

**Évaluation des densités de rats laveurs et de moufettes  
rayées dans le cadre des interventions de lutte contre  
la rage du raton laveur en Montérégie en 2006 et 2007**



Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats  
Service de consultation statistique

**ÉVALUATION DES DENSITÉS DE RATONS LAVEURS  
ET DE MOUFETTES RAYÉES DANS LE CADRE  
DES INTERVENTIONS DE LUTTE CONTRE LA RAGE  
DU RATON LAVEUR EN MONTÉRÉGIE  
EN 2006 ET 2007**

par

Hélène Jolicoeur  
Gaétan Daigle  
Nathalie Vandal  
et  
Valérie Jomphe

Ministère des Ressources naturelles et de la Faune  
Université Laval

Août 2009

Référence à citer :

---

JOLICOEUR, H., G. DAIGLE, V. JOMPHE et N. VANDAL. 2009. Évaluation des densités de rats laveurs et de mouffettes rayées dans le cadre des interventions de lutte contre la rage du raton laveur en Montérégie en 2006 et 2007. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, Direction de l'expertise sur la faune et Université Laval, Service de consultation statistique, 75 p.

---

Dépôt légal — Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2009  
ISBN : 978-2-550-57208-4 (version imprimée)  
978-2-550-57209-1 (PDF)

## RÉSUMÉ

Sept densités de ratons laveurs et quatre densités de moufettes rayées ont été estimées en 2006 et 2007 lors des interventions de lutte contre la rage du raton laveur menées en Montérégie. Ces estimations de densités ont été réalisées sur des périodes de quinze jours consécutifs, de juin à septembre, à l'intérieur de sept blocs constitués soit par des zones de réduction ou de vaccination (TVR) complètes ou soit par des parties de celles-ci. Dans les zones de réduction, où les animaux étaient euthanasiés après leur capture, nous avons utilisé la méthode « *Removal* », basée sur l'effort de capture. La méthode de « Capture-recapture » a été, de son côté, appliquée dans les zones de vaccination où les ratons et les moufettes étaient libérés après avoir été vaccinés et marqués avec une étiquette. Plusieurs variantes de ces méthodes, tels les modèles de Gould et Pollock (1997), de Leslie et Davis (1939), Mth Chao, Mt et Mo, ont été utilisées pour tenir compte du type d'intervention et de la qualité des données. Dans l'espoir de tirer quelques indications sur la qualité de l'habitat de ces deux carnivores, nous avons, également, mis en relation les densités estimées de ratons laveurs et de moufettes avec l'importance des zones agricoles à l'intérieur de chacun des blocs étudiés.

En utilisant les données d'âge les plus fiables, c'est-à-dire celles issues des blocs où il y avait eu de la réduction en 2007, nous avons pu établir que le pourcentage de jeunes ratons capturés lors des activités de piégeage était faible lors des interventions menées au début de l'été (10,3 %) et qu'il augmentait progressivement plus on approchait de la fin de l'été (34,5 %). Pour cette raison, nous avons majoré de 27,7 % les trois estimations de populations de ratons laveurs faites au cours du mois de juin pour tenir compte de la faible susceptibilité à la capture de cette frange de la population. L'examen du rapport des sexes des animaux capturés a révélé, de son côté, que la vulnérabilité à la capture des jeunes mâles de l'année et des mâles adultes augmentait au cours de la saison estivale. Cette vulnérabilité accrue des mâles à la capture pourrait être attribuable à leurs plus grands déplacements en réponse à l'accroissement de l'abondance des ressources alimentaires vers la fin de l'été et à la maturation des jeunes.

En prenant en considération la majoration des populations estimées en juin pour compenser l'absence des jeunes de l'année, les sept densités de rats laveurs que nous avons estimées ont varié de  $6,3 \pm 0,6$  à  $18,3 \pm 2,6$  rats/km<sup>2</sup> pour une densité moyenne de  $13,0 \pm 0,9$  rats/km<sup>2</sup>. De leur côté, les quatre densités de mouffettes obtenues ont varié de  $1,0 \pm 0,2$  à  $2,1 \pm 1,5$  mouffettes/km<sup>2</sup> pour une densité moyenne de  $1,6 \pm 0,4$  mouffette/km<sup>2</sup>. La méthode « *Removal* » a donné, selon nous, des résultats plus fiables que la méthode de « Capture-recapture » et elle s'est avérée plus simple à appliquer, d'une part, car elle ne nécessitait pas la relecture des étiquettes, consigne qui a été plus difficile à faire respecter dans le cas de la mouffette et, d'autre part, car elle comportait moins de biais liés à la perte d'étiquette, aux erreurs de relecture, à l'évitement des cages par les rats et les mouffettes ou, au contraire, à leur recherche active de la part de certains individus. Malgré les difficultés inhérentes à l'application de ces deux méthodes dans le cadre d'activités ayant un objectif autre, soit la lutte contre la rage, nous avons confiance que les densités estimées, majorées ou non, reflètent fidèlement le niveau d'abondance des populations de rats laveurs et de mouffettes en Montérégie.

Les densités de rats laveurs et de mouffettes réagissent à l'importance de l'agriculture au sein des blocs. Cette relation s'ajuste à une courbe polynomiale d'ordre 2 (raton laveur :  $R^2 = 0,70$ , mouffette :  $R^2 = 0,90$ ). Les densités les plus faibles se trouvent dans les blocs où l'agriculture est peu développée ou au contraire très présente. Les densités les plus élevées se trouvent là où l'agriculture occupe, en moyenne, 36,6 % de la superficie du bloc, pour les rats laveurs, et 44,5 % dans le cas des mouffettes. Selon la courbe de régression, les densités de rats laveurs pourraient être optimales lorsque le pourcentage de territoire voué à l'agriculture varie de 45 à 50 % et, pour les mouffettes, lorsque celui-ci se situe entre 55 et 60 %. Ces résultats indiquent que ces deux espèces tirent profit de la fragmentation de l'habitat et que la mouffette serait plus à l'aise dans le milieu agricole que le raton laveur. Dans notre étude, nous n'avons pas tenu compte de la taille des boisés et des champs, ni de leur entremêlement et de leur connectivité mais cet aspect de la composition du paysage mériterait d'être étudié dans les futures études.

## TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ.....	iii
TABLE DES MATIÈRES.....	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	ix
1. INTRODUCTION.....	1
2. AIRE D'ÉTUDE.....	3
3. MATÉRIEL ET MÉTHODE.....	10
3.1. Piégeage.....	10
3.2. Période.....	11
3.3. Détermination de l'âge.....	12
3.4. Détermination des sexes.....	13
3.5. Estimation des densités de rats laveurs et de moufettes.....	14
3.5.1. En zone de réduction.....	14
3.5.1.1. Rats laveurs.....	14
3.5.1.2. Moufettes.....	18
3.5.2. En zone TVR.....	19
3.5.2.1. Rats laveurs.....	19
3.5.2.2. Moufettes.....	22
3.6. Majoration des densités estimées au début de l'été.....	22
3.7. Densités et vocation agricole.....	22
4. RÉSULTATS.....	25
4.1. Pourcentage de jeunes.....	25
4.2. Rapport des sexes.....	25
4.2.1. Rats laveurs.....	25
4.2.2. Moufettes.....	29
4.3. Estimations des densités en fonction des blocs et des périodes de l'été.....	31
4.3.1. Rats laveurs.....	31
4.3.2. Moufettes.....	31
4.4. Densités et vocation agricole.....	34
5. DISCUSSION.....	39
5.1. Périodes.....	39
5.1.1. Début de l'été.....	39
5.1.2. Milieu de l'été.....	41
5.1.3. Fin de l'été.....	42
5.2. Structure d'âge et de sexe.....	42
5.2.1. Fiabilité des données.....	42
5.2.2. Pourcentage de jeunes.....	44
5.2.3. Rapport des sexes.....	45
5.3. Estimation des densités.....	46
5.3.1. Fiabilité des estimations.....	46
5.3.2. Densités de rats laveurs et de moufettes.....	48
5.3.3. Densités et vocation agricole.....	50
6 CONCLUSION.....	52
7. RECOMMANDATIONS.....	54

REMERCIEMENTS .....	55
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	56
ANNEXE 1.....	73

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Description des blocs où ont été réalisées les estimations de densités de rats laveurs et de moufettes en 2006 et 2007. ....	7
Tableau 2.	Caractéristiques d'habitat des différents blocs où ont été réalisées les estimations de densités de rats laveurs et de moufettes en 2006 et 2007. ....	9
Tableau 3.	Méthodes pour estimer la population de rats laveurs selon le type de bloc considéré.....	15
Tableau 4.	Méthodes pour estimer la population de moufettes selon le type de bloc considéré.....	16
Tableau 5.	Classement des blocs en fonction de leur vocation agricole selon les classes définies par Bélanger et Grenier (1998) et les classes modifiées pour les besoins de cette étude.....	24
Tableau 6.	Pourcentage de jeunes de l'année, estimé sur une base visuelle dans les différents blocs destinés à évaluer les densités de rats et de moufettes en 2006 et 2007 (recaptures exclues, sauf dans le bloc TVR61).....	26
Tableau 7.	Rapports des sexes de l'ensemble des rats laveurs capturés dans les différents blocs où des densités de population ont été estimées en 2006 et 2007 (recaptures exclues, sauf dans le bloc TVR61).....	27
Tableau 8.	Rapports des sexes de l'ensemble des rats laveurs capturés en 2006 et 2007 selon leur catégorie d'âge après un regroupement des blocs en fonction des périodes de l'été.....	28
Tableau 9.	Rapports des sexes des moufettes selon les périodes de l'été dans les blocs où des densités ont été estimées en 2006 et 2007 (recaptures exclues). ....	30
Tableau 10.	Estimation des densités de rats laveurs (rats/km <sup>2</sup> ) selon la période dans les différents blocs d'étude avant intervention.....	32
Tableau 11.	Estimation des densités de moufettes (moufettes/km <sup>2</sup> ) selon la période dans les différents blocs d'étude avant intervention.....	33
Tableau 12.	Estimation des densités de rats laveurs (rats/km <sup>2</sup> ) dans les différents blocs d'étude selon la vocation agricole du bloc. ....	35
Tableau 13.	Estimation des densités de moufettes (moufettes/km <sup>2</sup> ) dans les différents blocs d'étude selon la vocation agricole du bloc. ....	37



**LISTE DES FIGURES**

Figure 1.	Localisation des trois MRC constituant l'aire d'étude au sein de la région administrative de la Montérégie.....	4
Figure 2.	Localisation des blocs où la densité des rats laveurs et des mouffettes a été déterminée en 2006 et 2007.....	5
Figure 3.	Répartition au cours de l'été des périodes de piégeage dans les différents blocs où des densités de rats laveurs et de mouffettes ont été estimées en 2006 et 2007. ....	12
Figure 4.	Évolution de la densité de rats laveurs en fonction de la superficie du bloc consacrée à l'agriculture et aux cultures.....	36
Figure 5.	Évolution de la densité de mouffettes en fonction de la superficie du bloc consacrée à l'agriculture et aux cultures.....	36



**LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1. Densités de rats laveurs estimées dans diverses études  
menées en Amérique du Nord (mise à jour du tableau de Riley  
*et al.*, 1998) .....72



## 1. INTRODUCTION

Grâce à leurs allures caractéristiques, le raton laveur (*Procyon lotor*) et la moufette rayée (*Mephitis mephitis*) se passent de toute présentation. Même s'ils sont des vedettes de la faune nord-américaine, leurs mœurs et leurs coutumes sont encore peu connues, particulièrement au Québec, où les études sur la biologie de ces deux espèces se sont faites rares au cours des 30 dernières années. C'est à Rivest et Bergeron (1981) que revient l'acquisition des premières notions d'abondance des ratons laveurs lors d'une évaluation des dommages causés par cette espèce dans des champs de maïs en Estrie. Traversy *et al.* (1989) emboîtèrent le pas avec une étude de dynamique des populations de ratons en Outaouais, en Montérégie et en Estrie aux fins d'y dresser le tableau de l'exploitation du raton laveur par le piégeage et la chasse. Finalement, la menace de la propagation de certaines maladies, telles que la rage et la maladie de Carré, a motivé, plus récemment, la réalisation d'études de densités de ratons laveurs dans le parc du Mont-Orford (Lefebvre 1998) et au parc du Mont-Royal (Fournier 2005, 2007) afin de mettre en place une stratégie préventive.

