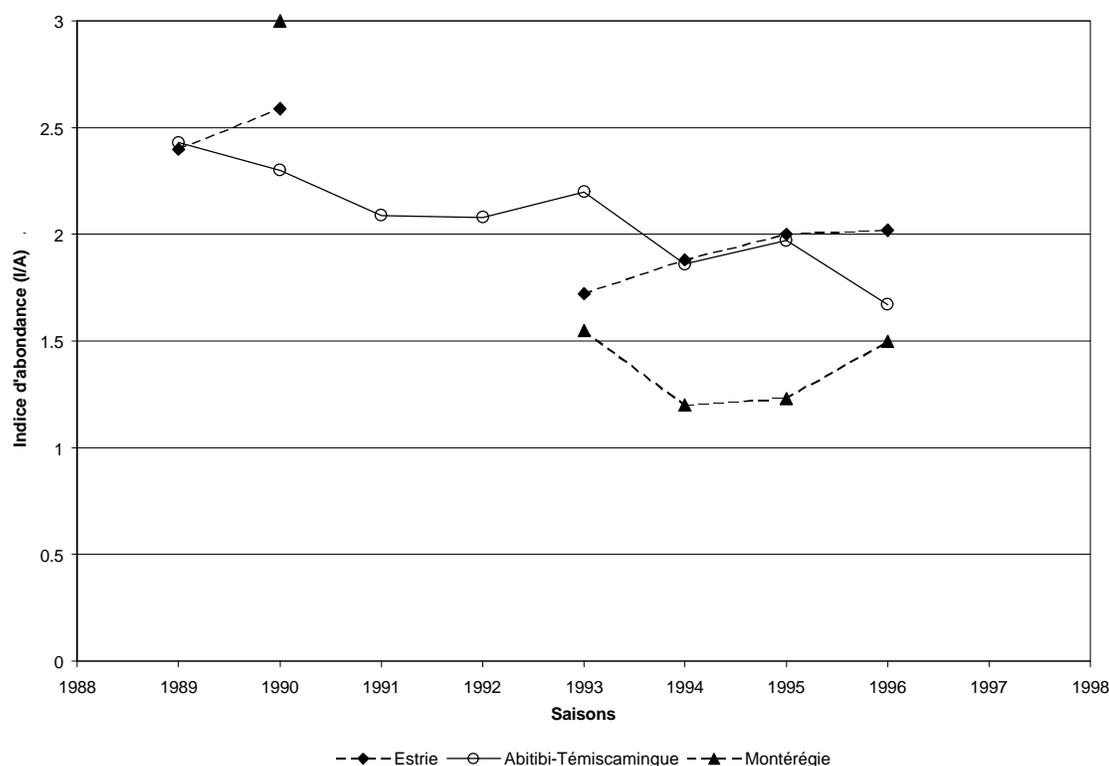


Figure 17 - Variations temporelles de l'indice d'abondance (I/A) des régions où peu ou pas de données de récolte sont disponibles.

Les données sont inexistantes pour plusieurs autres régions : 05 – Estrie, 06 – Montréal, 13 – Laval et 16 – Montérégie. Ces régions sont souvent trop urbanisées pour soutenir une chasse et un colletage du lièvre adéquat. De plus, seule l'Estrie renferme un

territoire faunique structuré. Certaines ont tout de même des données sur l'indice d'abondance et de tendance provenant des carnets de trappeurs. Ces données ne sont pas concluantes car elles sont peu nombreuse, manquantes pendant plusieurs années et ne couvrent que la période 1989-1996, période trop courte pour détecter la présence d'un cycle (figures 17 et 18).

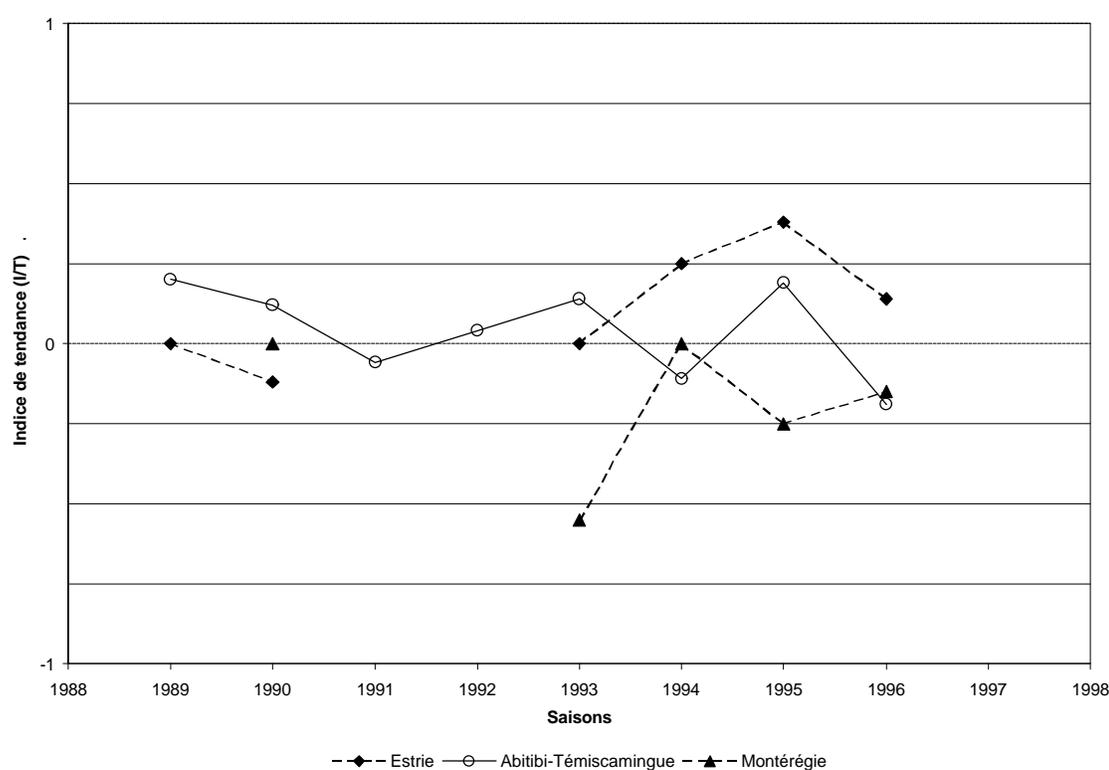


Figure 18 - Variations temporelles de l'indice de tendance (I/T) des régions où peu ou pas de données de récolte sont disponibles.

Les régions 08 – Abitibi-Témiscamingue et 10 - Nord-du-Québec sont deux autres régions qui, malgré la présence de territoires structurés, n'ont aucune donnée de récolte à long terme. Ce ne sont pas des régions particulièrement urbanisées. L'éloignement du

territoire et la faible fréquentation, surtout limité aux autochtones, rendent difficiles la cueillette d'information dans la région Nord-du-Québec. Des données qualitatives (indice d'abondance (I/A) et indice de tendance (I/T)) sont cependant disponibles dans la région de l'Abitibi-Témiscamingue (figures 17 et 18). On y constate que les trappeurs évaluent l'abondance (I/A) à la baisse année après année mais ils évaluent la tendance (I/T) comme étant relativement stable. La période couverte étant trop brève, nous ne pouvons conclure quant à la présence ou l'absence d'un cycle de population.

### **3.1.4 Aperçu provincial**

#### **3.1.4.1.1 Récolte**

La combinaison de toutes les données régionales illustre qu'un cycle est présent à l'échelle provinciale (figure 19). Deux pics sont observables : l'un en 1980 et l'autre en 1989 séparés par un creux en 1984. Ceci correspond parfaitement aux observations dans les régions où un cycle est présent (figure 2). Le cycle a un écart maximal de 53 770 lièvres/an. Il est à noter qu'en moyenne, 45 % de la récolte dénombrée à l'échelle provinciale provient du Saguenay-Lac-St-Jean. De plus, les quatre régions cycliques représentent 82 % de la récolte provinciale.

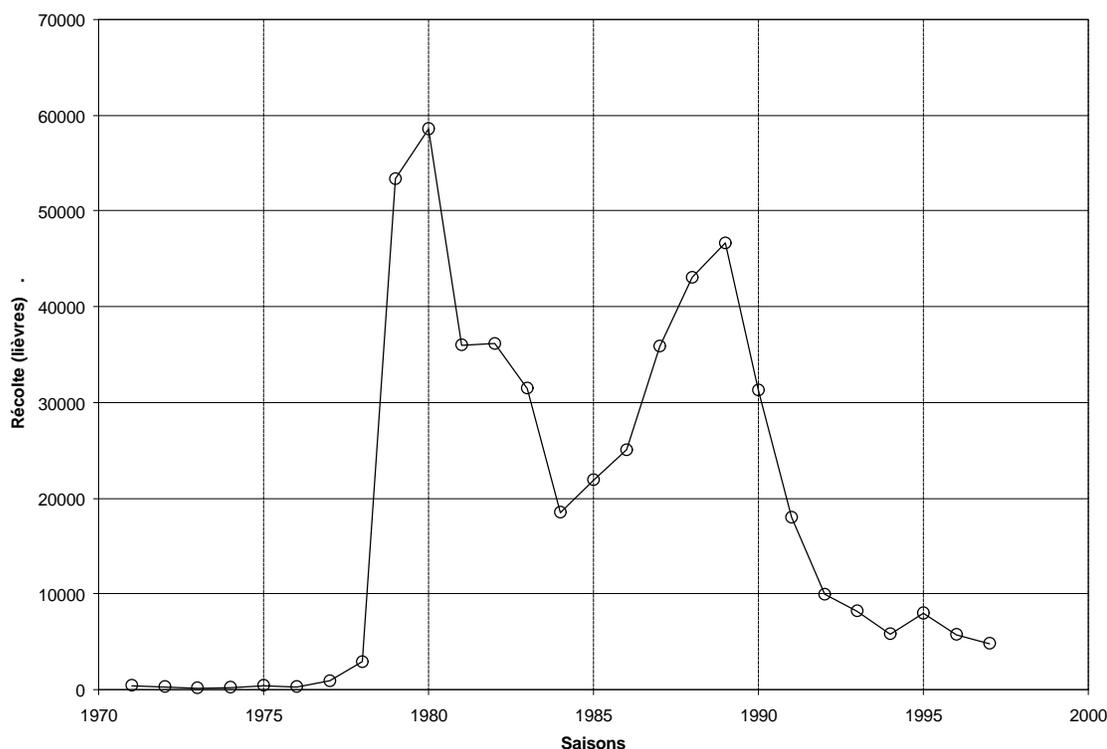


Figure 19 - Variation temporelle de la récolte totale pour toute la province de Québec.

#### 3.1.4.1.2 Succès

En combinant toutes les données régionales d'effort et de récolte nous avons pu établir un profil provincial du succès de chasse (figure 20). Celui-ci illustre qu'un cycle est présent à l'échelle provinciale. Deux pics sont observables un en 1980 et l'autre en 1989 séparés par un creux en 1984. Ceci correspond bien aux observations dans les régions où un cycle est présent (figure 3). Il est à noter qu'en moyenne 31 % de l'effort de chasse provincial se fait au Saguenay-Lac-St-Jean (1982-1996). De plus, les quatre régions cycliques représentent en moyenne 46 % de l'effort de chasse provincial (1971-1997).

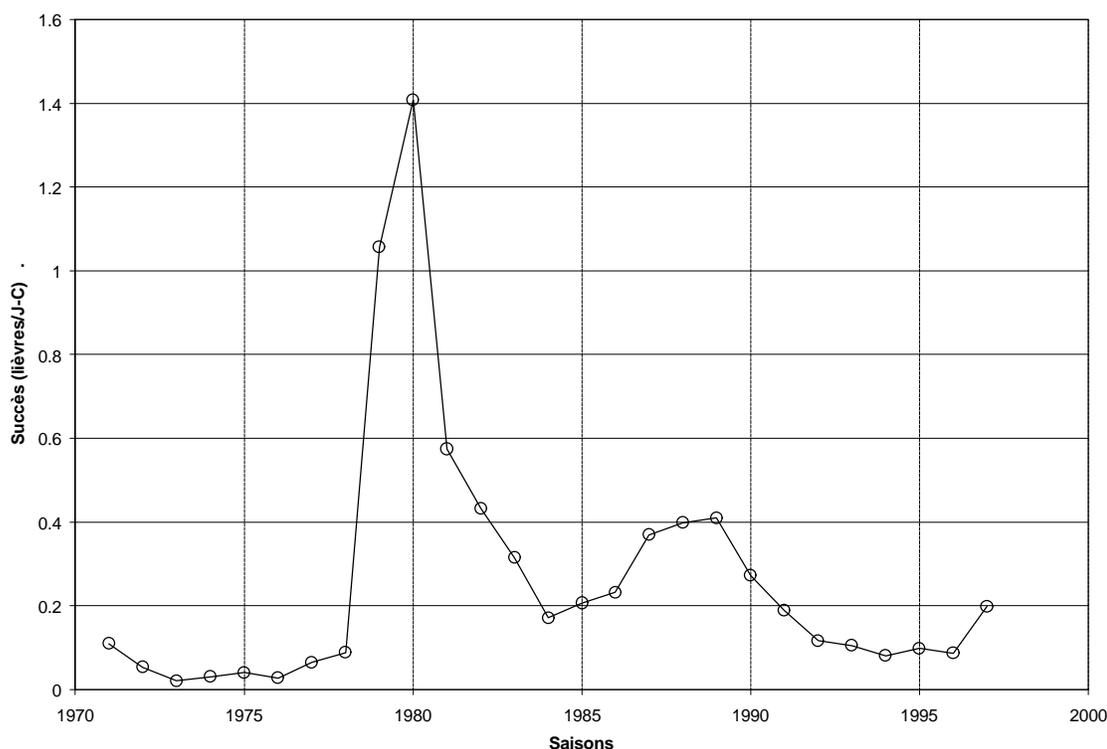


Figure 20 - Variation temporelle du succès total pour toute la province de Québec.

### 3.2 DISCUSSION

Avec des données qui couvrent environ une vingtaine d'années en moyenne, il est difficile de conclure avec certitude quant au caractère cyclique des données. Certes, deux cycles ont été observés, mais ceci ne se compare en rien avec les données produites par Elton et Nicholson (1942), Smith (1983) et Royama (1990). Les données qui ont servi à faire les analyses chronologiques de ces auteurs couvraient une période de plus de 100 ans. Donc, lorsque nous référons à une région cyclique et non-cyclique, nous employons les termes avec prudence. Nous parlons plus de tendance marquée à varier d'une façon cyclique que d'un caractère cyclique démontré.

### 3.2.1 À l'échelle provinciale

La figure 19 montre très bien la variation cyclique de la récolte de lièvres au Québec. Les récoltes antérieures à 1978 sont beaucoup plus faibles que celles des années suivantes. Ceci est probablement relié à l'apparition des ZECs sur le territoire québécois. De plus le système de collecte des données n'est apparu qu'en 1979.

Par conséquent, si on ne considère que les données d'après 1979, les récoltes ont un écart maximal de 52 899 lièvres/an ce qui représente une croissance de 9 fois le point minimal (1996 : 5698 lièvres, les données de 1997 ne sont que partielles). Ceci est nettement inférieur au facteur de croissance de 40 rapporté par Keith (1981) dans sa revue de littérature sur le caractère cyclique du lièvre. Ceci est en accord avec la notion d'un gradient longitudinal centré sur le bassin de l'Athabasca tel qu'observé par Smith (1983) et Keith (1990). Ainsi les cycles du Québec semblent avoir une amplitude plus faible que ceux de l'Alberta.

Si le cycle se poursuit, après avoir atteint des pics en 1980 et 1989, nous devrions normalement observer un nouveau pic entre 1997 et 1999. Selon des données partielles obtenues dans cinq régions, le succès (figure 20) augmente bel et bien en 1997, bien que la récolte ait chuté. Ce qui indique que pour une récolte comparable, un effort moins élevé était nécessaire. Ceci pourrait tout de même indiquer que la population québécoise de lièvres était supérieure en 1997, tel que prévu si l'on accepte l'idée d'un cycle de population au Québec.

### 3.2.2 Évaluation régionale des cycles

Les études de Elton et Nicholson (1942) et de Smith (1983) avançaient l'hypothèse de l'existence d'un cycle des populations de lièvres au Québec. De plus, les résultats de Smith (1983) illustraient des variations quant à l'intensité et la synchronisation du cycle sur le territoire québécois. Ainsi, il nous était possible de supposer que les cycles de l'Ouest québécois auraient une amplitude supérieure et qu'ils péricliteraient légèrement plus tôt que ceux de l'est du Québec. De plus, selon les analyses de Khoeler (1990) et Keith (1990), il nous était également possible de supposer que l'amplitude des cycles au sud du Saint-Laurent seraient plus faibles que l'amplitude de ceux au nord du Saint-Laurent.

Suite à l'analyse des données d'exploitation, seulement quatre régions ont démontré la présence d'un cycle sur leur territoire : le Saguenay-Lac-St-Jean, la Côte-Nord, la Mauricie-Bois-Francs et Chaudière-Appalaches (tableaux 1 à 4 et figures 2 à 4). La plus grande partie du territoire couvert par ces régions est au nord du Saint-Laurent. De plus, ces régions sont toutes dans le centre et dans l'est du territoire québécois. Selon les cartes géographiques publiées dans Smith (1983), il devrait y avoir de six mois à un an de retard entre les cycles des régions Mauricie-Bois-Francs, Saguenay-Lac-St-Jean et Côte-Nord. Les données des pics présentés dans les tableaux 1 à 4 ne révèlent pas de retard d'un an de façon consistante pendant la période de suivi. Cependant, étant donné que les récoltes de chasse sont comptabilisées à l'année, il n'est pas possible de détecter des variations aussi précises que six mois.

L'amplitude des cycles varie grandement entre ces quatre régions (tableau 1 à 4 et figure 2 à 4). L'amplitude dans la région Chaudière-Appalaches est généralement la plus faible. Le Saguenay-Lac-St-Jean, par contre, est la région où les cycles ont les amplitudes les plus grandes. La Mauricie-Bois-Francs et la Côte-Nord, situés de part et d'autre du Saguenay-Lac-St-Jean, ont des amplitudes intermédiaires. Seul le rendement fait exception. En effet, la Mauricie-Bois-Francs est la région où le rendement est le plus faible suivi de Chaudière-Appalaches et de la Côte-Nord (figure 4). Ces observations sont consistantes avec celles de Smith (1983) qui avait classé le territoire appartenant à la Côte-Nord et au Saguenay-Lac-St-Jean à un niveau d'amplitude comparable. Cependant, la forte amplitude observé dans le Saguenay-Lac-St-Jean est peut-être due, en partie, à la pratique de la chasse et du colletage du lièvre qui y sont très populaires (R. Lafond et Y. Lemay, comm. pers.).

Au sud-ouest des trois régions cycliques situées sur la rive nord du Saint-Laurent se trouvent les régions de Lanaudière et des Laurentides. Selon les résultats de Smith (1983), ces deux régions devraient présenter des variations cycliques. Or, comme le démontrent les tableaux 13 et 14 et les figures 12 à 14, nos données ne nous permettent pas de conclure avec certitude quant à la présence d'un cycle, car elles ne remontent pas assez loin dans le temps. De plus, éliminer les données de la réserve Rouge-Matawin, qui représentent environ la moitié des récoltes pour la région des Laurentides, réduit les récoltes en dessous de 1 000 lièvres/an. Ceci nous laisse croire à une baisse de la fiabilité des données. Finalement, l'absence de comptabilisation spécifique de l'effort sous-estime grandement le succès dans cette région.

Également, selon les cartes de Smith (1983), les régions des Laurentides et de Lanaudière devraient avoir des amplitudes comparables à celles de la Mauricie-Bois-Francs. L'étude des graphiques 1 à 3 et 6 à 8 révèlent que l'exploitation dans la région Mauricie-Bois-Francs est effectivement plus élevée que dans les régions Laurentides et Lanaudière. Ainsi, nous observons des écarts maximaux, indices de l'amplitude du cycle, qui sont beaucoup plus faibles dans ces deux régions (Mauricie-Bois-Francs > Lanaudière > Laurentides). Par contre, dans le cas du succès, il faut se rappeler que cet indicateur est sous-estimé dans la région des Laurentides.

Les données suggèrent l'absence de cycle dans trois régions : le Bas-Saint-Laurent, l'Outaouais et la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (tableaux 7 à 9, figures 7 à 9). Ceci est conforme à la cartographie de Smith (1983) qui présente ces régions comme étant des zones qui ne présentaient pas des cycles de périodes égales à celles des autres régions canadiennes. Bien que le Bas-St-Laurent présente un minimum en 1984 et un maximum en 1987 qui pourraient être indicateurs d'un cycle (figure 7 et 8), on ne remarque aucune régularité lorsqu'on remonte plus loin dans le temps. De plus, le maximum de 1987 est totalement déphasé par rapport aux autres régions cycliques qui présentent leur maximum en 1989. Enfin, le succès de chasse (figure 8) est demeuré relativement stable depuis 1991. En présence d'un cycle, le succès aurait dû croître et atteindre un sommet vers 1997.

L'Outaouais et la Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine, quant à elles, sont des régions où les récoltes sont plutôt faibles et où les indicateurs reliés à l'exploitation varient de façon aléatoire d'une année à l'autre. Bien qu'aucun cycle ne semble se manifester dans ces

régions, elles semblent toutes deux avoir connu des indicateurs maximum à la fin des années 1980. Cependant, depuis quelques années, tous les indicateurs sont demeurés relativement bas.

### **3.2.3 Distribution géographique et gradients**

Deux approches sont proposées pour analyser les résultats et tenter de décrire la distribution géographique du cycle du lièvre au Québec. La première approche, plus conservatrice, se limite à l'analyse des quatre régions où nous sommes en mesure de tirer une conclusion quant à la présence d'un cycle. Ainsi, selon cette approche, seules les régions Saguenay-Lac-St-Jean, Mauricie-Bois-Francs, Côte-Nord et Chaudière-Appalaches sont prises en considération.

La deuxième approche est une analyse que nous considérons plus libérale. Celle-ci présume en effet que les régions Laurentides et Lanaudière présentent effectivement des cycles. Cette présomption est basée sur l'hypothèse que les tendances observées pendant les dernières années vont se confirmer au cours des années à venir. Cette prémisse n'est cependant pas confirmée par nos données.

#### **3.2.3.1 Approche conservatrice**

En ne considérant que les quatre régions où nous observons un cycle (Saguenay-Lac-St-Jean, Côte-Nord, Mauricie-Bois-Francs et Chaudière-Appalaches), nous sommes en mesure de constater que trois de ces régions sont situées au nord du Saint-Laurent, couvrant presque le quart de l'aire de distribution du lièvre au Québec. Par ordre d'amplitude du

cycle, on retrouve les régions Mauricie-Bois-Francs, Côte-Nord et Saguenay-Lac-St-Jean. La consultation de la carte géographique (figure 1) révèle que la région Mauricie-Bois-Francs est nettement située plus au sud que les deux autres régions. Donc, seules les régions Saguenay-Lac-St-Jean et Côte-Nord sont dans un axe est-ouest. Puisque les données d'exploitation du Saguenay-Lac-St-Jean ont des amplitudes généralement plus fortes que pour la Côte-Nord, les résultats semblent conformes à l'hypothèse d'un gradient est-ouest. Malheureusement, l'absence de données d'exploitation en Abitibi-Témiscamingue et dans le Nord-du-Québec nous empêche de confirmer l'existence d'un tel gradient.

Une seule région au sud du Saint-Laurent présente un cycle : Chaudière-Appalaches. Avec une seule région, il n'est donc pas possible d'établir un gradient est-ouest au sud du Saint-Laurent. Cependant, la région 12 a des cycles qui sont généralement de plus faible amplitude que la région Mauricie-Bois-Francs. Ceci supporterait également l'hypothèse d'un gradient est-ouest sur le territoire québécois puisque cette dernière est en partie à la même latitude.

Les données de Smith (1983) révèlent un décalage d'environ six mois entre l'Est québécois et l'Ouest québécois. Ce décalage, qui est prédit également par Elton et Nicholson (1942), Smith (1983) et Keith (1990) nous avait permis de formuler l'hypothèse que les cycles dans l'Ouest québécois amorceraient un déclin avant ceux de l'Est québécois. Or, les données d'exploitation sont récoltées sur une base annuelle. Ceci fait en sorte que nous observons des cycles plus ou moins synchrones sur l'ensemble du territoire. Donc, si

le décalage est effectivement d'environ six mois, nous ne sommes pas en mesure de détecter le gradient avec nos mesures.