La découverte de quatre cas de rage de la variante du raton laveur en Montérégie en 2006 et de 66 autres en 2007 lors des interventions de surveillance de la rage et de lutte contre celle-ci (Canac-Marquis *et al.* 2007, Guérin *et al.* 2008, Lelièvre *et al.* 2008) est venue raviver le besoin d'acquisition de connaissances des niveaux de population de ratons laveurs et de moufettes dans le sud du Québec, besoin préalablement soulevé par le Comité scientifique sur la rage du raton laveur au Québec pour cibler, de façon optimale, les interventions de lutte. En effet, la durée et l'intensité des mesures de lutte contre la rage reposent sur des objectifs de réduction de population et de l'atteinte d'un pourcentage d'animaux immunisés contre la rage par la vaccination intramusculaire (Canac-Marquis *et al.* 2007, Guérin *et al.* 2008). Dans ce contexte, et dans celui également de l'intensification récente des cultures de maïs, nourriture très énergétique et très appréciée des ratons laveurs et des moufettes, il importait donc, de plus en plus, de mettre à jour nos connaissances des niveaux de population de ratons laveurs et d'obtenir, pour la première fois au Québec, des densités de moufettes.

Malgré les protocoles élaborés par Fortin (2003), Lamontagne et Lefort (2003) ainsi que Larivière (2006) pour déterminer les densités de rats laveurs, ces dernières furent finalement déduites *a posteriori* à même les résultats de captures des deux premières opérations de lutte contre la rage qui se tinrent en 2006 et 2007 en Montérégie (Canac-Marquis *et al.* 2007, Guérin *et al.* 2008). Cette région est caractérisée par une très forte occupation des sols par l'agriculture et par une densité humaine relativement élevée comparée aux autres régions du Québec, deux facteurs qui sont responsables de la fragmentation des habitats forestiers (Bélanger et Grenier 1998). La fragmentation entraîne une diminution de la superficie des boisés résiduels et leur plus grand isolement, le tout s'accompagnant d'une augmentation de l'effet de bordure (Bélanger et Grenier 1998). Si certaines espèces animales peuvent souffrir de l'appauvrissement de la diversité végétale, d'autres, comme le raton laveur et la moufette, qui utilisent plutôt des écotones, s'en trouvent avantagées par l'augmentation de la biomasse de nourriture animale et végétale. C'est pourquoi, dans l'espoir de mieux faire le lien entre les densités des rats et des moufettes et les agroécosystèmes présents dans le sud du Québec, nous avons tenté de corréliser les densités que nous avons évaluées avec la composante la plus visible de ces paysages, soit le pourcentage de territoire à vocation agricole.

## 2. AIRE D'ÉTUDE

L'aire d'étude est comprise à l'intérieur de trois municipalités régionales de comté (MRC) de la région de la Montérégie, soit celles des Jardins-de-Napierville (803 km<sup>2</sup>) et du Haut-Richelieu (936 km<sup>2</sup>), à l'ouest, et celle de Brome-Missisquoi (1 551 km<sup>2</sup>), à l'est (figure 1). Dans les MRC des Jardins de Napierville et du Haut-Richelieu, la production de grandes cultures céréalières a été favorisée par le relief relativement plat de ces territoires, la fertilité des sols, la longueur de la saison de croissance et les températures moyennes estivales élevées (plus de 2 800 unités thermiques maïs). Plus à l'est, dans la MRC Brome-Missisquoi, le relief s'élève peu à peu pour faire place à une série de collines et de vallons. Dans la zone de transition entre la plaine et la montagne, l'agriculture y est plus diversifiée, allant des fermes laitières, aux élevages, aux activités forestières et aux cultures spécialisées (p. ex., vergers et vignobles). La superficie consacrée à l'agriculture dans les MRC des Jardins-de-Napierville et du Haut-Richelieu est de 82 %, alors qu'elle est de 55 % dans la MRC de Brome-Missisquoi, ce qui permet de les considérer comme des territoires à forte vocation agricole (superficie > 40 %; Bélanger et Grenier 1998, Bélanger *et al.* 1999). Les plus grandes villes que l'on trouve dans le périmètre des MRC des Jardins-de-Napierville et du Haut-Richelieu sont, par ordre d'importance, Saint-Jean-sur-Richelieu (89 388 habitants) et Saint-Rémi (6 061 habitants). Sans ces municipalités, la densité d'habitants de ces deux MRC passerait de 76 à 22 habitants/km<sup>2</sup>. Quant à la MRC de Brome-Missisquoi, les principales concentrations humaines sont Cowansville (12 470 habitants) et Farnham (8 000 habitants). Si l'on exclut ces municipalités, cette MRC, parmi les moins peuplées de la Montérégie, voit sa densité de population diminuer de 30 à 16 habitants/km<sup>2</sup>. Avec une telle occupation humaine du territoire, l'aire d'étude peut être considérée, pour les comparaisons de densités à l'échelle nord-américaine, comme un milieu rural (Prange *et al.* 2003, 2004).

À l'intérieur de l'aire d'étude, les estimations de populations de rats laveurs et de mouffettes ont été obtenues dans sept blocs (figure 2). Le choix des méthodes d'estimation des populations a dû s'adapter au contexte évolutif de cette lutte contre la

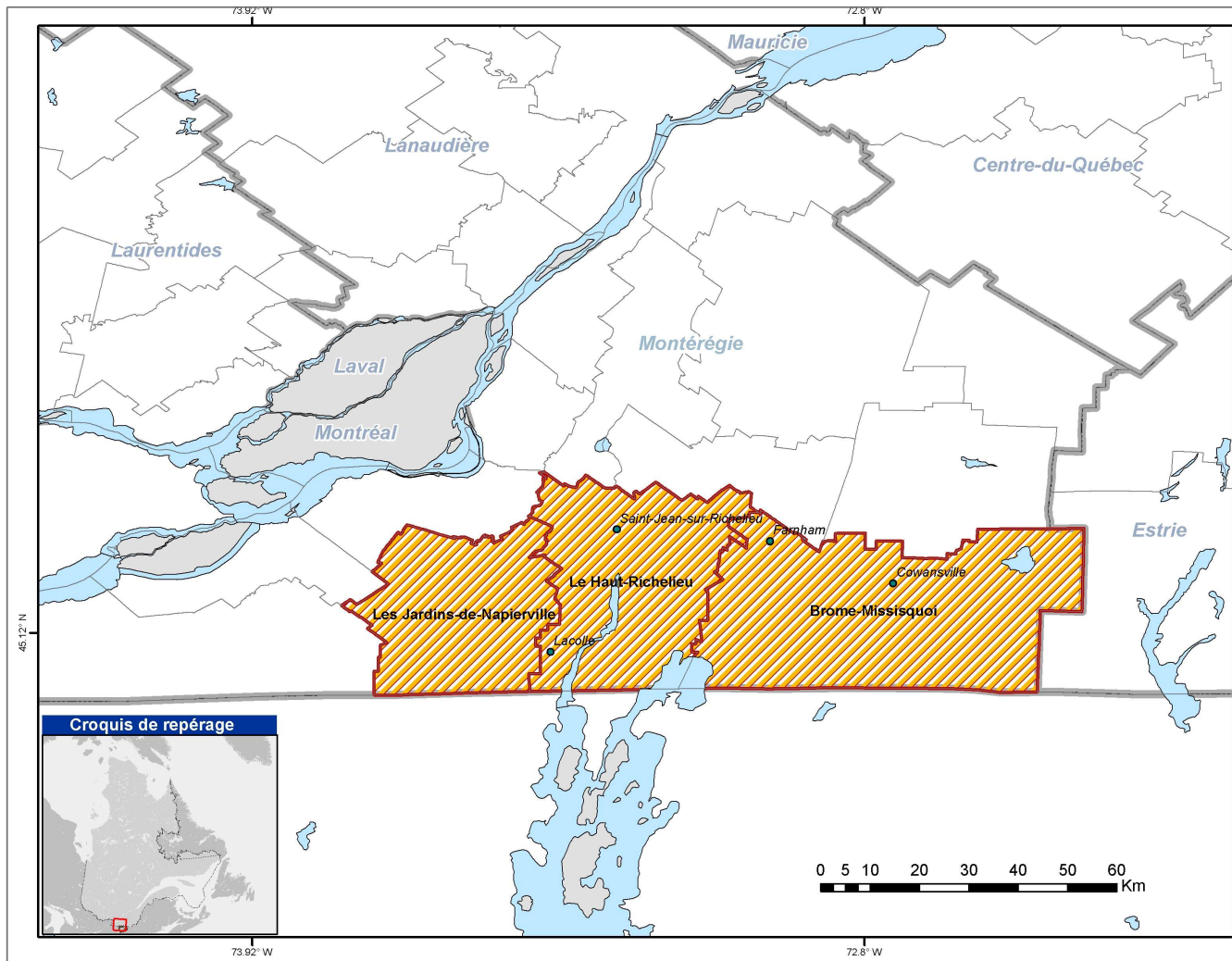


Figure 1. Localisation des trois MRC constituant l'aire d'étude au sein de la région administrative de la Montérégie.

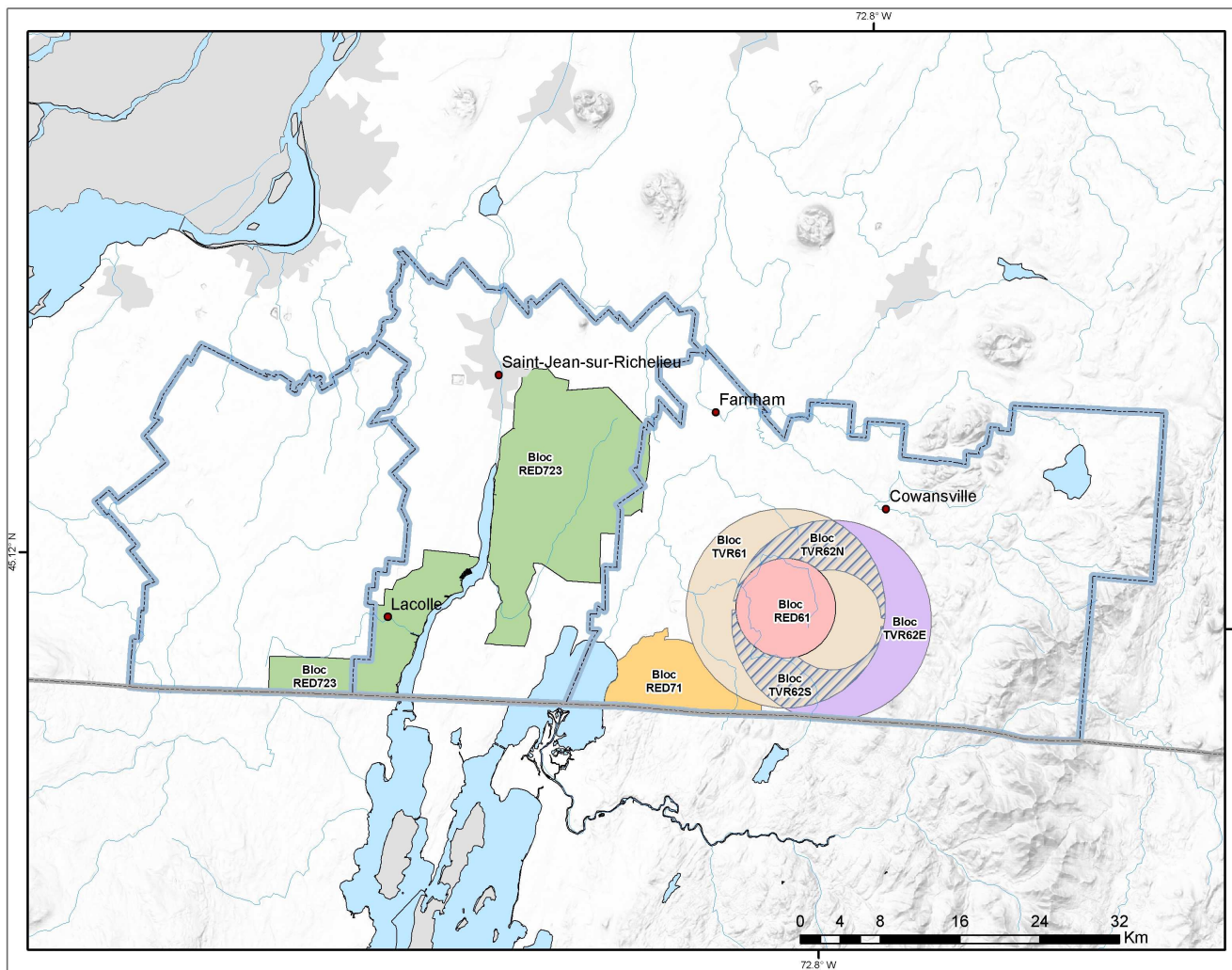


Figure 2. Localisation des blocs où la densité des ratons laveurs et des mouffettes a été déterminée en 2006 et 2007.

rage et ainsi tenir compte à la fois du type d'intervention (réduction ou vaccination) et de la période de l'année où les interventions étaient réalisées (phase). Pour bien suivre les caractéristiques méthodologiques et temporelles des blocs, nous avons opté, pour désigner les différents blocs d'étude, pour la terminologie suivante : les trois premières lettres désignent le type d'intervention (RED = réduction; TVR pour trapper-vacciner-relâcher = vaccination), suivi d'une série de deux ou trois chiffres dont le premier fait référence à l'année (6 = 2006; 7 = 2007) et les suivants, à la phase terrestre (p. ex., phase 1 = 1<sup>re</sup> intervention sur le terrain réalisée à l'été 2006 ou 2007). Un bloc peut correspondre à une zone d'intervention en entier ou encore à une ou plusieurs parties de celle-ci. Dans ce dernier cas, une lettre indiquant les points cardinaux a été ajoutée après la série de chiffres désignant l'année et la phase. Par exemple, le bloc TVR62E désigne la portion « est » de la zone TVR couverte lors de la deuxième phase de l'« Opération raton-2006 ».

Le bloc RED61, de forme circulaire et d'une superficie de 78,5 km<sup>2</sup>, correspond à la totalité de la zone de réduction de la première phase de l'« Opération raton-2006 » (figure 2; tableau 1). Il comprenait huit terrains de piégeage. Le bloc TVR61 (235,5 km<sup>2</sup>) est constitué, lui aussi, entièrement par la zone de vaccination de juin 2006 (1<sup>re</sup> phase) et était subdivisé en 21 terrains de piégeage. Le bloc TVR62E (92 km<sup>2</sup>), en forme de croissant, correspond à la partie « est » de la zone TVR d'août-septembre (2<sup>e</sup> phase) non couverte par les interventions de juin 2006 (figure 2). Les blocs TVR62N et TVR62S (47,5 km<sup>2</sup> chacun), de leurs côtés, sont le produit de l'intersection nord et sud des limites de la zone TVR des interventions de juin et de ceux d'août-septembre 2006 (figure 2). Dans ces trois derniers blocs, il n'y a eu que des activités de piégeage en vue de la vaccination. Le découpage de ces blocs ne correspond pas aux limites des terrains de piégeage, mais est issu de l'intersection des limites des zones d'intervention de juin et d'août-septembre 2006.

Tableau 1. Description des blocs où ont été réalisées les estimations de densités de rats laveurs et de moufettes en 2006 et 2007.

Bloc	Date de début et de fin (durée en jours)	Superficie (km <sup>2</sup> )	Zone ou partie de zone
RED61	10 au 23 juin 2006 (14 j)	78,5	Zone de réduction-phase 1 <sup>1</sup>
TVR61	14 au 23 juin 2006 (10 j)	235,6	Zone de TVR-phase 1 <sup>1</sup>
TVR62E	27 août au 10 septembre 2006 (15 j)	92,0	Partie « est » de la zone TVR-phase 2 <sup>1</sup>
TVR62N	27 août au 10 septembre 2006 (15 j)	47,5	Partie « nord » de l'intersection entre la limite de la zone TVR-phase 1 et de la zone TVR-phase 2 <sup>1</sup>
TVR62S	27 août au 10 septembre 2006 (15 j)	47,5	Partie « sud » de l'intersection entre la limite de la zone TVR-phase 1 et de la zone TVR-phase 2 <sup>1</sup>
RED71	11 au 24 juin 2007 (14 j)	94,7	Terrains R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R27 et R28 <sup>2</sup>
RED723	4 juillet au 12 août 2007 (de 23 à 15 j)	296,6	Terrains R67, R69, R70, R72, R101, R104, R105, R304 à R310 incl. et R312 à R318 incl. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Se référer au rapport des opérations 2006 (Canac-Marquis *et al.* 2007) pour de plus amples renseignements.

<sup>2</sup> Se référer au rapport des opérations 2007 (Guérin *et al.* 2008) pour de plus amples renseignements.

Le bloc RED71 (94,7 km<sup>2</sup>) est un regroupement de 9 des 32 terrains de piégeage exploités en juin 2007 (phase 1) où l'on a pratiqué uniquement de la réduction des populations de rats laveurs et de mouffettes (figure 2). Finalement, le bloc RED723, le plus grand de tous les blocs (296,6 km<sup>2</sup>), réunit une sélection de 21 terrains de piégeage en réduction sur les 88 en activité au cours des phases 2 et 3 de l'été 2007 (figure 2; tableau 1). La majorité de ce bloc est situé dans la MRC du Haut-Richelieu. Seulement deux terrains de piégeage appartiennent à la MRC des Jardins-de-Napierville.

Le bloc RED723 qui chevauche les MRC des Jardins-de-Napierville et du Haut-Richelieu est situé à faible altitude (65 m) et la majorité de sa superficie est consacrée aux grandes cultures céréalières (tableau 2). La production d'arbres fruitiers et de petits fruits y est minimale. Cinq des six blocs compris dans la MRC de Brome-Missisquoi (RED61, TVR61, TVR62N, TVR62S, et RED723) se situent, de leurs côtés, à des élévations moyennes variant de 110 m à 210 m. La production agricole de type extensif y est moins développée que dans le bloc des MRC des Jardins-de-Napierville et du Haut-Richelieu, probablement en raison du relief plus accidenté. Par contre, les vergers et les vignobles sont plus répandus, sauf dans le bloc TVR62N qui consacre moins de 1 % de sa superficie à cette production (tableau 2). Finalement, le bloc TVR62E, logé à 410 m d'altitude moyenne, est le moins agricole et le plus accidenté de tous les blocs d'étude.

Tableau 2. Caractéristiques d'habitat des différents blocs où ont été réalisées les estimations de densités de rats laveurs et de mouffettes en 2006 et 2007.

MRC	Bloc	Altitude (m)	Superficie (%) du bloc à vocation agricole
Jardins-de-Napierville/ Haut-Richelieu	RED723	65	84 (< 1) <sup>1</sup>
Brome-Missisquoi	RED71	110	50 (1,0)
Brome-Missisquoi	TVR61	195	39 (4)
Brome-Missisquoi	RED61	145	34 (3)
Brome-Missisquoi	TVR62N	210	34 (< 1)
Brome-Missisquoi	TVR62S	210	26 (6)
Brome-Missisquoi	TVR62E	410	15 (2)

<sup>1</sup> La valeur comprise entre parenthèses correspond au pourcentage de la superficie à vocation agricole constituée en vergers, en vignobles et autres productions de petits fruits.

### 3. MATÉRIEL ET MÉTHODE

#### 3.1. Piégeage

Les interventions de lutte contre la rage effectuées en Montérégie en 2006 et 2007 ont été conçues selon le modèle ontarien (Rosatte *et al.* 2001). Les interventions terrestres comportaient donc les deux actions suivantes : 1) la capture et l'euthanasie de rats laveurs et de mouffettes présentes dans un rayon de 5 km du premier cas de rage déclaré (zone de réduction; 78,5 km<sup>2</sup>), avec pour objectif de diminuer la population trouvée dans cette zone d'environ 85 %; et 2) la capture, la vaccination et la remise en liberté d'un maximum de rats laveurs et de mouffettes capturés dans un autre rayon de 5 km autour de la zone de réduction (Zone TVR; 235,6 km<sup>2</sup>). En 2006, les zones de réduction ont été subdivisées en 6 à 7 terrains de piégeage d'une superficie variant entre 10 et 20 km<sup>2</sup> et les zones TVR, de leur côté, regroupaient de 20 à 21 terrains de piégeage de même dimension qu'en zone de réduction. Les limites des terrains de piégeage étaient définies de façon à offrir le maximum d'accessibilité par des routes carrossables avec un véhicule de promenade. En 2007, les zones de réduction, au lieu d'arborer la forme traditionnelle circulaire, étaient plutôt constituées d'un regroupement variable de terrains de piégeage en réduction entourés de terrains de piégeage en TVR. À l'intérieur de chaque terrain, les piégeurs disposaient, à leur gré, une centaine de cages en prenant soin de couvrir au maximum leur terrain de piégeage. Chaque jour, ils prenaient en note le nombre de cages en fonction, celles qui n'avaient pas fonctionné ainsi que la raison du mauvais fonctionnement (p. ex., mécanisme de fermeture bloqué, appât disparu), le nombre de captures de chaque espèce, leur sexe, leur catégorie d'âge ainsi que leur localisation exacte prise à l'aide d'un appareil GPS (*Global Positioning System*) de marque Garmin 60<sup>1</sup>. Les cages utilisées étaient des cages de capture vivante de marque Havahart<sup>2</sup> (modèles 1079 et 1080) et Tomahawk<sup>3</sup> (modèle 108). Des cages de transfert plus petites, de marque Tomahawk (modèles 105 et 106) ont également été utilisées pour faciliter la contention en vue de la vaccination. Des sardines et des guimauves étaient disposées

---

<sup>1</sup> Garmin International Inc., Olathe, Kansas, USA.

<sup>2</sup> Havahart Woodstream Corp., Litiz, Pennsylvania, USA.

<sup>3</sup> Tomahawk Live-Trap Co., Tomahawk, Wisconsin, USA.

dans les cages comme appâts et leurre visuel. Un leurre olfactif de marque ProCoon<sup>4</sup> était également utilisé. Les rats laveurs et les moufettes capturés en zone de réduction étaient rapportés au centre de coordination où ils étaient euthanasiés par des vétérinaires de l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Un prélèvement de leur cervelle était alors fait et envoyé au laboratoire pour vérifier la présence ou l'absence du virus de la rage. En zone TVR, les rats laveurs et les moufettes pris au piège étaient vaccinés avec un millilitre d'Imrab<sup>®</sup>3<sup>5</sup>, marqués d'une étiquette à l'oreille (modèle 1005-3 pour rats laveurs et 1005-1 pour moufettes)<sup>6</sup> ou avec un petit point de peinture non toxique puis relâchés immédiatement sur place. En juin 2006 (1<sup>re</sup> phase), la consigne était de ne pas relire les numéros d'étiquette lors des recaptures, mais d'indiquer seulement qu'il s'agissait d'une recapture. Pour cette période seulement, le nombre de recaptures de rats laveurs (marqués avec des étiquettes) et de moufettes (marquées avec un point de peinture) a été comptabilisé de façon générale sans tenir compte du nombre d'individus différents impliqués dans ces recaptures. Pour les autres opérations, les numéros d'étiquettes posées sur les rats laveurs ont été relus de façon systématique. Les étiquettes des moufettes, de leur côté, n'ont pas été relues.

### 3.2. Période

Les sept blocs dans lesquels les densités de rats laveurs et de moufettes rayées ont été évaluées en 2006 et 2007 ont été regroupés pour représenter trois périodes estivales : le début de l'été (juin), le milieu de l'été (début juillet à la mi-août) et la fin de l'été (fin juillet à la mi-septembre; figure 3). Cet exercice de regroupement avait pour objectif de mettre en lumière des différences dans le comportement saisonnier des rats laveurs et des moufettes selon leur sexe et leur classe d'âge, ceci afin de savoir si les évaluations de densités faites par la méthode de « Capture-recapture » répondaient aux postulats de base de cette méthode. Ces postulats peuvent se résumer ainsi :

---

<sup>4</sup> Leurres Forget, Charrette, Québec, Canada.

<sup>5</sup> Merial Inc., Athens, Georgia, USA.

<sup>6</sup> National Band and Tag Co., Newport, Kentucky, USA.

- Tous les individus marqués peuvent être identifiés tout au cours de l'étude (pas de perte d'étiquette);
- Tous les individus d'une population ont des chances égales d'être capturés (captures homogènes);
- Il n'y a pas de variation importante des populations au cours de la période d'étude (naissance, mortalité, immigration et émigration). La population est alors dite fermée.

Afin d'augmenter nos chances de déceler des différences, les données du bloc RED723, qui ont été prises sur une très longue durée, ont été subdivisées en fonction de ses deux phases (RED72 et RED73). Cependant, pour l'étude de la densité, les données de ce bloc ont été traitées ensemble (RED723).