Pour ce qui est du gradient dans l'axe sud-nord prédit par Khoeler (1990) et Keith (1990), il est possible que ceci se confirme. En effet, les régions de la Mauricie-Bois-Francs et Chaudière-Appalaches ont tous deux des amplitudes plus faibles que pour la région Saguenay-Lac-St-Jean. Selon la réalité géographique présentée à la figure 1, les régions 04 et 12 sont plus au sud que les régions 02 et 09. Ceci supporte l'idée d'un gradient latitudinal.

### 3.2.3.2 Approche libérale

L'approche tolérante est basée sur la prémisse que les cycles des régions Laurentides et Lanaudière vont se confirmer dans les années à venir.

L'examen des données des figures 7 à 9 révèlent que les deux régions à l'ouest de la Mauricie ont des cycles d'amplitude plus faible.

Les régions 15 - Laurentides, 14 - Lanaudière, 04 - Mauricie et 12 - Chaudière-Appalaches sont situées plus au sud que les régions 02 - Saguenay-Lac-St-Jean et 09 - Côte-Nord. Selon nos analyses, les premières auraient des amplitudes plus faibles que les dernières. Ceci supporte l'idée émise par Khoeler (1990) et Keith (1990) qu'il existe un gradient en fonction de la latitude.

L'inclusion des données des Laurentides et de Lanaudière nous permet de constater qu'il semblerait exister une deuxième variation graduelle entre les Laurentides et le

Saguenay-Lac-St-Jean. Ainsi, les régions au sud-ouest du Québec auraient des amplitudes plus faibles que celles situées au nord-est. Pour observer un tel phénomène, en admettant l'existence d'un gradient sud-nord, il est nécessaire qu'un deuxième gradient entre en jeu : un gradient d'orientation ouest-est. C'est-à-dire que les régions à l'ouest auraient des amplitudes plus faibles qu'à l'est. Cette implication contredit notre hypothèse de départ.

Il est possible que cette contradiction apparente soit le résultat d'une fragmentation de l'habitat plus importante dans les régions de l'extrême ouest du gradient. En effet, les Laurentides et Lanaudière sont situées directement au nord de Montréal et soumises à de fortes pressions de développement de la villégiature entraînant une fragmentation de l'habitat. Or, selon Wolff (1981) et Keith (1990), la fragmentation de l'habitat pourrait avoir un impact important sur le cycle du lièvre.

Il est également possible que l'inversion du gradient soit le résultat d'une augmentation de la diversité de l'habitat. Linden (1988) avait remarqué que les petits mammifères de la Scandinavie présentaient des cycles d'amplitude plus grande dans les milieux plus uniformes. C'est peut-être ce que nous observons ici dans la pessière noire de la Côte-Nord et du Saguenay-Lac-St-Jean, plus uniformes que les forêts mixtes des Basses Laurentides (Mauricie-Bois-Francs, Laurentides, Lanaudière).

Nous observons donc ici un gradient sud-nord et un gradient sud-ouest-nord-est qui longe le St.-Laurent. Ce dernier est peut-être attribuable à une variation de la qualité de l'habitat.

### 3.2.4 Données qualitatives

Les indices d'abondance et de tendance sont obtenus à partir d'évaluations subjectives de densité effectuées par les trappeurs. En théorie, ces indices doivent indiquer l'abondance du lièvre et la croissance des populations au fil des ans. Selon Caughley (1980), les estimés de cette nature sont souvent inférieures à la réalité ou très variables, ce qui peut mettre en doute leur validité.

Tout de même, Brand et Keith (1979) avaient utilisé des techniques de sondage pour évaluer l'abondance de la population de lièvres dans neuf régions de l'Alberta. Cependant, les auteurs avaient utilisé une méthode de calcul différente de celle préconisée par le MEF. Leur indice exprimait en pourcentage la valeur cumulative des trappeurs d'une région donnée en fonction de l'étendue possible des données. Pour calculer l'indice dans une région administrative, le MEF fait simplement la moyenne des réponses obtenues au près des trappeurs. Puisque les données recueillies ont un caractère ordinal, une telle approche n'est pas statistiquement valable (Zar 1984). Une moyenne ne peut être calculée que pour des données qui ont un caractère d'intervalle ou de rapport.

De plus, Brand et Keith (1979) avaient validé leur indice en calculant une régression linéaire entre l'abondance estimée par capture-marquage-recapture et l'indice de sept des neuf régions. Une telle validation n'a pas été réalisée au Québec.

Les données de l'indice d'abondance (I/A) et de tendance (I/T) ne couvrent pas une période suffisamment étendue pour nous permettre de nous pencher sérieusement sur le caractère cyclique de ces données. Par contre, nous avons tenté de valider l'indice en

établissant une corrélation entre l'indice et deux indicateurs de l'abondance : la récolte et le succès. Les résultats de ces corrélations démontrent que, dans trois des dix régions étudiées (Mauricie-Bois-Francs, Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine et Lanaudière), ces deux indices n'ont aucun lien avec les indicateurs d'abondance. Par contre, dans les autres régions, nous pouvons constater que l'indice d'abondance (I/A) est beaucoup plus souvent corrélé que l'indice de tendance (I/T) qui ne l'est qu'une seule fois (Bas-St-Laurent). De plus, ces corrélations ne sont jamais significatives avec les récoltes ou le succès de l'année précédente. Ainsi, l'indice d'abondance serait plutôt fidèle au profil des populations tel qu'exprimés par la récolte et aurait même un caractère prédictif dans plusieurs régions (Saguenay-Lac-St-Jean, Côte-Nord, Bas-St-Laurent, Outaouais (succès seulement), Québec et Laurentides).

Pour ce qui est de l'indice de tendance (I/T) en particulier, il n'est pas évident qu'il soit d'une très grande utilité. Ceci se démontre par son très faible taux de corrélation avec les indicateurs d'abondance ainsi que par l'équivoque relié à son interprétation. En effet, il est possible d'interpréter cet indice comme une réflexion de l'optimisme général démontré par les trappeurs pendant une saison ou comme une quantification de la croissance de la population. Bien qu'intéressante cette première interprétation n'apporte pas beaucoup d'information par rapport à la population de lièvres en tant que telle. La deuxième interprétation apporte plus de lumière sur la situation du lièvre dans une région mais c'est une approche plus complexe. Ainsi, il est important pour l'utilisateur de l'indice de parfaitement définir son cadre d'interprétation.

Il est à noter que, dans le cadre des validations des indices d'abondance (I/A) et de tendance (I/T), les  $n$  des corrélations sont très faibles (7 ou 8). Il semble nécessaire de poursuivre ce suivi, si ce n'est que pour vérifier les corrélations présentées dans les tableaux 5, 6, 10, 11, 15 et 16.

Finalement, il faut considérer que ces indices sont relatifs et par conséquent ne donnent aucune idée de l'ampleur de la variation. En effet, en comparant les indices qualitatifs des régions cycliques (figures 5 et 6) nous pouvons constater que les quatre régions ont des variations très similaires. Pourtant, l'examen des données de récolte, du succès et du rendement démontre bien qu'il y ait une importante variation dans l'amplitude des cycles sur les territoires du Saguenay-Lac-St-Jean, de la Mauricie-Bois-Francs, de la Côte-Nord et Chaudière-Appalaches (figures 2, 3 et 4).

### **3.2.5 Critique du suivi en place**

L'étude du suivi en place a permis de relever certaines lacunes. Tout d'abord, il semble qu'il y ait un manque de normalisation entre les régions résultant d'une absence d'un système réellement organisé et normalisé du suivi des prélèvements de lièvres au Québec (R. Lafond comm.pers.). Ce manque de normalisation est caractérisé par des définitions différentes de ce que devrait constituer un suivi des récoltes. Par exemple, la région 15 - Laurentides compte dans ses données d'effort tous les types de chasse (original, cerfs, petite faune, etc.). Ceci a pour effet de grandement sous-estimer le succès sur ce territoire. De plus, certaines régions clefs, comme l'Abitibi-Témiscamingue, ne font tout simplement pas

de suivi approfondi de l'exploitation du lièvre bien que cette dernière semble très propice à l'exploitation du lynx (MEF 1995).

Nous avons également relevé deux réserves qui chevauchaient les frontières des régions : la réserve Rouge-Matawin (Laurentides et Lanaudière) et la réserve La Vérendrye (Outaouais et Abitibi-Témiscamingue). Comme il a été mentionné plus haut, les données de récoltes de la réserve Rouge-Matawin sont comptabilisées deux fois dans la base de donnée Système d'Information sur le Animaux à Fourrure (SIAF) du MEF, une fois pour la région des Laurentides et pour Lanaudière. Ceci a pour effet de surestimer légèrement les récoltes annuelles provinciales. La situation est facilement remédiable en éliminant les données de la réserve de l'une ou l'autre région, solution que nous avons retenue. Par contre, ces calculs supplémentaires augmentent les risques d'erreurs de comptabilité.

Un autre élément qui se dégage de l'étude des données de récolte (figures 2, 7 et 19), de rendement (figures 4 et 9) et, dans une moindre mesure, du succès (figures 3, 8 et 20), c'est que la récolte est fortement influencée par la modification de la gestion de la chasse et du colletage et par le fait même du système de suivi. La démocratisation de la chasse favorisée par l'abolition des clubs privés et la création des ZECs en 1978 a eu pour effet d'augmenter sensiblement le nombre de lièvres comptabilisés, le rendement et souvent le succès de chasse dans les régions. Il semble donc évident que la réglementation de la chasse et du colletage a eu un impact majeur sur la récolte et par conséquent sur le suivi. Ainsi, le suivi à long terme, dans une optique de gestion de population, est donc sensible aux modifications de la réglementation sur la pratique de la chasse et du colletage.

Également, la prémisse d'un suivi des populations, c'est que les facteurs mesurés ont une relation directe avec l'abondance. En effet, Lancia *et al.* (1996), dans leur revue des méthodes d'évaluation de l'abondance, notent que tout indice basé sur la récolte doit remplir une condition essentielle : la probabilité de capture doit être constante. Si tel est le cas, la relation entre l'indice et l'abondance est linéaire. Or, plusieurs études sur diverses espèces de gibier ont démontré que la récolte et l'exploitation n'étaient pas nécessairement reliés avec l'abondance (Lint *et al.* 1995, Clark 1987, Smith et Brisbin 1984, Nichols et Pollock 1983). Cette prémisse n'a pas été confirmée pour le lièvre. Bien qu'il soit peu probable qu'il n'y ait aucune relation entre l'abondance du lièvre et les données d'exploitation, il est possible que cette relation ne soit pas linéaire. Dans un tel cas, il serait possible d'observer un cycle de population, mais il serait impossible d'en juger l'amplitude.

Finalement, d'un point de vue purement administratif, dans certaines régions, les données d'exploitation sont souvent incomplètes. Certains territoires structurés fournissent des données qui sont reconnues pour être sous-estimées certaines années, d'autres ne fournissent pas l'effort de chasse, comme c'est le cas sur la Côte-Nord. Ces variations de la qualité des données nous permettent d'émettre certaines réserves sur la validité d'une estimation de l'abondance du lièvre d'Amérique basée sur la récolte, le succès ou le rendement. Cependant, et c'est là le grand avantage, ces données ne coûtent rien au gouvernement puisqu'elles proviennent des responsables des ZECs et des réserves fauniques ou des trappeurs. Il est à noter qu'à l'origine, l'objectif de cette comptabilisation n'était pas de mesurer précisément la récolte mais plutôt d'en documenter son évolution (R. Lafond, comm. pers.)

Enfin, nous pouvons s'interroger sur la pertinence de certains indices, en particulier l'indice de tendance (I/T). En effet, cet indice est difficile à interpréter et il n'est pas corrélé ni avec la récolte ni avec le succès dans la majorité des régions.

## **4 PROPOSITION DE MISE EN PLACE DE NORMES DE SUIVI DES POPULATIONS DE LIÈVRES AU QUÉBEC**

### **4.1 ÉVALUATION DES MÉTHODES DE SUIVI**

Pour éviter les biais identifiés précédemment, un suivi indépendant de la chasse et du colletage peut s'avérer nécessaire. Pour ce faire, nous avons relevé les méthodes qui ne sont pas reliées à la récolte les plus couramment utilisées pour évaluer l'abondance du lièvre. Trois méthodes ont été retenues : la capture-marquage-recapture (CMR), le dénombrement de crottins et le pistage hivernal. Les autres méthodes relevées dans la littérature dépendent toutes des résultats de chasse ou de colletage.

#### **4.1.1 Capture-Marquage-Recapture (CMR)**

##### **4.1.1.1 Description**

Les techniques de CMR sont couramment utilisées en écologie. Les protocoles expérimentaux varient énormément selon les objectifs d'étude. Plusieurs revues de littérature ont été faites sur le sujet. Lancia *et al.* (1996) se sont basés sur celle de Pollock *et al.* (1990) pour leur analyse des techniques. Caughley (1980), quant à lui, mentionne celles de Seber (1973), Hanson (1967) et Cormack (1968).

Les divers protocoles expérimentaux peuvent être classés selon deux catégories : ceux qui considèrent que la population est fermée (le nombre d'individus dans la population ne varie pas pendant l'expérience) et ceux qui considèrent que la population est

ouverte (le nombre d'individus peut varier). Puisque dans le présent cas le suivi est, par définition, à long terme, nous devons considérer les populations comme étant ouvertes.

Pour des protocoles spécifiques au lièvre, nous nous sommes référés à Feist (1982), Wolff (1982) et surtout à Krebs *et al.* (1986) et Keith (1968). Ces deux derniers ont élaboré et utilisé des systèmes de CMR pour des suivis à long terme.

#### 4.1.1.2 Prémisses

Puisque les populations sont ouvertes, des modèles comme Jolly-Seber ou le modèle robuste de Pollock (Lancia *et al.* 1996) doivent être utilisés. Ces modèles reposent sur les prémisses suivantes :

1. La probabilité de capture est constante entre les individus,
2. La probabilité de survie est constante entre les individus,
3. Les individus ne perdent pas leurs marques et les marques sont toujours observées lors de la capture,
4. Le temps d'échantillonnage est négligeable par rapport à l'intervalle entre les échantillons.

#### 4.1.1.3 Intrants

Les intrants suivants sont nécessaires :

1. Le nombre total d'individus capturés à chaque échantillon,

2. Le nombre total d'individus relâchés après chaque échantillon,
3. L'historique de capture de chaque individu.

#### 4.1.1.4 Extrants

Le modèle Jolly-Seber permet de calculer, à l'aide des intrants mentionnés ci-dessus :

1. Un estimé de la taille de la population à chaque échantillon,
2. Le taux de survie d'une période entre les campagnes d'échantillonnage (mortalité + émigration),
3. Le recrutement exprimé en nombre d'individus que se sont joints à la population (natalité + immigration).

#### 4.1.1.5 Discussion

Cette méthode de suivi comporte plusieurs avantages ; le plus important étant que la mesure est celle d'un nombre d'individus et non un indice de présence ou d'abondance. Elle permet également de mesurer l'état de santé de la population en fonction des éléments de variation de la population (taux de survie et le nombre de recrues). Finalement, plusieurs données complémentaires peuvent être récoltées pendant l'échantillonnage comme : poids des individus, mesures morphométriques, présence de parasites, etc.

Par contre, ceci suppose que les prémisses de cette méthode sont respectées. Or, comme le rapportent Krebs (1989) et Caughley (1980), la prémisse que la probabilité de

capture est constante est souvent violée. Celle-ci peut varier en fonction du climat et de la température et les individus peuvent devenir méfiants ou, au contraire, attirés par le piège. Dans de telles conditions, le CMR ne devient rien de plus qu'un indice d'abondance (Caughley 1980). Il est à noter que généralement pour s'assurer que les marques ne seraient pas perdues ou non identifiées lors des recaptures, on pose une marque sur chaque oreille. Ceci permet de limiter les biais liés à une violation de la prémisse #3.

Finalement, comme nous pouvons constater dans Keith *et al.* (1984) et Krebs *et al.* (1986) cette méthode nécessite un effort d'échantillonnage très élevé. Il en résulte que la méthode de CMR est dispendieuse (cf. Appendice A) principalement à cause du coût des pièges. De plus, étant donné que la fréquence du comportement de déplacement des lièvres varie en fonction des conditions climatiques (J. Théau, comm. pers.), il pourrait s'avérer nécessaire d'augmenter le nombre de jours de capture. Ceci aurait pour effet d'augmenter les coûts de la main d'œuvre.

## **4.1.2 Dénombrement de crottins**

### **4.1.2.1 Description**

L'utilisation d'indices d'abondance n'est pas un phénomène nouveau. L'idée que propose Krebs *et al.* (1987) est que le nombre de crottins observés dans un milieu est directement relié au nombre d'individus dans une population. À cette fin, Ferron *et al.* (1996) ont développé une méthode de dénombrement de crottins basée sur des parcelles permanentes distribuées sur des transects, modifiant ainsi l'approche de Krebs *et al.* (1987). Cette méthode implique un dénombrement annuel des crottins sur des parcelles circulaires

identifiées par des poteaux placés à intervalles réguliers le long d'un ou de plusieurs transects.

#### 4.1.2.2 Prémisses

Cette méthode est basée sur les prémisses suivantes :

1. Le taux de défécation annuel est constant,
2. Le taux de dégradation annuel des fèces est négligeable,
3. Il y a une relation linéaire entre l'indice et le nombre d'individus et/ou la densité.

#### 4.1.2.3 Intrants

Les données suivantes sont nécessaires :

1. Le nombre de crottins par parcelle,
2. La relation entre les crottins et la densité ou les crottins et l'abondance.

#### 4.1.2.4 Extrants

Cette méthode produit les résultats suivants :

1. Un indice d'abondance relative (# crottins/quadrat),
2. Une mesure de l'abondance absolue (si la relation crottins-abondance est connue),

3. Une mesure de la densité (si la relation crottins-densité est connue).

#### 4.1.2.5 Discussion

L'utilisation, chez le lièvre, du dénombrement de crottins est surtout limitée à la mesure de l'utilisation de l'habitat, comme c'est le cas dans Litvaitis *et al.* (1985) et Ferron et Ouellet (1992). Ceci est dû principalement à l'opinion, comme l'exprime Wolff (1982), que : « les crottins ne peuvent être utilisés pour estimer des abondances réelles. » Par contre, les résultats de Krebs *et al.* (1987) tendent à démontrer le contraire car ils observent une relation linéaire significative entre le nombre de crottins et la densité de population de lièvres ( $r=0.94$ ). Ceci soutient la prémisse #3 de Lancia *et al.* (1996) présentée au paragraphe 4.1.2.2. Il est probable qu'une réévaluation de la relation de Krebs *et al.* (1987) (équation 1) en fonction du nombre de parcelles, de l'habitat et de la superficie couverte par le protocole expérimental soit nécessaire, si une mesure de densité était recherchée.

$$r = 0,27 \times C + 0,42$$

Équation 1 – Relation de Krebs *et al.* (1989) entre la densité et le nombre de crottins où  $r$  est la densité en nombre d'individus par hectare et  $C$  est le nombre de crottin par quadrat.

Il existe une deuxième approche pour déterminer l'abondance à l'aide du nombre de crottins. Si le taux annuel de défécation d'un lièvre est connu, il est possible de calculer le nombre d'individus dans la population. C'est une approche qui est utilisée pour le cerf de Virginie (*Odocoileus virginianus*) (Neff 1968). Cependant, il est possible que le taux de

défécation varie en fonction du type de nourriture comme c'est le cas du lapin à queue blanche (Cochran et Stain 1961).

Il est à noter, dans le cas particulier qui nous intéresse, que seul l'indice d'abondance est nécessaire. La variation de la population entraînera une variation proportionnelle de l'indice. L'objectif de l'étude est de mesurer ces variations pour savoir si les populations de lièvres sont plus ou moins abondantes d'une année à l'autre. Une relation quantitative entre le nombre de crottins et le nombre d'individus où la densité n'est donc pas obligatoire éliminant ainsi la nécessité d'avoir l'intrant #2 et les extrants #2 et #3. L'indice suffit pour répondre aux objectifs du suivi.

Cochran et Stain (1961) soulèvent également un problème de sous-estimation de la population étant donné que la décomposition des fèces varie en fonction de la température, de la localisation et de l'alimentation. C'est pour cette raison que Keith *et al.* (1987) et Ferron *et al.* (1996) nettoient les parcelles chaque année. De plus, Keith *et al.* (1987) rapportent que les crottins de lièvre d'Amérique peuvent persister sur le terrain pendant plus de dix ans. De toute manière, si le taux de dégradation des fèces est non négligeable le biais créé serait le même d'une année à l'autre.

Neff (1968) a, quant à lui, constaté que le dénombrement pouvait être sous-estimé puisque les observateurs oublient de compter certains fèces. Ceci aurait pour effet de sous-estimer encore une fois la population. Par contre, dans la mesure où le biais est constant, ceci n'affectera pas indûment l'indice.

Le dénombrement de crottins constitue de plus une méthode peu coûteuse en raison du peu d'équipement nécessaire (cf. Appendice A). C'est une méthode qui nécessite peu de temps d'échantillonnage pour obtenir l'information nécessaire. Ceci contribue à maintenir de faibles coûts de main d'œuvre.

### **4.1.3 Pistage**

#### **4.1.3.1 Description**

Le pistage hivernal est une méthode qui évalue le nombre de pistes laissées par les lièvres dans la neige fraîche. Keith et Windberg (1978) avaient suggéré l'existence d'un lien direct entre le nombre de pistes et le nombre d'individus. Cette idée nous permet d'utiliser la méthode du pistage hivernal pour évaluer l'utilisation de l'habitat par des petits mammifères (Litvaitis *et al.* 1985 ; Thompson *et al.* 1989), pour le suivi de certains animaux à fourrure (Ferron *et al.* 1994) ainsi que pour le gros gibier (Tyson 1959 ; Connolly 1981).

Pour une description des méthodes pouvant s'appliquer au suivi du lièvre, nous nous sommes référés aux études de Thompson *et al.* (1989) et Ferron *et al.* (1994).

#### **4.1.3.2 Prémisses**

Le pistage hivernal est basé sur les prémisses suivantes :

1. Il y a une relation linéaire entre l'indice et le nombre d'individus et/ou la densité,

2. La probabilité de détection des pistes est constante dans le temps.

#### 4.1.3.3 Intrants

Les données suivantes sont nécessaires :

1. Un nombre de pistes par transect,
2. Le type de pistes observées.

#### 4.1.3.4 Extrants

Le pistage hivernal fourni l'extrait suivant :

1. Un indice d'abondance relative (# pistes moyen par unité d'échantillonnage)

#### 4.1.3.5 Discussion

Dans le cas du lièvre, l'utilisation du pistage hivernal s'est surtout limitée à la détermination de l'utilisation de l'habitat (Litvaitis *et al.* 1985 et Thompson *et al.* 1989). Ceci est probablement dû aux difficultés d'application de la méthode. En effet, le pistage hivernal est très dépendant de la température et du climat puisqu'une couche de neige fraîche est essentielle afin d'éviter toute confusion entre des pistes fraîches et des vieilles pistes (Thompson *et al.* 1989 ; Bull *et al.* 1992 ; F. Potvin comm. pers.).

De plus, comme dans le cas du dénombrement de cottins, le déplacement des lièvres est fonction de plusieurs facteurs comme : la profondeur et la qualité de la neige (F. Potvin, comm. pers.), la température, le vent, la pression barométrique (Théau, comm. pers.), la prédation et le niveau d'interactions sociales (Broom 1981).

Ces variations remettent en cause la prémisse #2, c'est à dire que la probabilité de détection le long du transect et entre les transects est constante. Pour réduire les effets de ces variations, il est nécessaire de normaliser les conditions d'évaluation (température, climat, habitat, temps écoulé depuis la dernière neige, épaisseur de neige minimale, etc.). Ces normes peuvent être très difficiles à appliquer à l'échelle québécoise à cause de la grande variabilité des climats et des conditions d'enneigement.

Par contre, l'idée du lien direct entre le nombre de pistes et le nombre d'individus a été vérifiée par Thompson *et al.* 1989. Dans leur étude, ils ont établi une forte corrélation ( $r=0.99$ ,  $p<0,05$  au printemps et  $r=0,97$ ,  $p<0,05$  à l'automne) entre le nombre de captures vivantes et le nombre de pistes dénombrées pendant l'hiver. Ceci suggère effectivement la présence d'une relation linéaire entre l'indice et l'abondance.

Finalement, bien que cette méthode soit moins dispendieuse que le CMR, elle l'est plus que le dénombrement de crottins (cf. Appendice A). Ceci est principalement relié à la normalisation qui accroît le temps de terrain nécessaire à l'obtention des conditions idéales de dénombrement.

## **4.2 DISCUSSION**

### **4.2.1 Choix de la méthode**

Le choix de la méthode que nous proposons doit permettre la mise en place d'un suivi des populations de lièvres à long terme représentatif d'un territoire d'échelle régionale, c'est à dire de plusieurs milliers de kilomètres carrés. Ce suivi doit être indépendant des

conséquences des modifications aux règlements de chasse et de colletage au Québec afin d'éviter les biais relevés plus tôt. De plus, cette méthode doit être normalisée à l'échelle québécoise. Finalement, la mise en œuvre doit être réalisable à des coûts les plus faibles possibles pour des résultats équivalents.