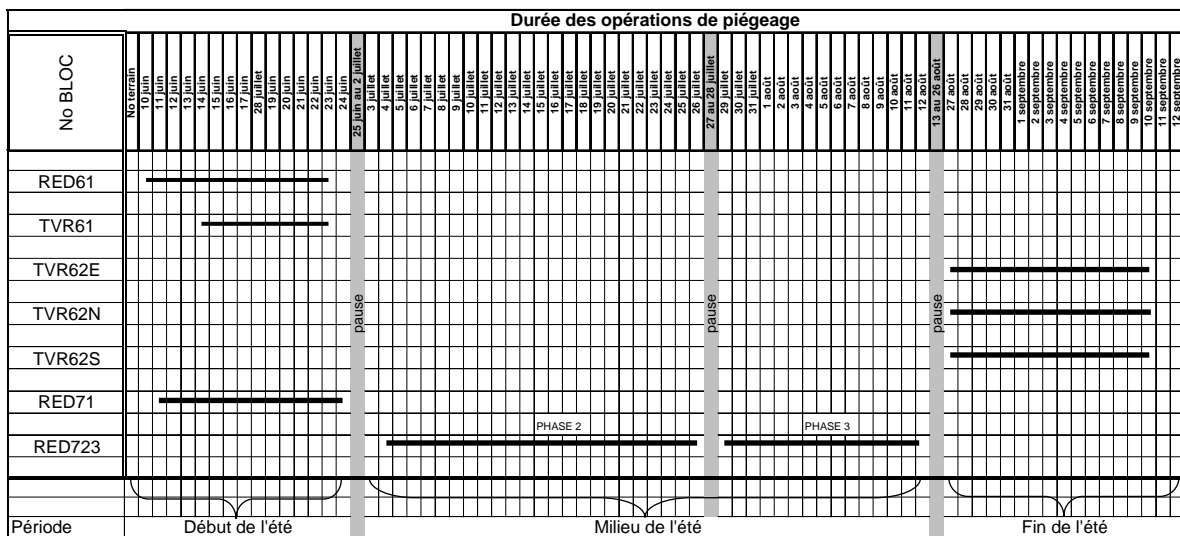


Figure 3. Répartition au cours de l'été des périodes de piégeage dans les différents blocs où des densités de rats laveurs et de moufettes ont été estimées en 2006 et 2007.

### 3.3. Détermination de l'âge

Il est possible de distinguer les jeunes de l'année des adultes sur le terrain lors de leur capture en se basant sur leur petite taille. Cette possibilité culmine en juillet alors que les jeunes de l'année pèsent en moyenne 1,6 kg ( $n = 336$  rats laveurs; données non publiées; Hoffman 1979), pour diminuer ensuite au cours de la saison estivale. En

effet, à partir de la fin août, en raison de leur croissance rapide, les jeunes de l'année, surtout ceux qui vivent dans de très bons habitats, peuvent atteindre des poids comparables à ceux d'adultes de petite taille. En août-septembre 2006, le poids moyen des jeunes était de 3,3 kg et les écarts de poids pouvaient aller de 2 à 8 kg ( $n = 231$  ratons laveurs; données non publiées). En juin 2006, comme c'était la première fois qu'une telle opération était menée au Québec, des jeunes de l'année ont pu être confondus avec des jeunes de un an simplement par manque d'expérience sur le terrain. Cette méprise est d'autant plus probable que tous les ratons laveurs subissent au cours de la période hivernale une perte de poids variant de 16 % à 50 % (Mech *et al.* 1968, Hoffman 1979, Moore et Kennedy 1985, Gehrt et Fritzell 1999, Prange *et al.* 2003). Cette perte de poids se continue jusqu'en juin où elle atteint généralement une valeur minimale autant chez les mâles que chez les femelles (Gehrt et Fritzell 1999). Pour cette raison, nous croyons qu'en juin 2006 des juvéniles de un an ont pu être confondus avec des jeunes de l'année. Par contre, en 2007, l'expérience aidant, cette évaluation visuelle a été plus facile et est devenue, en conséquence, moins sujette à l'erreur. Cette méprise a pu également se produire chez la moufette qui peut perdre, elle aussi, de 49 à 58 % de son poids au cours de l'hiver (Sunquist 1974).

#### 3.4. Détermination des sexes

En zone de réduction (RED61, RED71 et RED723), le sexe des ratons et des moufettes était vérifié par les vétérinaires de l'ACIA qui procédaient à leur euthanasie. En juin 2006, aucune consigne quant à l'inscription du sexe de l'animal n'avait été donnée aux agents de la protection de la faune qui effectuaient le piégeage en zone de réduction et aux piégeurs qui opéraient en zone TVR. Ces données sont donc absentes des fichiers de données de juin 2006 en zone TVR, c'est-à-dire dans le bloc TVR61. À partir d'août-septembre 2006 (2<sup>e</sup> phase), en zone TVR (TVR62E, TVR62N et TVR62S), les piégeurs déterminaient le sexe des ratons en vérifiant visuellement la présence (ou l'absence) d'un fourreau sur leur abdomen. Cette vérification était facilitée en mettant la cage debout. Le raton cherchait alors à grimper vers le haut de la cage, offrant ainsi son abdomen à la vue des piégeurs. La détermination du sexe

des moufettes à l'aide de cette méthode s'est avérée plus risquée et, par conséquent, plusieurs piègeurs s'en sont abstenus.

Il est arrivé, lors des recaptures de rats, d'avoir des verdicts différents sur le sexe et l'âge d'un même animal. En ce qui concerne la banque de données, l'inscription finale était celle qui était majoritaire, c'est-à-dire que si l'animal a été inscrit, lors de sa capture et de ses recaptures, comme mâle, deux fois, et comme femelle, une fois, alors il devenait, quant au diagnostic final, un mâle. En cas d'égalité, le sexe était alors considéré comme indéterminé. Ce reclassement des sexes a touché en 2006, seule année où il y a eu des blocs en TVR, environ 5,3 % des recaptures de rats laveurs dont l'étiquette avait été lue ( $n = 396$ ) et, pour la détermination de l'âge, ce pourcentage a été de 6,7 % ( $n = 384$ ). Les classes de sexe et d'âge n'ont pas été reconsidérées chez la moufette, car les étiquettes n'étaient pas relues lors des recaptures. Dans la majorité des cas, nous n'avons pu parvenir à une quelconque unanimité et les diagnostics finaux sont restés indéterminés dans une proportion de 76 % des cas litigieux de détermination des sexes et de 85 % pour l'âge.

Les données de sexe ont été exprimées en nombre de mâles par 100 femelles. Les rapports des sexes d'un bloc à l'autre, d'une période à l'autre ou entre les différentes catégories d'âge ont été comparés à l'aide de tests du khi carré avec le rapport théorique de 100M : 100F. Un seuil  $\alpha = 0,05$  a été utilisé pour déterminer si une différence était significative ou non.

### 3.5. Estimation des densités de rats laveurs et de moufettes

#### 3.5.1. En zone de réduction

##### 3.5.1.1. Rats laveurs

Différentes approches ont été utilisées pour estimer les populations de rats laveurs et de moufettes pour tenir compte du type d'activités (réduction ou vaccination) appliqué sur les terrains de piégeage (tableaux 3 et 4). En zone de réduction, l'estimation des populations de rats laveurs présentes a été faite, dans les blocs RED61, RED71 et

Tableau 3. Méthodes pour estimer la population de rats laveurs selon le type de bloc considéré.

Bloc	Type d'intervention	Méthode	Modèle
RED61	Réduction	<i>Removal</i>	Gould et Pollock (1997)
TVR61	TVR	Capture-recapture	Mo <sup>1</sup>
TVR62E	TVR	Capture-recapture	Mth Chao <sup>1</sup>
TVR62N	TVR	Capture-recapture	Mt <sup>1</sup>
TVR62S	TVR	Capture-recapture	Mth Chao <sup>1</sup>
RED71	Réduction	<i>Removal</i>	Gould et Pollock (1997)
RED723	Réduction	<i>Removal</i>	Gould et Pollock (1997)

<sup>1</sup> Présentés dans Rivest et Lévesque (2001).

Tableau 4. Méthodes pour estimer la population de moufettes selon le type de bloc considéré.

Bloc	Type d'intervention	Méthode	Modèle
RED61	Réduction	<i>Removal</i>	Leslie et Davis (1939)
RED71	Réduction	<i>Removal</i>	Gould et Pollock (1997)
RED723	Réduction	<i>Removal</i>	Gould et Pollock (1997)

RED723, en utilisant la méthode « *Removal* » basée sur l'effort de piégeage (Krebs 1989, Daigle et Vandal 2007, Daigle et Jomphe 2007ab, Williams *et al.* 2002, G. Daigle, comm. pers., 14 décembre 2007). Pour ces données, le modèle de Gould et Pollock (1997), pour population fermée, a été appliqué étant donné que les probabilités de capture étaient assez grandes (succès de capture : 2006 = 5,6 rats/km<sup>2</sup>; 2007 = 7,1 rats/km<sup>2</sup>). Ce modèle estime les paramètres par un maximum de vraisemblance en ajustant une distribution multinomiale sur les captures  $\{n_i\}$  :

$$L(\beta | n_i) = \frac{N!}{\left( \prod_{i=1}^s n_i! \right) (N-n)!} p_1^{n_1} (q_1 p_2)^{n_2} \dots (q_1 q_2 \dots q_{s-1} p_s)^{n_s} Q^{(N-n)}$$

où  $Q = 1 - p_1 - q_1 p_2 - \dots - q_1 q_2 \dots q_{s-1} p_s$

$$q_i = 1 - p_i$$

$$n = \sum_{i=1}^s n_i$$

avec  $p_i$  = probabilité de capture à la période  $i$ ,  $i=1, \dots, s$

$n_i$  = nombre de captures à la période  $i$ ,  $i=1, \dots, s$

$s$  = nombre d'occasions de capture

Dans l'écriture de vraisemblance,  $Q$  désigne la probabilité qu'un animal ne soit pas capturé durant la période d'étude toute entière.

Dans le bloc RED61, comme il y a eu un changement au jour 5 des équipes de piégeurs et que l'effort en a été altéré de 3,2 % (effort moyen : jours 1 à 5 = 740 nuits-cages, jours 6 à 12 = 715 nuits-cages), les probabilités de capture ( $p_i$ ) ont été associées aux efforts de capture ( $f_i$ ) pour la formule de vraisemblance alors que le temps d'arrivée des trappeurs a été tenu en compte comme suit (Daigle et Vandal 2007) :

$$p_i = \frac{\exp(\beta_o + \beta_1 f_i + \beta_2 \text{trappeur} + \beta_3 \text{trappeur} * f_i)}{1 + \exp(\beta_o + \beta_1 f_i + \beta_2 \text{trappeur} + \beta_3 \text{trappeur} * f_i)}$$

où

$$\text{trappeur} = \begin{cases} 0 & \text{si jour} < 15 \text{ juin } 2006 \\ 1 & \text{si jour} \geq 15 \text{ juin } 2006 \end{cases}$$

Une fois les paramètres  $\beta$  estimés, nous avons pu établir la taille de la population de ratons laveurs comme suit :

$$(1) \quad \hat{N} = \frac{n}{(1 - \hat{Q})}$$

Dans les blocs RED71 et RED723, comme l'effort a été plutôt constant tout au cours de la durée de l'activité, les probabilités de capture ( $p_i$ ) ont été associées aux efforts de capture ( $f_i$ ) comme suit :

$$p_i = \frac{\exp(\beta_o + \beta_1 f_i)}{1 + \exp(\beta_o + \beta_1 f_i)}$$

Une fois les paramètres  $\beta_o$  et  $\beta_1$  estimés, la taille de la population de ratons a pu être établie en appliquant la formule (1).

L'erreur type de ces estimations a été calculée en appliquant la méthode « *bootstrap* » paramétrique avec 5 000 répétitions en 2006 et seulement 1 000 en juin 2007 et en juillet-août 2007 (Efron et Tibshirani 1993).