Il est certain qu'une évaluation de l'abondance absolue peut sembler, à prime abord, l'approche à privilégier. Cependant, comme le mentionne Caughley (1980), les biologistes se ruent trop rapidement sur cet outil idéal. Selon les objectifs de l'étude, il n'est pas toujours nécessaire de connaître l'abondance absolue lorsque l'abondance relative suffit. Il est donc essentiel de bien d'identifier les objectifs avant de sélectionner une méthode et d'établir le plan d'échantillonnage. Ceci est d'autant plus important que, dans le cas particulier du suivi du lièvre, l'échelle considérée est très grande dans le temps comme dans l'espace.

Donc qu'est-ce que doit évaluer le suivi ? Dans le cas qui nous intéresse, nous cherchons à établir, avec un certain degré de confiance, les fluctuations de populations dans les diverses régions administratives. De plus, dans les cas où un cycle est observé, nous cherchons à obtenir une évaluation de la fréquence et de l'amplitude des cycles. Pour ce faire, il n'est pas nécessaire de connaître l'abondance absolue. Si des approches indirectes démontrent une relation linéaire avec le nombre d'individus dans la population, ils pourront détecter ces variations.

Les méthodes de capture-marquage-recapture évaluent l'abondance absolue. Bien qu'elles fournissent des données secondaires qui peuvent être intéressantes (rapport des

sexes, variation du poids des individus, taux de survie, recrutement, etc.), ces approches sont coûteuses car elles requièrent un effort d'échantillonnage élevé. Puisque d'autres méthodes moins lourdes suffisent à détecter les fréquences et les amplitudes des cycles, nous ne privilégions pas les approches basées sur la capture-marquage-recapture.

Nous avons évalué deux autres méthodes : le dénombrement de crottins et le pistage hivernal. Chacune de ses approches présente ses difficultés propres. Le pistage est une méthode qui demeure plus dispendieuse, selon la budgétisation présentée en Appendice, que le dénombrement de crottins. Comme la qualité du pistage dépend énormément du climat et de la température, les résultats obtenus peuvent être très variables en fonction de la période d'évaluation choisie (F. Potvin, comm. pers.). Du fait que le dénombrement de crottins s'effectue une fois par année, il intègre les variations climatiques. Ceci réduit d'autant les difficultés reliées à la normalisation de la méthode à l'échelle québécoise. De plus, c'est la méthode la moins coûteuse et la plus facile à mettre en œuvre.

Tableau 17 - Résumé du rapport coûts-bénéfices des trois méthodes retenues.

Chaque méthode est classée selon certains critères (+1=avantage, 0=neutre, -1=inconvénient). Le total des points est ensuite calculé.

	CMR	Crottins	Pistage
<b>Application à un grand territoire</b>	-1	0	0
<b>Types de données obtenues</b>	+1	0	0
<b>Coûts</b>	-1	+1	0
<b>Complexité de mise en œuvre</b>	-1	+1	-1
<b>Total</b>	-2	+2	-1

C'est en effet ce qui ressort de l'analyse coûts-bénéfices présentée au tableau 17.

Nous pouvons constater que bien que la CMR produit les données de plus grande précision,

ce n'est pas une méthode à privilégier. En effet, les coûts qui y sont reliés rendent cette approche moins intéressante et elle peut être difficile à appliquer sur un grand territoire. De plus, l'intensité de l'échantillonnage peut rendre la mise en œuvre d'un suivi basé sur la CMR très complexe.

Nous pourrions nous attendre à ce que le pistage soit une méthode alternative peu coûteuse et intéressante. Or, la normalisation de l'échantillonnage et les risques d'annulation encourus par le pistage hivernal rendent cette méthode plus coûteuse que le dénombrement de crottin. De plus, les difficultés reliés à la normalisation de l'échantillonnage rendent la mise en œuvre très complexe. Par contre, cette méthode ne requiert que des coûts de main-d'œuvre et peu de matériel.

Ainsi, la technique du dénombrement de crottins semble se démarquer par rapport aux deux autres.

#### **4.2.2 Choix d'un plan d'échantillonnage pour le dénombrement de crottins**

Dans la budgétisation, présentée à l'appendice A, nous avons formulé trois stratégies : un plan d'échantillonnage où le nombre de sites relevés est fixe, une approche stratifiée en fonction de la superficie de la région administrative et une approche dans laquelle les territoires structurés où le lièvre est présent sont échantillonnés. Ces trois formules impliquent des efforts d'échantillonnage très variés.

Il est certain que pour diminuer les effets de la superficie de la région sur la lecture de l'indice, une approche stratifiée serait de mise. Cependant, cette approche nécessite une réévaluation du plan d'échantillonnage après la première année pour vérifier si les strates choisies correspondent bien à la variance observée et les modifier au besoin. Dans ce cas, nous perdons effectivement la première et la deuxième année de données. En conséquence, nous ne pouvons recommander une telle approche.

L'échantillonnage de tous les territoires structurés n'est pas l'approche retenue, car elle est plus coûteuse qu'un échantillonnage stratifié. De plus, ce plan d'échantillonnage nécessite un nombre élevé d'ententes avec les ZECs pour le maintien et la protection des sites d'échantillonnage. Il n'est pas garanti que celles-ci seraient toutes prêtes à investir temps et effort dans un tel plan. De plus, la rareté ou la non-représentativité de ces territoires dans certaines régions pourraient mettre en doute la qualité de l'indice obtenu.

L'échantillonnage fixe est l'approche la moins coûteuse. Pour obtenir une mesure de la variance, trois réplicats sont nécessaires (Zar 1984). Un choix judicieux des sites d'échantillonnage doit être fait pour que l'évaluation de la population soit représentative de la région. Il est à noter que plus la taille de la région évaluée est petite, plus l'effort d'échantillonnage relatif est grand. Ceci donnera plus de poids aux échantillons des petites régions que celles des grandes. Cependant, en raison de ses faibles coûts, nous privilégions cette approche. Le nombre exact de sites peut être établi en fonction des budgets alloués au suivi.

### 4.2.3 Description normative de la méthode du dénombrement de crottins

1. Les sites d'échantillonnage doivent d'abord privilégier les réserves qui sont mieux adaptées à la mise en place d'un système de suivi notamment en raison du cadre législatif qui régit ses établissements. Ensuite, les ZECs peuvent servir de site d'échantillonnage si le lièvre y est présent et lorsque des ententes avec les organismes gestionnaires peuvent être mises en place. La présence d'habitats appropriés tel que décrits plus bas est évidemment un critère fondamental.
2. Les peuplements denses (obstruction > 85 %) de conifères de 2,4 à 4,8 m sont les zones qui servent d'abri au lièvre tant en été qu'en hiver (Ferron *et al.* 1996). Puisque ces zones sont utilisées à l'année longue ce sont les endroits où la densité moyenne annuelle est la plus élevée même en bas de cycle. L'âge de ces peuplements varie en fonction du temps nécessaire à la croissance de ou des essences arborescentes présentes qui varient selon la qualité du site. Si  $x$  est le temps nécessaire pour qu'un arbre de l'espèce dominante atteigne une hauteur de 2,4 m, le peuplement devrait être âgé entre  $x$  et  $2x$ . En moyenne, ceci représente un peuplement de conifères âgé entre 13 et 25 ans.
3. Dans chaque territoire choisi, un minimum de trois grilles semi-permanentes de 700 m x 700 m (49 ha) sont placées (Litvaitis *et al.* 1985 ; Ferron et Ouellet 1992 ; Ferron *et al.* 1996). La compilation des données pourra se faire tant sur une base territoriale que régionale. Le gestionnaire régional aurait ainsi un outil

de gestion très précis qui lui permettrait de moduler la récolte d'un territoire à l'autre.

4. Chaque grille devrait être séparée d'un minimum de 500 m pour éviter de compter un lièvre deux fois. Cette mesure est basée sur la prémisse qu'un lièvre a un domaine vital moyen pouvant atteindre 17 ha dans la pessière noire, ce qui représente un carré de 412 m x 412 m. L'espacement des grilles de 500 m devrait éviter le chevauchement des domaines vitaux.
5. Les grilles sont composées de sept (7) transects de 700 m chacun séparés mutuellement par 100 m. Le long de ces transects, un piquet d'arpenteur est placé tous les 50 m (Litvaitis *et al.* 1985 ; Ferron et Ouellet 1992 ; Ferron *et al.* 1996). Les piquets sont identifiés selon un code alphanumérique (ex. transect A, poteau #1 = A1).
6. À l'aide d'un mètre, mesurez un cercle de 1 m de rayon centré sur le poteau. Dénombrez le nombre de crottins de lièvres puis nettoyez la parcelle.
7. Le dénombrement de crottins doit être fait **tous les ans** pour permettre le suivi. Lorsqu'une année est sautée, les mesures récoltées représentent deux années et la répartition du nombre de crottins entre ces deux années sont inconnue. Ceci crée un biais important qui peut fausser les résultats.
8. Les grilles peuvent servir d'une année à l'autre tant et aussi longtemps que le peuplement sert d'abri d'hiver et d'été au lièvre. Lorsque le peuplement atteint

le stade 2x, il est nécessaire de déplacer la grille. Normalement, si un site est choisi lorsque le peuplement atteint 2,4 m de hauteur, l'emplacement de la grille devrait demeurer valide pendant 10 ans.

9. Les mesures devraient être prises après la fonte des neiges juste avant que les strates herbacée et arbustive ne recouvrent le sol en général, vers la fin avril et le début mai. Cette période permet de réaliser l'échantillonnage sur un substrat un peu plus sec qu'immédiatement après la fonte des neiges. De plus, l'absence ou la faible densité de la végétation de la strate herbacée rend la surface des parcelles bien visible, ce qui évite d'omettre de dénombrer des crottins.
10. Il est possible que pendant la durée de vie d'une grille d'échantillonnage, un ou plusieurs poteaux cassent ou disparaissent. Dans une telle situation, les poteaux doivent être remplacés. Les parcelles doivent être notées. Cependant, puisque les poteaux sont à intervalles réguliers, le dénombrement peut être effectué l'année même du remplacement.

## 5 CONCLUSION

La connaissance du cycle du lièvre est très utile pour gérer le piégeage du lynx. Puisque ce prédateur suit les cycles décennaux de sa proie avec un retard d'au plus deux ans, la connaissance précise du cycle du lièvre pourrait permettre de prédire les tendances des populations de lynx. De plus, le lièvre est une proie importante de plusieurs espèces de la forêt boréale dont le coyote, la martre, le pékan et plusieurs rapaces.

Cependant, avant de pouvoir utiliser un tel outil de gestion, il est nécessaire de détenir les bonnes données de base. Les gradients identifiés dans la littérature mettent en doute l'idée d'un cycle synchronisé et d'amplitude dans toutes les régions du Québec. Il est donc important de vérifier l'existence du cycle et d'en décrire les caractéristiques.

Selon l'analyse des données actuellement disponibles, il existerait effectivement deux gradients d'amplitudes. Le premier aurait une orientation sud-nord, le deuxième une orientation est-ouest. Cependant, en l'absence de suivi en Abitibi-Témiscamingue nous ne pouvons confirmer cette dernière tendance. Pour ce qui est du synchronisme des cycles, bien que les données n'aient pas une très grande précision, il semble que les cycles détectés dans les régions de la Côte-Nord, du Saguenay-Lac-St-Jean, Chaudière-Appalaches et Mauricie-Bois-Francs soient à peu près synchrones.

Par contre, l'analyse des données d'exploitation nous a permis de relever plusieurs biais qui mettent en doute la validité d'un suivi des populations de lièvres basé sur la récolte

ou les autres données d'exploitation. À la lumière de cette analyse, il est nécessaire que les gestionnaires considèrent des méthodes alternatives de suivi du lièvre.

La mise en place d'un système de suivi de populations, standardisé et de faible coût, pourrait permettre une évaluation plus fine de l'état des populations régionales de lièvres. Notre analyse coûts-bénéfices démontre qu'un suivi du lièvre basé sur le dénombrement de crottins serait à la fois peu coûteux et très efficace pour mesurer les variations, périodes et amplitudes des cycles de populations.

À la suite de cette étude, nos recommandations pour améliorer le suivi du lièvre d'Amérique sur le territoire québécois sont les suivantes :

1. Poursuivre le suivi de l'exploitation dans tous les territoires fauniques structurés de toutes les régions administratives du Québec. Le suivi demeure encore une source d'information importante malgré les biais auxquels il est soumis. L'abandon du suivi de l'exploitation causerait une perte importante de données pour le ministère. La cueillette des informations de ce type devrait, par contre, être normalisée entre les régions (chasse vs colletage, effort de chasse, etc.)
2. En raison de l'importance qu'elle peut avoir au niveau des gradients de populations, la région de l'Abitibi-Témiscamingue devrait faire l'objet d'un suivi des populations car le piégeage du lynx y est important. Un suivi du lièvre dans cette région nous permettrait de mieux comprendre la dynamique lièvre-lynx et ainsi mieux gérer ces deux espèces.

3. En raison des biais inhérents au système de suivi en place, les gestionnaires du ministère devraient considérer entreprendre un suivi complémentaire des populations de lièvre. Ceci s'avère particulièrement important dans les régions qui actuellement ne font l'objet d'aucun suivi et où le lynx est présent. Un tel suivi permettrait aux biologistes d'avoir un aperçu plus fiable des tendances des populations, mais surtout une évaluation plus précise de l'amplitude des variations des populations de lièvres. Plus ces variations seront grandes plus les impacts sur le lynx et les autres prédateurs seront importants. Également, la mise en place d'un système de suivi complémentaire pourrait permettre de valider le suivi de la récolte, du succès, du rendement et des indices qualitatifs. La méthode recommandée est celle du dénombrement de crottins.
  
4. Une des prémisses sur lesquelles repose la gestion du lynx est que lorsque les populations de lièvres suivent des variations cycliques, les populations de lynx le font aussi. La présente étude n'a pas abordé cette analyse. Dans l'optique où le MEF désire utiliser le suivi des populations de lièvres pour administrer la récolte du lynx, il serait essentiel de vérifier cette prémisse.

Une application de ces recommandations permettra aux biologistes et gestionnaires d'acquérir une meilleure connaissance de la situation régionale du lièvre d'Amérique. Ceci implique une capacité à mieux gérer notre faune et ainsi assurer la pérennité de nos ressources naturelles.

## 6 BIBLIOGRAPHIE

- Alain, G. 1986. Plan tactique : le lièvre d'Amérique. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction générale de la faune, Québec, 40 p.
- Bittner, S.L. et O.J. Rongstad. 1982. Snowshoe Hare Allies *dans* Wild Mammals of North America : biology, management, economics. J.A. Chapman & G.A. Folhamer (éds). Johns Hopkins University Press. Baltimore. pp. 146-163.
- Boutin, S., C.J. Krebs, R. Boonstra, M.R.T. Dale, S.J. Hannon, K. Martin, A.R.E. Sinclair, J.N.M. Smith, R. Turkington, M. Blower, A. Byrom, F.I. Doyle, C. Doyle, D. Hik, L. Hofer, A. Hubbs, T. Karels, D.L. Murray, V. Nams, M. O'Donoghue, C. Rohner et S. Schweiger. 1995. Population changes of the vertebrate community during a snowshoe hare cycle in Canada's boreal forest. *Oikos* **74**: 69-80.
- Brand, C.J. et L.B. Keith. 1979. Lynx demography during a snowshoe hare decline in Alberta. *J. Wildl. Manage.* **43(4)**: 827-849.
- Broom, D.M. 1981. Biology of behaviour. Cambridge University Press. Cambridge.
- Bull, E.L., R.S. Holthausen et L.R. Bright. 1992. Comparaison of 3 techniques to monitor marten. *Wildl. Soc. Bull.* **20**:406-410.
- Caughley, G. 1980. Analysis of Vertebrate Populations. John Wiley and Sons. Toronto. 234pp.
- Chitty, D. et H. Chitty. 1942. The snowshoe rabbit enquiry, 1939-1940. *Can. F. Nat.* **56**: 17-21.
- Chochran, G.A. et H.J. Stains. 1961. Deposition and decomposition of fecal pellets by cottontails. *J. Wildl. Manage.* **25**:432-435.
- Clark, W.R. 1987. Effects of harvest on annual survival of muskrats. *J. Wildl. Manage.* **51 (2)** : 265-272.
- Connolly, G.E. 1981. Assessing populations. *Dans* O.C. Wallmo (ed.) Mule and black-tailed deer of North America, Univ. Nebraska Press, Lincoln, pp. 287-345.
- Cormack, R.M. 1968. The statistics of capture-recapture methods. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **6**:455-506.

- Elton, C. et M. Nicholson. 1942. The ten-year cycle in numbers of the lynx in Canada. *J. Anim. Ecol.* **11**:215-244.
- Feist, D.D. 1982. Snowshoe Hare (Alaska) *dans* Davis, D.E. (éd.) CRC Handbook of Census Methods for Terrestrial Vertebrates. CRC Press, USA, p. 139.
- Ferron, J., R. Couture et Y. Lemay, 1996. Manuel d'aménagement des boisés privés pour la petite faune. Fédération de la Faune du Québec, Sainte-Foy, 206 p.
- Ferron, J. et J.P. Ouellet. 1992. Daily partitioning of summer habitat and use of space by the snowshoe hare in southern boreal forest. *Can. J. Zool.* **70** : 2178-2183.
- Ferron, J., J.P. Ouellet et S. Tremblay. 1994. Revue critique des méthodes de suivi des populations de lynx du Canada. Ministère de l'Environnement et de la Faune, Québec. 25 p.
- Fox, J.F. 1978. Forest fires and the snowshoe hare-Canada lynx cycle. *Oecologia*, **31**: 349-374.
- Green, R.G., C.L. Larson et J.F. Bell. 1939. The canadian snowshoe rabbit inquiry, 1934-35. *Can. F. Nat.* **50**: 71-81.
- Hanson, W.R. 1967. Estimating the density of an animal population. *J. Res. Lepidoptera.* **6**:203-247.
- Hansson, L. et H. Henttonen. 1985. Gradients in density variations of small rodents : the importance of latitude and snow cover. *Oecologia.* **67**: 394-402.
- Keith L.B., J.R. Cary, O.J. Rongstad et M.C. Brittingham. 1984. Demography and ecology of a declining snowshoe hare population. *Wildl. Monogr.* **90**:1-43.
- Keith, L.B. 1963. Wildlife's ten-year cycle. Univ. Wisconsin Press, Madison.
- Keith, L.B. 1981. Population dynamics of hares. *Dans*. Proceedings of the World Lagomorph Conference held in Guelph, Ontario August 1979. K. Meyers et C.D. MacInnes (ed.), University of Guelph, Guelph, pp. 395-440.
- Keith, L.B. 1990. Dynamics of snowshoe hare populations. *Dans* Current mammalogy. *Edité par* H.H. Genoways. Plenum Press, New York. pp. 119-195.
- Keith, L.B. et L.A. Windberg. 1978. A demographic analysis of the snowshoe hare cycle. *Wildl. Monogr.* **58**:1-70.

- Keith, L.B., E.C. Meslow et O.J. Rongstad. 1968. Techniques for snowshoe hare studies. **32(4)**:801-812.
- Keith, L.B., J.R. Cary, O.J. Rongstad et M.C. Brittingham. 1984. Demography and ecology of a declining snowshoe hare population. *Wildl. Monogr.* **90**:1-43.
- Keith, L.B., S.E.M. Bloomer et T. Willebrand, 1993. Dynamics of a snowshoe hare population in fragmented habitat. *Can. J. Zool.*, **71** : 1385-1392.
- Koehler, G.M. 1990. Snowshoe hare, *Lepus americanus*, use of forest successional stages and population changes during 1985-1989 in north central Washington. *Can. F. Nat.*, **105** : 291-293.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins. New York. 656pp.
- Krebs, C.J., B.S. Gilbert, S. Boutin, A.R.E. Sinclair et J.N.M. Smith. 1986. Population Biology of Snowshoe Hares I. Demography of food-supplemented populations in the Southern Yukon, 197-1984. *J. Anim. Eco.* **55**:963-982.
- Krebs, C.J., B.S. Gilbert, S. Boutin et R. Boonstra. 1987. Estimation of snowshoe hare population density from turd transects. *Can. J. Zool.* **65**:565-567.
- Krebs, C.J., R. Boonstra, S. Boutin, M. Dale, S. Hannon, K. Martin, A.R.E. Sinclair, J.N.M. Smith et R. Turkington. 1992. What drives the snowshoe hare cycle in Canada's Yukon? *Dans Wildlife 2001: Populations*. D.R. McCulloch et R.H. Barrett (éd.). Elsevier Applied Science, London. pp. 886-896.
- Krebs, C.J., S. Boutin, R. Boonstra, A.R.E. Sinclair, J.N.M. Smith, M.R.T. Dale, K. Martin et R. Turkington. 1995. Impact of food and predation on the snowshoe hare cycle. *Science*, **269**: 1112-1115.
- Lancia, R.A., J.D. Nichols et K.H. Pollock. 1996. Estimating the number of animals in wildlife populations *dans* T.A. Bookhout (éd.) *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitat*. 5<sup>e</sup> édition. The Wildlife Society, Bethesda, Md. p. 215-253.
- Linden, H. 1988. Latitudinal gradients in predator-prey interactions, cyclicity and synchronism in voles and small game populations in Finland. *Oikos*, **52**: 341-349.
- Lint, J.R., B.D. Leopold et G.A. Hurst. 1995. Comparison of abundance indexes and population estimates for wild turkey gobblers. *Wild. Soc. Bull.*, **23 (2)** : 164-168.
- Litvaitis, J.A., J.A. Sherburne, J.A. Bissonette. 1985. A comparison of methods used to examine snowshoe hare habitat use. *J. Wildl. Manage.* **49(3)**:693-695.

- MacLulich, D.A. 1937. Fluctuations in numbers of the varying hare (*Lepus americanus*). Univ. Toronto Studies, Biol. Ser. **43**: 1-136.
- MEF 1995. Plan de gestion du lynx du Canada au Québec 1995 : Objectifs de gestion et stratégie d'exploitation. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Québec. 30p.
- MEF 1996, Compte rendu du neuvième atelier sur les animaux à fourrure tenu du 5 au 8 décembre 1995 à Québec. Ministère de l'Environnement et de la Faune du Québec, Service de la faune terrestre. pp. 247-260.
- Moran, P.A.P. 1949. The statistical analysis of the sunspot and lynx cycle. *J. Anim. Ecol.* **18**: 115-116.
- Mowat, G., B.G. Slough et S. Boutin. 1996. Lynx recruitment during a snowshoe hare population peak and decline in southwest Yukon. *J. Wildl. Manage.* **60(2)** : 441-452.
- Neff, N.J. 1968. The pellet-group count technique for big game trend, census and distribution : A review. *J. Wildl. Manage.* **32(3)**:597-614.
- Nellis, C.H., S.P. Wetmore et L.B. Keith. 1972. Lynx-prey interactions in central Alberta. *J. Wildl. Manage.* **36(2)** : 320-329.
- Nichols, J.D. et K.H. Pollock. 1983. Estimation methodology in contemporary small mammal capture-recapture studies. *J. Mamm.* **64 (2)** : 253-260.
- O'Donoghue, M. et C.J. Krebs. 1992. Effects of supplemental food on snowshoe hare reproduction and juvenile growth at a cyclic population peak. *J. Anim. Eco.*, **61**: 631-641.
- O'Donoghue, M., S. Boutin, C.J. Krebs et E.J. Hofer. 1997. Numerical responses of coyotes and lynx to the snowshoe hare cycle. *Oikos*, **80** : 150-162.
- Pollock, K.H., J.D. Nichols, C. Brownie et J.E. Hines. 1990. Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wild. Monogr.* **107**:1-97.
- Poole, K.G. 1994. Characteristics of an unharvested lynx population during a snowshoe hare decline. *J. Wildli. Manage.* **58(4)** : 608-618.
- Royama, T. 1992. Analytical population dynamics. Chapman et Hall, London. 359p.
- Seber, G.A.F. 1973. The Estimation of Animal Abundance and Related Parameters. Griffin. London.