#### 3.5.1.2. Mouflettes

L'estimation de la population de mouflottes du bloc RED61 s'est faite également avec la méthode « *Removal* » (Daigle et Vandal 2007). Le modèle de Leslie et Davis (1939) a été utilisé puisque les probabilités de capture  $\{p_i\}$  étaient assez petites (succès de capture : 2006 = 1,3 mouffette/km<sup>2</sup>; 2007 = 1,5 mouffette/km<sup>2</sup>). Cette méthode s'appuie

sur une simple régression du nombre de captures par unité d'effort ( $Y_i = n_i/f_i$ ) selon les captures cumulatives effectuées ( $X_i$ ) dans le temps ( $X_i = \sum_{j=1}^i n_j$ ) :

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon \quad \text{avec } \varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$$

L'estimation de la taille de la population de moufettes s'obtient par le quotient des deux paramètres de régression, c'est-à-dire :

$$(2) \quad \hat{N} = \frac{-\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1}$$

L'erreur type de cette estimation se calcule à l'aide de la méthode du delta (Seber 1982) :

$$se(\hat{N}) = \sqrt{\left(\frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1}\right)^2 \left( \frac{\text{var}(\hat{\beta}_0)}{\hat{\beta}_0^2} + \frac{\text{var}(\hat{\beta}_1)}{\hat{\beta}_1^2} - \frac{2 \text{cov}(\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1)}{\hat{\beta}_0 \hat{\beta}_1} \right)}$$

Le modèle de Gould et Pollock (1997) a été utilisé au lieu de celui de Leslie et Davis (1939) dans les blocs RED71 et RED723 (Daigle et Jomphe 2007ab). Les probabilités de capture ( $p_i$ ), liées aux efforts de capture ( $f_i$ ), ont été calculées de la façon suivante :

$$p_i = 1 - \exp(-kf_i)$$

Une fois le paramètre  $\beta$  estimé, l'estimation de la taille de la population s'est faite en appliquant la formule (1).

### 3.5.2. En zone TVR

#### 3.5.2.1. Ratons laveurs

En zone TVR, la méthode « Capture-recapture » avec le modèle « Mo » (Rivest et Lévesque 2001) a été appliquée pour estimer la population de ratons laveurs dans le bloc TVR61 (Daigle et Vandal 2007). Ce modèle est le plus simple des modèles de

« Capture-recapture » pour les populations fermées. Il a été utilisé faute d'information détaillée sur les captures faites dans les premiers jours en zone de vaccination (G. Daigle, comm. pers.). Ce modèle a pour prémisse que les animaux ont la même probabilité de capture et que cette probabilité demeure constante à toutes les occasions de capture.

Ce modèle comprend deux paramètres :  $N$  et  $p \in [0,1]$ . Ainsi, la probabilité qu'un animal soit capturé  $k$  fois s'écrit :

$$P_k = \binom{10}{k} p^k (1-p)^{10-k},$$

La fréquence prédite des animaux capturés  $k$  fois ( $\mu_k$ ) se calcule en utilisant la formule  $\mu_k = NP_k$ , laquelle quantité peut encore s'écrire sous la forme d'un modèle log-linéaire de la façon suivante :

$$\log(\mu_k) = \alpha + \beta k + \log\left(\binom{10}{k}\right)$$

avec

$\alpha = N(1-p)^{10}$  = fréquence prédite des animaux n'ayant jamais été capturés

$\beta = \text{logit}(p) = \log\left(\frac{p}{1-p}\right) \Rightarrow p = \exp(\beta)/(1 + \exp(\beta))$  = probabilité de capture

La taille totale  $\hat{N}$  de la population s'estime alors simplement par :

$$(3) \quad \hat{N} = n + \exp(\hat{\alpha})$$

où  $n$  est le nombre total d'animaux marqués. L'erreur type de cette estimation est donnée par :

$$se(\hat{N}) = \sqrt{\exp(\hat{\alpha}) + \exp(2\hat{\alpha}) \text{var}(\hat{\alpha})}$$

Dans les blocs TVR62E, TVR62N et TVR62S, les modèles utilisés pour l'estimation de la population de rats laveurs ont été également des modèles à populations fermées (Daigle et Vandal 2007). Comme l'histoire de capture était connue pour chaque raton, il a été possible de vérifier si les probabilités de capture étaient homogènes ou non. Différents modèles à populations fermées (Mo, Mh, Mt, Mth Chao et Mth Darroch; Rivest et Lévesque 2001) ont été ajustés aux données et le meilleur a été sélectionné selon le critère d'information d'Akaike (AIC), tout en minimisant la déviance (Rivest et Lévesque 2001). Le meilleur modèle a été, dans tous les cas, le « Mth Darroch » (G. Daigle, comm. pers., 5 juin 2007 et 14 décembre 2007). Comme les probabilités de capture semblent être hétérogènes, celui-ci a tendance, dans ces circonstances, à surestimer les populations (G. Daigle, comm. pers., 5 juin 2007 et 14 décembre 2007). Ainsi, pour une qualité d'ajustement équivalente, le deuxième meilleur modèle, selon le bloc considéré, a donc été sélectionné, soit le modèle « Mth Chao » pour les blocs TVR62E et TVR62N et le modèle « Mt » pour le bloc TVR62S. Pour s'assurer que le modèle choisi s'adaptait bien aux données, un test de khi carré basé sur la différence entre les valeurs observées et prédites par le modèle a été calculé (D'Agostino et Stephens 1986).

La taille de la population dans les blocs TVR62E, TVR62N et TVR62S a été évaluée à partir de l'ajustement de modèles de la méthode « Capture-recapture », soit le modèle Mt ou Mth (G. Daigle, comm. pers., 14 décembre 2007) :

$$\hat{N} = n + \exp(\hat{\beta}_o)$$

où  $n$  = le nombre d'animaux distincts capturés

et

$\hat{\beta}_o$  = estimation de l'ordonnée à l'origine du modèle Mt ou Mth.

L'erreur type de cette estimation est donnée par :

$$se(\hat{N}) = \sqrt{\exp(\hat{\beta}_o) + \exp(2\hat{\beta}_o) \text{var}(\hat{\beta}_o)}$$

Aucun test statistique n'a été appliqué pour comparer les estimations de densités entre elles. Finalement, les densités de rats laveurs et de mouffettes ont été obtenues en divisant le nombre estimé de rats laveurs et de mouffettes dans chacun des blocs par les superficies de ceux-ci.

### 3.5.2.2. Mouffettes

Aucune évaluation de la densité de mouffettes n'a pu être produite avec les données issues des blocs TVR62E, TVR62N et TVR62S puisque aucune lecture d'étiquettes n'a été faite lors des recaptures.

## 3.6. Majoration des densités estimées au début de l'été

Au début de l'été, les jeunes sont peu mobiles et les probabilités qu'ils soient capturés dans les cages sont faibles. Les estimations de densités de rats laveurs et de mouffettes faites en juin 2006 (RED61, TVR61) et juin 2007 (RED71) sont donc, selon nous, sous-estimées. Pour rendre ces densités comparables aux autres évaluations réalisées plus tard en saison, au moment où les jeunes sont plus mobiles, nous avons majoré les densités de juin 2006 et 2007 de 27,7 %. Ce pourcentage a été obtenu en faisant la différence entre le pourcentage de jeunes capturés en juin 2007 (10,3 %; RED71, réf. Section 4.1) et le pourcentage de jeunes capturés, plus tard, en juillet-août (38,0 %; RED73, réf. Section 4.1), au moment où nous pensons avoir les meilleures estimations de la proportion de jeunes dans la population. Les densités de mouffettes n'ont pu être ajustées de cette façon, car le calcul de la proportion de jeunes n'était établi que sur un faible nombre d'individus (11 individus en juin et 62 en août). Des intervalles de confiance ont ensuite été calculés pour ces densités majorées.

## 3.7. Densités et vocation agricole

Pour être en mesure de relier les densités de rats laveurs et de mouffettes à une caractéristique visible et significative de l'habitat, nous avons calculé la superficie de chaque bloc vouée à l'agriculture. Ces pourcentages ont été obtenus à l'aide du logiciel ArcGIS à partir de cartes écoforestières du Service de l'inventaire forestier du ministère des Ressources naturelles et de la Faune. Les densités de rats laveurs et de

moufettes ont été ensuite associées au pourcentage de territoire à vocation agricole de chaque bloc au moyen de corrélation linéaire de différents types pour avoir le meilleur ajustement possible. Ces corrélations ont été réalisées avec le logiciel Excel.

Les différents blocs ont été ensuite classés en fonction du pourcentage de leur territoire consacré à l'agriculture en suivant la classification proposée par Bélanger et Grenier (1998; tableau 5). La classe « forte » créée par ces auteurs étant très étendue (40 % et plus d'occupation du sol par l'agriculture), nous avons décidé de la scinder en deux, tout en respectant la limite inférieure de cette classe. Dans cette étude, la classe « forte » regroupera donc les blocs qui ont de 40 à 70 % de leur superficie consacrée à l'agriculture et la classe « très forte », ceux qui présentent des pourcentages en production agricole variant de 70 à 100 % (tableau 5).

Tableau 5. Classement des blocs en fonction de leur vocation agricole selon les classes définies par Bélanger et Grenier (1998) et les classes modifiées pour les besoins de cette étude.

Classes de vocation agricole selon Bélanger et Grenier (1998)	% de la superficie en agriculture	Classes de vocation agricole modifiées	% de la superficie en agriculture
Très faible	< 10 %	Très faible	< 10 %
Faible	10 à 20 %	Faible	10 à 20 %
Moyenne	20 à 40 %	Moyenne	20 à 40 %
Forte	> 40 %	Forte	40 à 70 %
-	-	Très forte	70 à 100 %

## 4. RÉSULTATS

### 4.1. Pourcentage de jeunes

Le pourcentage de jeunes évalués de façon visuelle dans les différents blocs a varié de 10,3 % à 41,6 % pour le raton laveur (tableau 6). Si l'on exclut les données de juin 2006, il semble y avoir une certaine progression dans le pourcentage de jeunes au cours de la saison estivale. Ce pourcentage serait, chez le raton, de 10,3 % en début d'été, varierait de 26,6 à 38,0 % en milieu d'été et de 32,4 à 41,6 % en fin d'été (tableau 6). Chez la moufette, ce pourcentage serait nul en juin 2007, augmenterait à 17,7 % en milieu d'été et oscillerait entre 36,1 et 45,3 % à la fin de la saison estivale (tableau 6).

### 4.2. Rapport des sexes

#### 4.2.1. Ratons laveurs

Le rapport des sexes de l'ensemble des ratons capturés dans les différents blocs favorise les mâles au début de l'été dans le bloc RED61 (tableau 6) et à la fin de l'été dans le bloc TVR62E. Il favorise une seule fois les femelles (début de l'été, bloc RED71) et, le reste du temps, les rapports diffèrent peu entre les sexes (tableau 7).

En regroupant les données des différents blocs en fonction de chaque période de l'été et en les comparant avec un rapport des sexes égal (100M : 100F), nous constatons que le rapport des sexes de la population totale avantage les femelles en début d'été, que ce rapport tend à s'équilibrer au milieu de l'été pour finalement basculer à l'avantage des mâles en fin d'été (tableau 8). D'une période de l'été à l'autre, on constate que le rapport des sexes de l'ensemble des captures est influencé différemment par le comportement des adultes et des jeunes de l'année (tableau 8).

Tableau 6. Pourcentage de jeunes de l'année, estimé sur une base visuelle dans les différents blocs destinés à évaluer les densités de ratons et de moufettes en 2006 et 2007 (recaptures exclues, sauf dans le bloc TVR61).

Période	Bloc	Pourcentage de jeunes de l'année	
		Ratons	Moufettes
Début de l'été	RED61	40,2 (n = 189)	54,8 (n = 31)
	TVR61	40,7 (n = 27)	--
	RED71	10,3 (n = 999)	0,0 (n = 11)
Milieu de l'été	RED72	26,6 (n = 462)	-
	RED73	38,0 (n = 948)	23,9 (n = 67)
	RED723	34,3 (n = 1 410)	23,9 (n = 67)
Fin de l'été	TVR62E	32,4 (n = 429)	36,1 (n = 36)
	TVR62NS	41,6 (n = 643)	45,3 (n = 117)

Tableau 7. Rapports des sexes de l'ensemble des ratons laveurs capturés dans les différents blocs où des densités de population ont été estimées en 2006 et 2007 (recaptures exclues, sauf dans le bloc TVR61).

Période	Bloc	Rapport des sexes	Valeur de <i>P</i>
Début de l'été	RED61	118M : 100F (n = 516)	0,05
	TVR61	96M : 100F (n = 49)	0,89
	RED71	72M : 100F (n = 991)	≤ 0,001
Milieu de l'été	RED72	91M : 100F (n = 436)	0,34
	RED73	104M : 100F (n = 939)	0,54
	RED723	94M : 100F (n = 1 375)	0,29
Fin de l'été	TVR62E	140M : 100F (n = 384)	0,001
	TVR62NS	104M : 100F (n = 549)	0,58

Tableau 8. Rapports des sexes de l'ensemble des rats laveurs capturés en 2006 et 2007 selon leur catégorie d'âge après un regroupement des blocs en fonction des périodes de l'été.

Période	Jeunes		Adultes		Total	
	Rapport des Sexes	Valeur de <i>P</i>	Rapport des sexes	Valeur de <i>P</i>	Rapport des sexes	Valeur de <i>P</i>
Début de l'été	99M : 100F <sup>a</sup> (n = 157)	0,94	54M : 100F <sup>a</sup> (n = 1 008)	< 0,0001	86M : 100F <sup>a</sup> (n = 1 556)	0,003
Milieu de l'été	105M : 100F <sup>a</sup> (n = 428)	0,63	91M : 100F <sup>b</sup> (n = 917)	0,16	94M : 100F <sup>a</sup> (n = 1 375)	0,29
Fin de l'été	134M : 100F <sup>b</sup> (n = 324)	0,008	108M : 100F <sup>b</sup> (n = 583)	0,34	117M : 100F <sup>b</sup> (n = 933)	0,01

<sup>a, b</sup> D'une période de l'été à l'autre, les rapports de sexe indiqués par une même lettre ne sont pas significativement différents les uns des autres à *P* = 0,05.

Chez les jeunes, le rapport des sexes, proche de l'égalité au début de l'été, évolue fortement à l'avantage des mâles à la fin de la saison alors que, chez les adultes, le rapport des sexes favorisant fortement les femelles au début de l'été tend à s'égaliser vers le milieu et la fin de l'été. Les changements dans les rapports des sexes de la population totale au cours de l'été sont probablement attribuables en partie à la mobilité accrue des jeunes mâles et des mâles adultes et à une différence quant à leur probabilité de capture selon le temps de l'année.

#### 4.2.2. Mouflettes

Les données de sexe chez la moufette sont, quant à elles, moins nombreuses que celles obtenues pour le raton. Au début de l'été, le rapport des sexes des mouffettes favorise fortement les femelles, et ce, autant en ce qui a trait à l'échantillon total qu'au segment adulte (tableau 9). Au milieu de l'été, la différence entre les mâles et les femelles s'amenuise au point qu'aucune différence significative n'est notée entre les sexes, tant dans l'ensemble de l'échantillon que chez les adultes (tableau 9). Malheureusement, aucune donnée n'est disponible pour la période de fin d'été, car, en 2006, les piégeurs opérant en zone TVR n'ont pas noté le sexe des mouffettes (réf. section 3.4). On remarque que le rapport des sexes chez la moufette semble plus fortement déséquilibré au début de l'été que chez le raton (tableau 9). La différence entre le rapport des sexes du début et du milieu de l'été est significative, que l'on considère l'ensemble de la population ou le segment adulte uniquement (tableau 9).

Tableau 9. Rapports des sexes des moufettes selon les périodes de l'été dans les blocs où des densités ont été estimées en 2006 et 2007 (recaptures exclues).

Période	Adultes		Total	
	Rapport des Sexes	Valeur de $P$	Rapport des sexes	Valeur de $P$
Début de l'été	43M : 100F <sup>a</sup> (n = 43)	0,01	49M : 100F <sup>a</sup> (n = 110)	0,003
Milieu de l'été	76M : 100F <sup>b</sup> (n = 51)	0,33	73M : 100F <sup>b</sup> (n = 78)	0,17
Fin de l'été	-	-	-	-

<sup>a, b</sup> D'une période de l'été à l'autre, les rapports de sexe indiqués par une même lettre ne sont pas significativement différents les uns des autres à  $P = 0,05$ .

### 4.3. Estimations des densités en fonction des blocs et des périodes de l'été

#### 4.3.1. Ratons laveurs

De 207 à 1 482 ratons laveurs capturés ont servi pour les évaluations de densités en 2006 et 2007 (tableau 10). Les densités estimées ou majorées de ratons, évaluées avec les méthodes « *Removal* » et « *Capture-recapture* », varient considérablement d'un bloc à l'autre, soit de  $6,3 \pm 0,6$  ratons /km<sup>2</sup> (milieu de l'été, bloc RED723) à  $18,3 \pm 2,6$  ratons/km<sup>2</sup> (début de l'été, bloc TVR61; tableau 10) pour une densité moyenne de  $13,0 \pm 0,9$  ratons/km<sup>2</sup>. À quelques exceptions près, les densités les plus fortes ont été obtenues avec la méthode « *Capture-recapture* » en zone TVR. Il n'y a pas de tendance à la hausse ou à la baisse des densités moyennes de ratons laveurs estimées ou majorées selon la période de l'été ( $R^2 = 0,0472$ ).

#### 4.3.2. Mouffettes

Pour un effort de piégeage comparable à celui déployé pour le raton laveur, le nombre de captures de mouffettes n'a guère dépassé 200 mouffettes, en tenant compte du fait que des recaptures ont probablement été incluses dans le bloc TVR61 (tableau 11). Les effectifs estimés de mouffettes semblent donc beaucoup plus faibles que ceux de ratons laveurs. Ils vont d'un minimum de  $1,0 \pm 0,2$  mouffette/km<sup>2</sup> (milieu de l'été, bloc RED723) à un maximum de  $2,1 \pm 1,5$  mouffettes/km<sup>2</sup> (début d'été, bloc RED71), pour une moyenne de  $1,6 \pm 0,4$  mouffette/km<sup>2</sup>.

Tableau 10. Estimation des densités de rats laveurs (rats/km<sup>2</sup>) selon la période dans les différents blocs d'étude avant intervention.

Période	Bloc	Nombre de captures	Estimation de la population $\hat{N}$	Densités estimées	Densités du début de l'été majorées de 27,7 %	Densités estimées et majorées
Début de l'été	RED61	515	681 ± 147 <sup>1</sup>	8,7 ± 1,9	11,1 ± 2,4	11,1 ± 2,4
	TVR61	973 <sup>2</sup>	3 382 ± 471 <sup>1</sup>	14,4 ± 2,0	18,3 ± 2,6	18,3 ± 2,6
	RED71	999	1 174 ± 63 <sup>3</sup>	12,4 ± 0,7	15,8 ± 0,9	15,8 ± 0,9
Milieu de l'été	RED723	1 462	1 860 ± 177 <sup>4</sup>	6,3 ± 0,6	-	6,3 ± 0,6
Fin de l'été	TVR62E	419	697 ± 89 <sup>5</sup>	7,6 ± 1,0	-	7,6 ± 1,0
	TVR62N	207	694 ± 163 <sup>5</sup>	14,6 ± 3,4	-	14,6 ± 3,4
	TVR62S	297	812 ± 148 <sup>5</sup>	17,0 ± 3,1	-	17,0 ± 3,1
Moyenne				11,5 ± 0,8	-	13,0 ± 0,9

<sup>1</sup> Daigle et Vandal (2007).

<sup>2</sup> Incluant les recaptures.

<sup>3</sup> Daigle et Jomphe (2007a).

<sup>4</sup> Daigle et Jomphe (2007b).

<sup>5</sup> G. Daigle, comm. pers., 5 juin 2007. Note : À l'origine, la superficie des blocs TVR62E, TVR62N, TVR62S incluait une zone tampon de 200 m autour des limites des blocs. Les densités présentées ci-dessus ont été réajustées en tenant compte de la superficie exacte des blocs.

Tableau 11. Estimation des densités de moufettes (moufettes/km<sup>2</sup>) selon la période dans les différents blocs d'étude avant intervention.

Période	Bloc	Nombre de captures	Estimation de la population $\hat{N}$	Densités estimées
Début de l'été	RED61	83	$104 \pm 33^1$	$1,3 \pm 0,4$
	TVR61	200 <sup>2</sup>	$478 \pm 107^1$	$2,0 \pm 0,5$
	RED71	72	$203 \pm 145^{3,4}$	$2,1 \pm 1,5^5$
Milieu de l'été	RED723	198	$296 \pm 68^6$	$1,0 \pm 0,2$
Fin de l'été	TVR62E	-	-	-
	TVR62N	-	-	-
	TVR62S	-	-	-
Moyenne	-	-	-	$1,6 \pm 0,4$

<sup>1</sup> Daigle et Vandal (2007).

<sup>2</sup> Incluant les recaptures.

<sup>3</sup> Daigle et Jomphe (2007a), G. Daigle, comm. pers., 15 oct. 2008.

<sup>4</sup> La borne inférieure de cet intervalle (203-145) est égale à 58, lequel nombre est inférieur au nombre total de captures effectuées, soit  $n = 72$ . C'est pourquoi il faut considérer en réalité la borne inférieure de l'estimation de la population comme étant 72 moufettes (G. Daigle, comm. pers., 15 oct. 2008).

<sup>5</sup> Suivant le même raisonnement, la borne inférieure de la densité avant réduction sera 0,76 (72/94,7 km<sup>2</sup>) au lieu de 0,61 (G. Daigle, comm. pers., 15 oct. 2008).

<sup>6</sup> Daigle et Jomphe (2007b).

#### 4.4. Densités et vocation agricole

Pour l'étude des densités de rats laveurs et de moufettes, la majorité des blocs de la MRC de Brome-Missisquoi, soit les blocs TVR62S, RED61, TVR62N et TVR61, se sont trouvés réunis dans la classe de vocation agricole « moyenne » (tableau 12). Les blocs TVR62E et RED71, également dans cette MRC, ont été classés respectivement dans la classe « faible » et « forte », alors que le bloc RED723, situé dans les MRC des Jardins-de-Napierville et du Haut-Richelieu, s'est retrouvé dans la classe « très forte ». Nous n'avons aucun bloc dans la classe de vocation agricole « très faible » (tableau 12).

Les densités les moins fortes de rats laveurs (de 6,3 à 7,6 rats/km<sup>2</sup>) ont été trouvées dans les extrêmes, c'est-à-dire dans les blocs à faible (bloc TVR62E) et à très forte (bloc RED723) vocation agricole (figure 4). Les densités les plus fortes de rats laveurs ont, pour leur part, été estimées dans les blocs à moyenne (TVR62S, TVR62N, RED61, TVR61) et forte (RED71) vocation agricole. Le rapport entre les densités estimées dans les « mauvais » et les « bons » habitats varie presque du simple (très fortement agricole = 6,3 rats/km<sup>2</sup>; faiblement agricole = 7,6 rats/km<sup>2</sup>; tableau 12) au double (moyennement à fortement agricole = 15,4 rats/km<sup>2</sup>). Ces cinq blocs, qui pourraient représenter de « bons » habitats pour le raton laveur, présentent une superficie moyenne consacrée à l'agriculture de 36,6 % (tableau 12). D'après la courbe de régression, les densités optimales de rats pourraient même être plus fortes lorsque le pourcentage du bloc occupé par l'agriculture se situe entre 45 et 50 % (figure 4).

Les résultats pour la moufette diffèrent légèrement de ceux du raton laveur. En effet, les densités les moins fortes de moufettes (de 1,3 à 1,0 moufette/km<sup>2</sup>) ont été trouvées dans les blocs à moyenne (RED61) et très forte (RED723) vocation agricole (figure 5; tableau 13). Les densités les plus élevées ont été trouvées dans les classes moyennes et fortes où le pourcentage moyen du territoire voué à l'agriculture était de 44,5 %. Selon le modèle de régression, les densités de moufettes pourraient culminer lorsque le pourcentage de terres agricoles constitue de 55 à 60 % de la superficie du bloc.

Tableau 12. Estimation des densités de rats laveurs (rats/km<sup>2</sup>) dans les différents blocs d'étude selon la vocation agricole du bloc.