- Smith, C.H. 1983. Spatial trends in Canadian Snowshoe Hare, *Lepus americanus*, population cycles. *Can. F. Nat.* **97(2)** : 151-160.
- Smith, L.M. et I.L. Brisbin. 1984. An evaluation of total trapline captures as estimates of furbearer abundance. *J. Wildl. Manage.* **48 (4)** : 1452-1455.
- Stenseth, N.C. 1995. Snowshoe hare populations: squeezed from below and above. *Science* **269**: 1061-1062.
- Thompson, I.D., I.J. Davidson, S. O'Donnell et F. Brazeau. 1989. Use of track transects to measure the relative occurrence of some boreal mammals in uncut forest and regeneration stands. *Can. J. Zool.* **67**:1816-1823.
- Todd, A.W. et L.B. Keith. 1983. Coyote demography during a snowshoe hare decline in Alberta. *J. Wildl. Manage.* **47(2)**: 394-404.
- Tyson, E.L. 1959. A deer drive vs track census. *Trans. North. Am. Wildl. Nat. Resour. Conf.* **24**:457-464.
- Ward, R.M.P. et C.J. Krebs. 1985. Behavioural responses of lynx to declining snowshoe hare abundance. *Can. J. Zool.*, **63**: 2817-2824.
- Wilkinson, L., G. Blank et C. Gruber. 1996. *Desktop Data Analysis with Systat*. Prentice-Hall, New Jersey. 797 p.
- Wolff, J.O. 1981. Refugia, dispersal, predation, and geographic variation in snowshoe hare cycles. *Dans* Proceedings of the World Lagomorph Conference held in Guelph, Ontario, August 1979. K. Meyers et C.D. MacInnes (éd.). University of Guelph, Guelph. pp. 441-449.
- Wolff, J.O. 1982. Snowshoe Hare *dans* Davis, D.E. (éd.) *CRC Handbook of Census Methods for Terrestrial Vertebrates*. CRC Press, USA, pp. 140-141.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. 2<sup>e</sup> édition. Prentice-Hall, New Jersey. 718 p.

**APPENDICE A : BUDGÉTISATION DES MÉTHODES DE CMR, DÉNOMBREMENT DE CROTTINS ET PISTAGE HIVERNAL SELON CERTAINS SCÉNARIOS.**

Tableau 18 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la première année de capture-marquage-recapture

**Évaluation budgétaire par territoire structuré**

**Matériel**

<i>Piège Tomahawk (unité)</i>		60.00 \$	
<i>Nombre de cages (1)</i>	X	108	
<b>Pièges total</b>		6 480.00 \$	6 480.00 \$
<i>Marques lièvres (unité)</i>		0.20 \$	
<i>Nombre de marques</i>	X	200	
<b>Marques total</b>		40.00 \$	40.00 \$
<i>Luzerne (2)</i>		210.00 \$	
<i>Pommes (3)</i>	+	270.00 \$	
<b>Appâts total</b>		480.00 \$	480.00 \$

**Salaires**

<i>2 Techniciens (tarif horaire)</i>		40.00 \$	
<i>Heures budgétées</i>	X	89.0	
<b>Salaires techniciens</b>		3 560.00 \$	3 560.00 \$

**Budgétisation des heures**

<i>Temps d'installation (4)</i>	9.0
<i>Temps d'échantillonnage (5)</i>	80.0
<b>Total (heures)</b>	89.0

**Déplacements**

<i>Allocation au kilomètre</i>		0.30 \$	
<i>Km alloués</i>	X	600	
<b>Voiture (6)</b>		180.00 \$	180.00 \$
<i>Allocation quot. Nourriture</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	12	
<i>Nombre de techniciens</i>	X	2	
<b>Nourriture</b>		1 200.00 \$	1 200.00 \$
<i>Allocation quot. Hébergement</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	12	
<b>Hébergement</b>		600.00 \$	600.00 \$
<b>Total</b>			12 540.00 \$

(1) Basé sur trois grilles de 6x6 (36 stations) avec 75 m d'espacement entre les pièges et entre les virées. Chaque grille a une superficie de 14 ha (Feist 1982)

(2) Basé sur une moyenne de 7.00 \$ de luzerne par grille par jour à raison de deux relevés par jour (Etcheverry comm. pers.)

(3) Basé sur une pomme par cage par relevé au prix de 2,50 \$ pour 20 pommes. Deux relevés par jours sont inclus dans cet estimé

(4) Le temps d'installation est très variable en fonction du couvert. Estimé basé sur l'installation de grilles à Pohénégamok à l'été 1998 (Etcheverry comm. pers.)

(5) Basé sur 10 jours de CMR à deux relevés par jour pour réduire la mortalité juvénile (Feist 1982). Suppose que la couverture d'une grille nécessite environ 2 hrs.

(6) Présume que la voiture/camion n'est pas fourni par le MEF, que les techniciens utilisent leur propre véhicule.

Tableau 19 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la deuxième année et les années subséquentes de capture-marquage-recapture

**Évaluation budgétaire par territoire structuré**

**Matériel**

<i>Marques lièvres (unité)</i>		0.20 \$	
<i>Nombre de marques</i>	X	200	
<b>Marques total</b>		40.00 \$	40.00 \$
<i>Luzerne (1)</i>		210.00 \$	
<i>Pommes (2)</i>	+	270.00 \$	
<b>Appâts total</b>		480.00 \$	480.00 \$

**Salaires**

<i>2 Techniciens (tarif horaire)</i>		40.00 \$	
<i>Heures budgétées</i>	X	89.0	
<b>Salaires techniciens</b>		3 560.00 \$	3 560.00 \$

**Budgétisation des heures**

<i>Temps d'installation (3)</i>	9.0
<i>Temps d'échantillonnage (4)</i>	80.0
<b>Total (heures)</b>	89.0

**Déplacements**

<i>Allocation au kilomètre</i>		0.30 \$	
<i>Km alloués</i>	X	600	
<b>Voiture (5)</b>		180.00 \$	180.00 \$
<i>Allocation quot. Nourriture</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	12	
<i>Nombre de techniciens</i>	X	2	
<b>Nourriture</b>		1 200.00 \$	1 200.00 \$
<i>Allocation quot. Hébergement</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	12	
<b>Hébergement</b>		600.00 \$	600.00 \$
<b>Total</b>		6 060.00 \$	

(1) Basé sur une moyenne de 7,00 \$ de luzerne par grille par jour à raison de deux relevés par jour (Etcheverry comm. pers.)

(2) Basé sur une pomme par cage par relevé au prix de 2,50 \$ pour 20 pommes. Deux relevés par jours sont inclus dans cet estimé

(3) Le temps d'installation est très variable en fonction du couvert. Estimé basé sur l'installation de grilles à Pohénégamok à l'été 1998 (Etcheverry comm. pers.)

(4) Basé sur 10 jours de CMR à deux relevés par jour pour réduire la mortalité juvénile (Feist 1982). Suppose que la couverture d'une grille nécessite environ 2 hrs.

(5) Présume que la voiture/camion n'est pas fourni par le MEF, que les techniciens utilisent leur propre véhicule.

Tableau 20 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la première année de dénombrement de crottins

**Évaluation budgétaire par territoire structuré**

**Matériel**

<i>Piquets d'arpenteurs</i>		0.50 \$	
<i>Nombre de piquets (1)</i>	X	298	
<b>Piquets total</b>		149.00 \$	149.00 \$

**Salaires**

<i>1 Technicien (tarif horaire)</i>		20.00 \$	
<i>Heures budgétées</i>	X	22.5	
<b>Salaires techniciens</b>		450.00 \$	450.00 \$

**Budgétisation des heures**

<i>Temps d'installation (2)</i>	10.0
<i>Temps d'échantillonnage (3)</i>	12.5
<b>Total (heures)</b>	22.5

**Déplacements**

<i>Allocation au kilomètre</i>		0.30 \$	
<i>Km alloués</i>	X	600	
<b>Voiture (4)</b>		180.00 \$	180.00 \$
<i>Allocation quot. Nourriture</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	3	
<i>Nombre de techniciens</i>	X	1	
<b>Nourriture</b>		150.00 \$	150.00 \$
<i>Allocation quot. Hébergement</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	3	
<b>Hébergement</b>		150.00 \$	150.00 \$
<b>Total</b>			1 079.00 \$

(1) Basée sur trois zones d'échantillonnage de 49 ha (700mX700m). Il y a un poteau à tous les 50 m sur un transect et les transects sont placés à 100 m d'intervalle. (Ferron et al 1996, Litvatis et al. 1985)

(2) Basée sur une installation de 2 minutes par poteau déplacement inclus (Ferron comm. pers.).

(3) Le temps d'échantillonnage est dépendant de la densité du couvert végétal. Le temps moyen est basé sur 1 minute de dénombrement par poteau et 1.5 minute de déplacement entre les poteaux (Cusson comm. pers.).

(4) Présume que la voiture/camion n'est pas fourni par le MEF, que les techniciens utilisent leur propre véhicule.

Tableau 21 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la deuxième année et les années subséquentes de dénombrement de crottins

**Évaluation budgétaire par territoire structuré**

<b>Salaires</b>			<b>Budgétisation des heures</b>	
1 Technicien (tarif horaire)		20.00 \$		
Heures budgétées	X	12.5	←	<u>Temps d'échantillonnage (1)</u> 12.5
<b>Salaires techniciens</b>		250.00 \$	250.00 \$	<u>Total (heures)</u> 12.5
<b>Déplacements</b>				
Allocation au kilomètre		0.30 \$		
Km alloués	X	600		
<b>Voiture (2)</b>		180.00 \$	180.00 \$	
Allocation quot. Nourriture		50.00 \$		
Nombre de jours	X	2		
Nombre de techniciens	X	1		
<b>Nourriture</b>		100.00 \$	100.00 \$	
Allocation quot. Hébergement		50.00 \$		
Nombre de jours	X	2		
<b>Hébergement</b>		100.00 \$	100.00 \$	
<b>Total</b>			630.00 \$	

(1) Le temps d'échantillonnage est dépendant de la densité du couvert végétal. Le temps moyen est basé sur 1 minute de dénombrement par poteau et 1.5 minute de déplacement entre les poteaux (Cusson comm. pers.).

(2) Présume que la voiture/camion n'est pas fourni par le MEF, que les techniciens utilisent leur propre véhicule.

Tableau 22 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la première année de pistage hivernal

**Évaluation budgétaire par territoire structuré**

**Matériel**

<i>Ruban d'identification (unité)</i>		1.00 \$	
<i>Nombre de piquets (1)</i>	X	3	
<b>Piquets total</b>		3.00 \$	3.00 \$

**Salaires**

<i>1 Technicien (tarif horaire)</i>		20.00 \$	
<i>Heures budgétées</i>	X	92.0	
<b>Salaires techniciens</b>		1 840.00 \$	1 840.00 \$

**Budgétisation des heures**

<i>Temps d'installation (2)</i>	2.0
<i>Temps d'échantillonnage (3)</i>	90.0
<b>Total</b>	92.0

**Déplacements**

<i>Allocation au kilomètre</i>		0.30 \$	
<i>Km alloués</i>	X	600.0	
<b>Voiture (4)</b>		180.00 \$	180.00 \$
<i>Allocation quotidienne</i>		150.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	15	
<b>Motoneige</b>		2 250.00 \$	2 250.00 \$
<i>Allocation quot. Nourriture</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	15	
<i>Nombre de techniciens</i>	X	1	
<b>Nourriture</b>		750.00 \$	750.00 \$
<i>Allocation quot. Hébergement</i>		50.00 \$	
<i>Nombre de jours</i>	X	15	
<i>Nombre de techniciens</i>	X	1	
<b>Hébergement</b>		750.00 \$	750.00 \$
<b>Total</b>			5 773.00 \$

(1) Basée sur trois tansects de 1000 m séparés par 2 km. Il y a un ruban à tous les 25 m. Basé sur Thompson et al. 1989

(2) Basé sur 1.5 minutes par 25 m de transect (installation des drapeaux et déplacement inclus) plus une allocation de temps de déplacement entre les transects.

(3) Basé sur 15 jours d'échantillonnage pour diminuer les risques de dépense d'annulation.

(4) Présume que la voiture/camion n'est pas fourni par le MEF, que les techniciens utilisent leur propre véhicule.