Vocation agricole	Bloc	Estimation de la population $\hat{N}$	Densités estimées	Densités du début de l'été majorées de 27,7 %	Densités estimées ou exactes	Densités selon la vocation agricole
Faible	TVR62E	697 ± 89	7,6 ± 1,0		7,6 ± 1,0	7,6 ± 1,0
Moyenne	TVR62S	812 ± 148	17,0 ± 3,1	-	17,0 ± 3,1	} 15,4 ± 1,2
Moyenne	RED61	681 ± 147 <sup>2</sup>	8,7 ± 1,9	11,1 ± 2,4	11,1 ± 2,4	
Moyenne	TVR62N	694 ± 163	14,6 ± 3,4	-	14,6 ± 3,4	
Moyenne	TVR61	3 382 ± 471	14,4 ± 2,0	18,3 ± 2,6	18,3 ± 2,6	
Forte	RED71	1 174 ± 63	12,4 ± 0,7	15,8 ± 0,9	15,8 ± 0,9	
Très forte	RED723	1 860 ± 177	6,3 ± 0,6	-	6,3 ± 0,6	6,3 ± 0,6
Moyenne	-	-	11,6 ± 0,8	-	13,0 ± 0,9	-

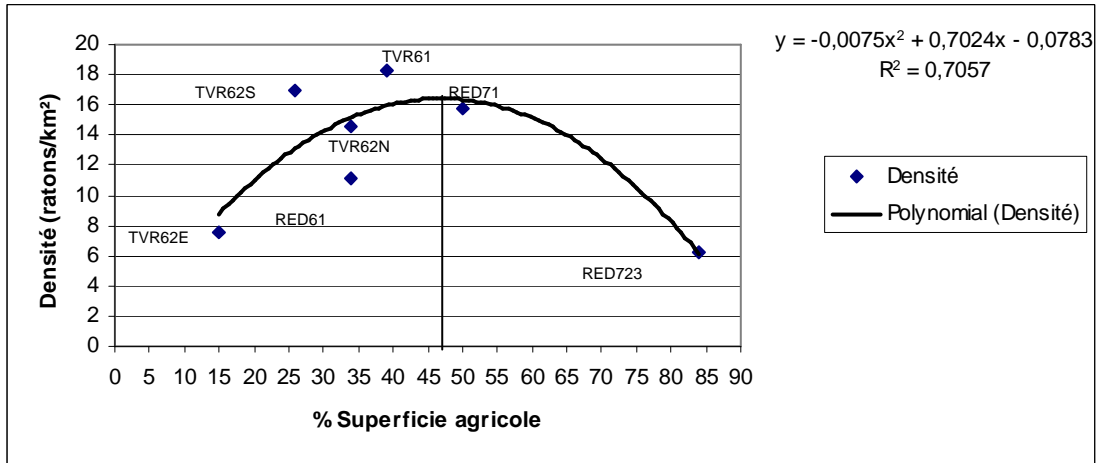


Figure 4. Évolution de la densité de ratons laveurs en fonction de la superficie du bloc consacrée à l'agriculture et aux cultures.

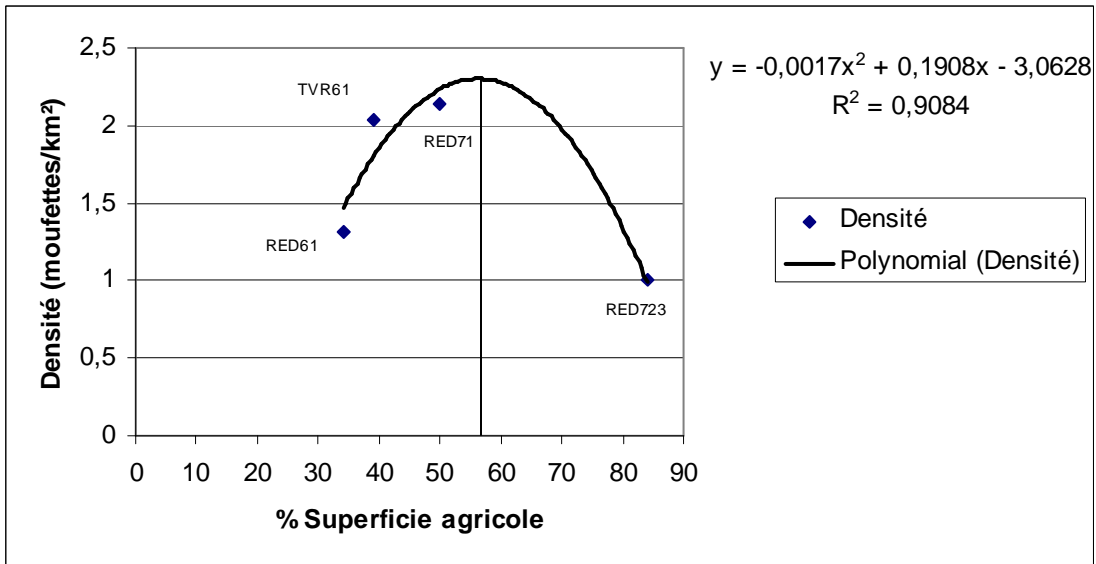


Figure 5. Évolution de la densité de mouffettes en fonction de la superficie du bloc consacrée à l'agriculture et aux cultures.

Tableau 13. Estimation des densités de moufettes (moufettes/km<sup>2</sup>) dans les différents blocs d'étude selon la vocation agricole du bloc.

Vocation agricole	Bloc	Estimation de la population $\hat{N}$	Densités estimées	Densités selon la vocation agricole
Faible	TVR62E	-	-	-
Moyenne	TVR62S	-	-	} 1,83 ± 0,5
Moyenne	RED61	104 ± 33	1,3 ± 0,4	
Moyenne	TVR62N	-	-	
Moyenne	TVR61	478 ± 107	2,0 ± 0,5	
Forte	RED71	203 ± 145	2,1 ± 1,5	
Très forte	RED723	296 ± 68	1,0 ± 0,2	1,0 ± 0,2
Moyenne	-	-	1,6 ± 0,4	1,6 ± 0,4

Dans les deux cas, nous avons trouvé que la courbe qui ajustait le mieux les valeurs de densités aux pourcentages du bloc consacrés à la vocation agricole était une courbe polynomial d'ordre 2. Les coefficients de détermination sont élevés autant pour les densités de ratons ( $R^2 = 0,70$ ) que pour les densités de moufettes ( $R^2 = 0,90$ ).

## 5. DISCUSSION

### 5.1. Périodes

Selon leur écologie, l'année typique du raton laveur et de la moufette pourrait se diviser en trois saisons : 1) celle de la reproduction (1<sup>er</sup> février au 31 mai); 2) celle de l'élevage des jeunes (1<sup>er</sup> juin au 30 septembre); et 3) celle de l'hiver (1<sup>er</sup> octobre au 31 janvier) (Verts 1967, Chamberlain et Leopold 2002). Si l'on se fie à ces auteurs, les opérations menées sur le terrain en 2006 et 2007 se seraient donc toutes déroulées à l'intérieur de la saison d'élevage des jeunes. Pour l'analyse de la structure d'âge et du rapport des sexes, nous avons subdivisé cette dernière saison en trois périodes : le début, le milieu et la fin de l'été. Chacune de ces périodes tient compte des réalités du cycle de reproduction et d'élevage des jeunes des ratons laveurs et des moufettes de même que de leur influence sur la mobilité et, indirectement, sur la susceptibilité à la capture de chacun des segments de la population.

#### 5.1.1. Début de l'été

La période du début de l'été (mois de juin) correspond à l'augmentation progressive de la mobilité de l'unité familiale « mère-jeunes » et à la dispersion des jeunes de un an. La reproduction chez le raton laveur et la moufette survient, en général, entre la fin de février et le début de mars (Verts 1967, Bailey 1971, Rosatte 2000). Après une durée moyenne de 63 jours de gestation (Verts 1967, Sanderson 1987), les femelles mettent bas vers la mi-mai, mais les naissances peuvent être retardées, selon l'année ou la latitude, jusqu'à la fin de mai (Verts 1967, Larivière et Messier 1997, Gehrt et Fritzell 1998, Rosatte 2000, Rosatte et Larivière 2003). Des mises bas exceptionnelles peuvent même se produire chez le raton en août et en septembre (Gehrt et Fritzell 1998, Rosatte 2000). Lors de l'« Opération raton-2007 », trois femelles ratons laveurs gestantes ont été capturées les 13, 15 et 16 juin. Une de celles-ci était presque à terme, ce qui veut dire qu'elle aurait été accouplée à la mi-avril (données non publiées).

Au début de l'été, les ratons laveurs sont généralement peu mobiles en raison de la température fraîche et de la mise bas des femelles (Prange *et al.* 2003). Cela se traduit par des domaines vitaux plus petits au printemps qu'à n'importe quel moment de

l'année où les animaux sont actifs (Prange *et al.* 2003). Chez la moufette, l'activité nocturne des femelles est à son plus bas du 1<sup>er</sup> avril au 14 mai, s'élève du 15 mai au 31 juillet où elle atteint un maximum et diminue, par la suite, jusqu'au 31 août. Pour les mâles, l'activité nocturne s'élève, de façon linéaire, du 15 mai au 31 août (Larivière et Messier 1997).

Les femelles ratons et moufettes mettent bas habituellement dans des terriers au sol, creusés par elles ou, la plupart du temps, par d'autres espèces (Verts 1967, Bailey 1971, Gehrt et Fritzell 1998). Elles utilisent aussi des empilements de branches, des arbres creux (Schneider *et al.* 1971 *in* Kaufmann 1982, Gehrt et Fritzell 1998) et, surtout dans le cas de la moufette, de vieux bâtiments de ferme (Larivière et Messier 1998a, Larivière *et al.* 1999). Chez le raton et la moufette, le rapport des sexes à la naissance est souvent égal (Verts 1967, Kaufmann 1982) mais il peut légèrement avantager les femelles (Bailey 1971) ou, à l'inverse, il peut favoriser les mâles (Bjorge *et al.* 1981). Tant qu'ils sont à l'intérieur de la tanière [durée moyenne de 72 jours, Gehrt et Fritzell (1998)], les jeunes ratons et les jeunes moufettes ne consomment que du lait. Le sevrage débute entre la septième et la neuvième semaine alors que l'unité familiale commence à explorer les abords de la tanière à la recherche d'aliments solides (Schneider *et al.* 1971 *in* Kaufmann 1982, Gehrt et Fritzell 1998, Rosatte 2000). Par exemple, si la mise bas se fait au début de mai, cette étape surviendrait autour de la troisième semaine de juin. À cette période, le poids des jeunes ratons est d'environ 1 kg (Hamilton 1936 *in* Kaufmann 1982). La faible mobilité des jeunes, au début de l'été, diminue leurs probabilités de capture dans les cages, mais ne protège pas nécessairement les femelles allaitantes qui doivent se nourrir en dehors du nid (Nixon *et al.* 1993). Sur le plan de la vulnérabilité à la capture, Hoffman et Gottschang (1977), en Ohio, et Hatten (2000), en Illinois, rapportent des captures de jeunes ratons dans les cages dès le 2 juin, mais celles-ci sont peu nombreuses avant juillet (Hatten 2000, Rosatte 2000). Ce calendrier de la vie reproductive des ratons laveurs semble correspondre aux observations faites lors des activités de lutte contre la rage en 2007. En effet, au cours de cette année-là, de jeunes ratons ont été capturés dans des cages dès le 11 juin (2007) à raison d'une moyenne de 3 jeunes/jour au cours de la première semaine de capture (11 au 18 juin) et de 16 jeunes/jour lors de la deuxième (19 au 24 juin). Par contre, lors de l'étude de Lefebvre (1998), les premières captures de jeunes

sont survenues plus tard, soit le 28 juin, en 1995, et le 23 juillet, en 1996. Chez la moufette, les femelles restent fidèles à la tanière où les attendent leur progéniture jusqu'à la mi-juillet environ (Bailey 1971, Larivière et Messier 1998a).

C'est aussi à cette période que 80 % des ratons mâles de un an (âgés de 13,5 mois en moyenne) se dispersent généralement (Mech *et al.* 1968, Fritzell 1978, Gehrt et Fritzell 1998), mais la date moyenne de dispersion peut varier d'année en année, oscillant entre le 20 mai et le 17 juin (Fritzell 1978). Les femelles de un an demeurent, pour leur part, dans le domaine vital de leur mère (Gehrt et Fritzell 1998, Hanlon *et al.* 1989). Le degré de chevauchement des domaines vitaux des femelles âgées  $\geq 22$  mois peut atteindre jusqu'à 74 % (Gehrt et Fritzell 1998).