Tableau 23 - Évaluation budgétaire par territoire structuré de la deuxième année et les années subséquentes de pistage hivernal

**Évaluation budgétaire par territoire structuré**

<b>Salaires</b>			<b>Budgétisation des heures</b>	
<i>1 Technicien (tarif horaire)</i>		20.00 \$		
<i>Heures budgétées</i>	X	90.0	←	<i>Temps d'échantillonnage (1)</i> 90.0
<b>Salaires techniciens</b>		1 800.00 \$	1 800.00 \$	<b>Total</b> 90.0
<b>Déplacements</b>				
<i>Allocation au kilomètre</i>		0.30 \$		
<i>Km alloués</i>	X	600.0		
<b>Voiture (2)</b>		180.00 \$	180.00 \$	
<i>Allocation quotidienne</i>		150.00 \$		
<i>Nombre de jours</i>	X	15.0		
<b>Motoneige</b>		2 250.00 \$	2 250.00 \$	
<i>Allocation quot. Nourriture</i>		50.00 \$		
<i>Nombre de jours</i>	X	15		
<i>Nombre de techniciens</i>	X	1		
<b>Nourriture</b>		750.00 \$	750.00 \$	
<i>Allocation quot. Hébergement</i>		50.00 \$		
<i>Nombre de jours</i>	X	15		
<i>Nombre de techniciens</i>	X	1		
<b>Hébergement</b>		750.00 \$	750.00 \$	
<b>Total</b>			5 730.00 \$	

(1) Basé sur 15 jours d'échantillonnage

(2) Présume que la voiture/camion n'est pas fourni par le MEF, que les techniciens utilisent leur propre véhicule.

Tableau 24 – Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l'aide des trois méthodes retenues selon trois plans d'échantillonnage avec un nombre de parcelles fixe

	CMR		Crottins		Pistage	
	An 1	An 2+	An 1	An 2+	An 1	An 2+
<b>Évaluation budgétaire par territoire structuré</b>						
Nombre de territoires	12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
Par région						
3	37 620.00 \$	18 180.00 \$	3 237.00 \$	1 890.00 \$	17 319.00 \$	17 190.00 \$
Total an 1 + an 2		<b>55 800.00 \$</b>		<b>5 127.00 \$</b>		<b>34 509.00 \$</b>
<b>Total (12 régions)</b>	451 440.00 \$	218 160.00 \$	38 844.00 \$	22 680.00 \$	207 828.00 \$	206 280.00 \$
<b>Évaluation budgétaire par territoire structuré</b>						
Nombre de territoires	12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
Par région						
4	50 160.00 \$	24 240.00 \$	4 316.00 \$	2 520.00 \$	23 092.00 \$	22 920.00 \$
Total an 1 + an 2		<b>74 400.00 \$</b>		<b>6 836.00 \$</b>		<b>46 012.00 \$</b>
<b>Total (12 régions)</b>	601 920.00 \$	290 880.00 \$	51 792.00 \$	30 240.00 \$	277 104.00 \$	275 040.00 \$
<b>Évaluation budgétaire par territoire structuré</b>						
Nombre de territoires	12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
Par région						
5	62 700.00 \$	30 300.00 \$	5 395.00 \$	3 150.00 \$	28 865.00 \$	28 650.00 \$
Total an 1 + an 2		<b>93 000.00 \$</b>		<b>8 545.00 \$</b>		<b>57 515.00 \$</b>
<b>Total (12 régions)</b>	752 400.00 \$	363 600.00 \$	64 740.00 \$	37 800.00 \$	346 380.00 \$	343 800.00 \$

Tableau 25 – Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l'aide des trois méthodes retenues selon un plan d'échantillonnage stratifié en fonction de la superficie des régions administratives

		CMR		Crotins		Pistage	
		An 1	An 2+	An 1	An 2+	An 1	An 2+
<b>Évaluation budgétaire par territoire structuré</b>		12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
<b>Répartition par région administrative</b>							
	Nombre d'échantillons						
Région 01	6	75 240.00 \$	36 360.00 \$	6 474.00 \$	3 780.00 \$	34 638.00 \$	34 380.00 \$
Région 02	9	112 860.00 \$	54 540.00 \$	9 711.00 \$	5 670.00 \$	51 957.00 \$	51 570.00 \$
Région 03	5	62 700.00 \$	30 300.00 \$	5 395.00 \$	3 150.00 \$	28 865.00 \$	28 650.00 \$
Région 04	8	100 320.00 \$	48 480.00 \$	8 632.00 \$	5 040.00 \$	46 184.00 \$	45 840.00 \$
Région 05	3	37 620.00 \$	18 180.00 \$	3 237.00 \$	1 890.00 \$	17 319.00 \$	17 190.00 \$
Région 07	7	87 780.00 \$	42 420.00 \$	7 553.00 \$	4 410.00 \$	40 411.00 \$	40 110.00 \$
Région 08	8	100 320.00 \$	48 480.00 \$	8 632.00 \$	5 040.00 \$	46 184.00 \$	45 840.00 \$
Région 09	10	125 400.00 \$	60 600.00 \$	10 790.00 \$	6 300.00 \$	57 730.00 \$	57 300.00 \$
Région 11	5	62 700.00 \$	30 300.00 \$	5 395.00 \$	3 150.00 \$	28 865.00 \$	28 650.00 \$
Région 12	4	50 160.00 \$	24 240.00 \$	4 316.00 \$	2 520.00 \$	23 092.00 \$	22 920.00 \$
Région 14	4	50 160.00 \$	24 240.00 \$	4 316.00 \$	2 520.00 \$	23 092.00 \$	22 920.00 \$
Région 15	6	75 240.00 \$	36 360.00 \$	6 474.00 \$	3 780.00 \$	34 638.00 \$	34 380.00 \$
<b>Total</b>		940 500.00 \$	454 500.00 \$	80 925.00 \$	47 250.00 \$	432 975.00 \$	429 750.00 \$

	Superficie totale	% couvert	Nombre d'échantillon
Région 01	22 404	0.04%	6
Région 02	104 018	0.01%	9
Région 03	19 312	0.04%	5
Région 04	46 722	0.03%	8
Région 05	10 145	0.04%	3
Région 07	32 946	0.03%	7
Région 08	65 143	0.02%	8
Région 09	298 471	0.00%	10
Région 11	20 621	0.04%	5
Région 12	15 136	0.04%	4
Région 14	13 499	0.04%	4
Région 15	21 587	0.04%	6

La superficie totale est celle de la région administrative telle qu'indiquée dans les données du BSQ  
Le % couvert est basé sur l'échantillonnage de poteaux à crotins

Tableau 26 – Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l'aide des trois méthodes retenues selon un plan d'échantillonnage qui utilise tous les territoires structurés

			CMR		Crottins		Pistage	
			An 1	An 2+	An 1	An 2+	An 1	An 2+
<b>Évaluation budgétaire par territoire structuré</b>			12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
<b>Répartition par région administrative</b>								
	Réserves ZECs							
<b>Région 01</b>	3	4	87 780.00 \$	42 420.00 \$	7 553.00 \$	4 410.00 \$	40 411.00 \$	40 110.00 \$
<b>Région 02</b>	1	10	137 940.00 \$	66 660.00 \$	11 869.00 \$	6 930.00 \$	63 503.00 \$	63 030.00 \$
<b>Région 03</b>	3	6	112 860.00 \$	54 540.00 \$	9 711.00 \$	5 670.00 \$	51 957.00 \$	51 570.00 \$
<b>Région 04</b>	2	12	175 560.00 \$	84 840.00 \$	15 106.00 \$	8 820.00 \$	80 822.00 \$	80 220.00 \$
<b>Région 05</b>	0	1	12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
<b>Région 07</b>	2	4	75 240.00 \$	36 360.00 \$	6 474.00 \$	3 780.00 \$	34 638.00 \$	34 380.00 \$
<b>Région 08</b>	1	6	87 780.00 \$	42 420.00 \$	7 553.00 \$	4 410.00 \$	40 411.00 \$	40 110.00 \$
<b>Région 09</b>	1	7	100 320.00 \$	48 480.00 \$	8 632.00 \$	5 040.00 \$	46 184.00 \$	45 840.00 \$
<b>Région 11</b>	2	2	50 160.00 \$	24 240.00 \$	4 316.00 \$	2 520.00 \$	23 092.00 \$	22 920.00 \$
<b>Région 12</b>	0	1	12 540.00 \$	6 060.00 \$	1 079.00 \$	630.00 \$	5 773.00 \$	5 730.00 \$
<b>Région 14</b>	1	4	62 700.00 \$	30 300.00 \$	5 395.00 \$	3 150.00 \$	28 865.00 \$	28 650.00 \$
<b>Région 15</b>	1	6	87 780.00 \$	42 420.00 \$	7 553.00 \$	4 410.00 \$	40 411.00 \$	40 110.00 \$
<b>Total</b>			1 003 200.00 \$	484 800.00 \$	86 320.00 \$	50 400.00 \$	461 840.00 \$	458 400.00 \$

Tableau 27 - Résumé des coûts des deux premières années de suivi à l'aide des trois méthodes retenues.

	<b>Capture-Marquage-Recapture</b>				
	<b>Fixe 3</b>	<b>Fixe 4</b>	<b>Fixe 5</b>	<b>Stratifié</b>	<b>Tous structurés</b>
Région 01	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	111 600.00 \$	130 200.00 \$
Région 02	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	167 400.00 \$	204 600.00 \$
Région 03	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	93 000.00 \$	167 400.00 \$
Région 04	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	148 800.00 \$	260 400.00 \$
Région 05	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	55 800.00 \$	18 600.00 \$
Région 07	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	130 200.00 \$	111 600.00 \$
Région 08	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	148 800.00 \$	130 200.00 \$
Région 09	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	186 000.00 \$	148 800.00 \$
Région 11	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	93 000.00 \$	74 400.00 \$
Région 12	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	74 400.00 \$	18 600.00 \$
Région 14	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$
Région 15	55 800.00 \$	74 400.00 \$	93 000.00 \$	111 600.00 \$	130 200.00 \$
<b>Total</b>	<b>669 600.00 \$</b>	<b>892 800.00 \$</b>	<b>1 116 000.00 \$</b>	<b>1 395 000.00 \$</b>	<b>1 488 000.00 \$</b>
	<b>Poteaux à crottins</b>				
	<b>Fixe 3</b>	<b>Fixe 4</b>	<b>Fixe 5</b>	<b>Stratifié</b>	<b>Tous structurés</b>
Région 01	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	10 254.00 \$	11 963.00 \$
Région 02	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	15 381.00 \$	18 799.00 \$
Région 03	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	8 545.00 \$	15 381.00 \$
Région 04	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	13 672.00 \$	23 926.00 \$
Région 05	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	5 127.00 \$	1 709.00 \$
Région 07	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	11 963.00 \$	10 254.00 \$
Région 08	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	13 672.00 \$	11 963.00 \$
Région 09	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	17 090.00 \$	13 672.00 \$
Région 11	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	8 545.00 \$	6 836.00 \$
Région 12	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	6 836.00 \$	1 709.00 \$
Région 14	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$
Région 15	5 127.00 \$	6 836.00 \$	8 545.00 \$	10 254.00 \$	11 963.00 \$
<b>Total</b>	<b>61 524.00 \$</b>	<b>82 032.00 \$</b>	<b>102 540.00 \$</b>	<b>128 175.00 \$</b>	<b>136 720.00 \$</b>
	<b>Pistage d'hiver</b>				
	<b>Fixe 3</b>	<b>Fixe 4</b>	<b>Fixe 5</b>	<b>Stratifié</b>	<b>Tous structurés</b>
Région 01	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	69 018.00 \$	103 613.00 \$
Région 02	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	103 527.00 \$	114 987.00 \$
Région 03	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	57 515.00 \$	132 392.00 \$
Région 04	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	92 024.00 \$	85 993.00 \$
Région 05	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	34 509.00 \$	40 368.00 \$
Région 07	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	80 521.00 \$	74 791.00 \$
Région 08	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	92 024.00 \$	86 294.00 \$
Région 09	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	115 030.00 \$	68 932.00 \$
Région 11	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	57 515.00 \$	28 693.00 \$
Région 12	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	46 012.00 \$	34 595.00 \$
Région 14	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	46 012.00 \$	69 061.00 \$
Région 15	34 509.00 \$	46 012.00 \$	57 515.00 \$	69 018.00 \$	501 950.00 \$
<b>Total</b>	<b>414 108.00 \$</b>	<b>552 144.00 \$</b>	<b>690 180.00 \$</b>	<b>862 725.00 \$</b>	<b>1 341 669.00 \$</b>

**APPENDICE B : CODIFICATION DES RÉGIONS ADMINISTRATIVES**

1. Bas-St.-Laurent
2. Saguenay-Lac-St-Jean
3. Québec
4. Mauricie (formait avec le Centre-du-Québec la région Mauricie-Bois-Francs jusqu'en 1997)
5. Estrie
6. Montréal
7. Outaouais
8. Abitibi-Témiscamingue
9. Côte-Nord
10. Nord-du-Québec
11. Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine
12. Chaudière-Appalaches
13. Laval
14. Lanaudière
15. Laurentides
16. Montérégie
17. Centre-du-Québec (formait avec la Mauricie la région Mauricie-Bois-Francs jusqu'en 1997)