#### 5.1.2. Milieu de l'été

Au cours de leur 10<sup>e</sup> semaine de vie (2<sup>e</sup> semaine de juillet), les jeunes moufettes quittent le nid et commencent à voyager avec leur mère (Bailey 1971). Il semble cependant que cette période arrive un peu plus tard chez les jeunes ratons. En effet, ceux-ci essaient de suivre leur mère lors de ses excursions nocturnes, mais, la plupart du temps, ils renoncent au bout de 100 m et retournent à la tanière (Schneider *et al.* 1971 *in* Kaufmann 1982). La femelle revient à la tanière à quelques reprises au cours de la nuit pour surveiller les jeunes. Vers la 11<sup>e</sup> semaine (3<sup>e</sup> semaine de juillet), les petits commencent à suivre leur mère pour de brèves excursions nocturnes. Ce ne serait, finalement, qu'à partir de la 12<sup>e</sup> semaine (dernière semaine de juillet) que les petits et la femelle abandonnent la tanière et commencent à voyager ensemble (Schneider *et al.* 1971 *in* Kaufmann 1982, Gehrt et Fritzell 1977, Sanderson 1987). La période du milieu de l'été est donc caractérisée par l'augmentation graduelle de la mobilité des jeunes de l'année (ratons et moufettes) et, par conséquent, par leur susceptibilité croissante à la capture dans des cages. Cette réalité se reflète dans nos données puisque l'on a observé, en 2007, une augmentation progressive du pourcentage de jeunes ratons capturés de juin (10,3 %), à juillet (26,6 %), à la mi-août (38,0 %).

### 5.1.3. Fin de l'été

Puisque la nourriture est plus abondante en juillet et en août, les domaines vitaux des ratons mâles et femelles s'agrandissent, avec une superficie couverte par les mâles très souvent supérieure à celle des femelles (Gehrt et Fritzell 1997, Chamberlain et Leopold 2002, Hodges *et al.* 2000, Fritzell 1978 *in* Totton *et al.* 2004, Kamler et Gipson 2003). Plus les domaines vitaux sont grands, plus la mobilité augmente et plus grande est généralement la susceptibilité à la capture (Smith *et al.* 1994). En raison de leur propension à avoir des domaines vitaux plus grands et de leur mobilité accrue, les mâles sont donc plus vulnérables à la capture vers la fin de l'été, et ce phénomène a été bien démontré par les changements observés dans l'étude temporelle des rapports des sexes. Cette règle générale est plus difficile à démontrer chez la moufette. Certains auteurs ont réussi à faire une telle démonstration (Greenwood *et al.* 1985, Larivière et Messier 1998b), alors que d'autres n'ont vu aucune relation entre la taille des domaines vitaux et des paramètres comme le sexe et la saison (Bixler et Gittleman 2000).

Le sevrage des jeunes ratons se poursuit à la fin de l'été de la mi-juillet à la mi-septembre (Sanderson 1987, Chamberlain et Leopold 2002). Elle est complétée chez la moufette dès la mi-août (Bailey 1971). Plus les jeunes vieillissent, plus la distance entre eux et leur mère augmente, mais cet écart reste le même pour les représentants des deux sexes (Kaufmann 1982, Gehrt et Fritzell 1998). Certains jeunes ratons peuvent se disperser au cours de leur premier automne, mais la plupart restent associés à leur mère jusqu'à la saison de reproduction en mars, partageant avec elle son site de repos dans une proportion supérieure à 75 % durant leur premier automne et leur premier hiver (Gehrt et Fritzell 1998, Rosatte 2000, Ramay 2005). Contrairement aux ratons laveurs, les jeunes moufettes de l'année pourraient se disperser dès les mois de juillet et d'août (Bailey 1971, Bjorge *et al.* 1981, Bartelt *et al.* 2001).

## 5.2. Structure d'âge et de sexe

### 5.2.1. Fiabilité des données

L'attribution d'une catégorie d'âge aux ratons laveurs et moufettes capturés lors des activités de lutte contre la rage comportait une plus grande marge d'erreur dans les

blocs RED61 et TVR61 couverts en juin 2006. Certaines connaissances sur la biologie des rats et des mouffettes, telles la date moyenne de mise bas chez ces deux espèces, la courbe de croissance des jeunes de l'année et la période de dispersion des « un an », nous auraient été très utiles, en 2006 surtout, pour mieux distinguer les jeunes de l'année de ceux nés un an auparavant.

Cette confusion possible entre les jeunes de l'année et ceux âgés de un an a pu également se produire à la fin de l'été 2006 dans les blocs TVR62E, TVR62N et TVR62S en raison de la croissance rapide des jeunes rats. En effet, d'après Mech *et al.* (1968) et Hoffman (1979), les jeunes de l'année gagnent du poids de façon linéaire de juin à la mi-novembre. Durant les six premiers mois, le taux de croissance est plus élevé chez les mâles que chez les femelles, mais cette différence s'atténue vers l'âge de neuf mois (Gehrt et Fritzell 1999). Dans le sud des États-Unis, les jeunes rats mâles peuvent atteindre 80 % du poids des mâles adultes et les jeunes femelles, 98 % du poids de leurs aînées dès leur deuxième automne (Gehrt et Fritzell 1999). Plus au nord, en raison de la rigueur des hivers, la croissance est ralentie et le poids des jeunes atteint celui des adultes plus tard, à leur troisième automne (Traversy *et al.* 1989, Gehrt et Fritzell 1998).

Lors des interventions de contrôle en 2006 et 2007, certains jeunes rats, qui avaient accès à des habitats de qualité en ce qui a trait à la nourriture, ont pu atteindre un poids impressionnant pouvant les faire passer pour des individus plus âgés. En effet, en août-septembre 2006, sur un échantillon de 213 dents de rats laveurs prélevées sur des animaux euthanasiés en zone de réduction et ayant un poids égal ou supérieur à 3 kg, 28 dents (13,0 %) provenaient en réalité de jeunes de l'année. Comme le soulignent certains auteurs, le poids est un indicateur peu fiable de l'âge des rats (Twichell et Dill 1949), tout comme l'usure des dents et l'état de la cornée (Kramer *et al.* 1999). Les meilleures données d'âge sont donc celles provenant des opérations effectuées en 2007 (blocs RED71 et RED723), d'une part en raison de notre expérience et, d'autre part, parce qu'elles ont été prises à un moment de l'année où la possibilité de confusion sur l'âge des jeunes de l'année était nettement moindre.

Sur le plan de la détermination du sexe, les meilleures données proviennent des zones de réduction (blocs RED61, RED71 et RED723), car les animaux ont pu être examinés en décubitus dorsal. Mais cela ne veut pas dire pour autant qu'il faille rejeter les données en provenance des zones TVR (blocs TVR61, TVR62E, TVR62N et TVR62S). Même si, en juin 2006, aucune directive claire n'avait été émise pour déterminer et noter le sexe des animaux capturés en zone TVR (bloc TVR61), il y a eu dès août-septembre 2006 (blocs TVR62E, TVR62N et TVR62S) des efforts substantiels qui ont été déployés pour assurer une prise de données plus rigoureuse sur l'ensemble des terrains de piégeage. La détermination du sexe n'est toutefois pas une opération évidente comme en témoigne les notations contradictoires lors des recaptures. Cependant, nous croyons que le reclassement des sexes que nous avons effectué lors des recaptures a eu peu d'effet sur la qualité des données étant donné que la majorité de ces reclassements ont abouti à un diagnostic « indéterminé » et qu'ils n'ont pas été considérés lors du calcul du pourcentage de jeunes ou encore lors de la détermination des rapports des sexes.

#### 5.2.2. Pourcentage de jeunes

Comme on pouvait s'y attendre, les jeunes de l'année sont sous-représentés dans les captures du début de l'été en raison de leur faible mobilité. Du 11 au 24 juin, ils représentaient 10,3 % des captures effectuées dans le bloc RED71. Du 4 au 26 juillet (bloc RED72), ils constituaient 26,6 % des captures et, du 29 juillet au 12 août (bloc RED73), leur proportion atteignait 38,0 %. Après cette date, les pourcentages varient de 32,4 à 41,6 % pour une moyenne de 37,0 %. Cette proportion de jeunes au sein des captures reflète possiblement la proportion de jeunes dans la population. En effet, le pourcentage de jeunes dans une population non chassée a été estimé entre 20 % et 44,6 % (Johnson 1970 *in* Lotze et Anderson 1979, Hanlon *et al.* 1989, Bigler *et al.* 1981, Mankin *et al.* 1999, Slate *et al.* 1982, Rosatte 2000, Ramay 2005, Rosatte *et al.* 2006). Le pourcentage de jeunes dans une population exploitée de rats laveurs est habituellement plus élevé, variant de 42 à 70 % (Sanderson et Hubert 1981, Olsen 1983, Kirkland et Gillman 1984 *in* Hanlon *et al.* 1989, Traversy *et al.* 1989). Dans le projet de vérification de la couverture vaccinale du vaccin ONRAB, le pourcentage de jeunes, calculé à partir des lectures de dents entre la fin de septembre et le début

d'octobre, a été évalué à 46,2 % (n = 801, données non publiées). Chez la moufette, Bjorge *et al.* (1981) estiment qu'en Alberta les jeunes moufettes de l'année constituent en moyenne 61 % de la population.

Tout au cours de l'été 2007, le nombre de jeunes n'a donc cessé d'augmenter dans les cages de capture. Comme la probabilité de confondre un jeune de l'année et un juvénile augmente à la fin de l'été (août-septembre), nous nous sentons justifiés d'utiliser la valeur trouvée dans le bloc RED73 (38,0 %) pour représenter la proportion de jeunes dans la population de rats laveurs, et ce, dans le but d'ajuster à la hausse les estimations de population de cette période.

### 5.2.3. Rapport des sexes

L'examen du rapport des sexes montre qu'il y a, au début de l'été, un déficit non pas de femelles adultes, comme on s'y attendait en raison de la non-disponibilité des femelles en reproduction, mais bien de mâles adultes. Le rapport des sexes d'une population adulte de rats laveurs sur pied est généralement égal (Mech *et al.* 1968, Slate *et al.* 1982, Ramay 2005, Rosatte *et al.* 2006) ou favorise les femelles (Lefebvre 1998, Gehrt et Fritzell 1998, Gehrt 2003). Chez la moufette, on a trouvé également que le rapport des sexes des adultes favorisait les femelles (Bjorge *et al.* 1981, Larivière et Messier 1998b). Cette proportion plus faible de mâles dans les captures du début de l'été reflète probablement la composition réelle de la population. En effet, comme les mâles ont, en tout temps, une plus grande probabilité de capture dans les cages que les femelles (Gehrt et Fritzell 1996, 1998), leur faible nombre dans l'échantillon de captures du début de l'été peut être le reflet de leur sous-représentation dans la population. Ce déficit de mâles pourrait être causé par un recrutement plus faible de jeunes mâles que de jeunes femelles. En effet, il semble que les jeunes de l'année et les « un an » prédominent dans les récoltes de chasseurs et de piégeurs à l'automne (Twitchell et Dill 1949, Sanderson et Hubert 1981, Riley *et al.* 1998, Gehrt *et al.* 2002, Ramay 2005) et que ce prélèvement soit composé majoritairement de mâles dans une proportion allant jusqu'à 62-70 % (Sanderson et Hubert 1981 *in* Stevens *et al.* 1995).

Le regroupement des rapports des sexes, par période de l'été plutôt que par bloc, nous indique que la proportion des sexes est déséquilibrée en début d'été et favorise les femelles, qu'elle tend à s'équilibrer au milieu de l'été pour ensuite s'inverser et favoriser les mâles à la fin de l'été. En séparant les adultes des jeunes de l'année, on constate que ce phénomène d'inversion du rapport des sexes en cours d'été est associé principalement aux jeunes de l'année, mais aussi, dans une proportion moindre, aux mâles adultes. La proportion de jeunes mâles capturés est donc plus élevée à la fin de l'été qu'au début et qu'en milieu d'été. Cette vulnérabilité accrue des jeunes mâles à la capture en fin d'été pourrait être attribuable au relâchement progressif des liens entre ces derniers et leurs mères et une plus grande liberté de mouvement chez eux par rapport aux femelles du même âge. Rosatte *et al.* (2007a) ont démontré que les jeunes mâles se déplaçaient nettement plus (moyenne des mâles = 9,8 km; femelles = 1,1 km), alors que cette différence n'a pas été observée dans les travaux de Gehrt et Fritzell (1998) et de Hoffman et Gottschang (1977). L'augmentation des captures de mâles adultes serait possiblement le résultat d'un nombre de déplacements plus élevé de ceux-ci en milieu et en fin d'été.

### 5.3. Estimation des densités

#### 5.3.1. Fiabilité des estimations

Les densités obtenues à partir de la méthode « *Removal* » appliquée en zone de réduction sont, de façon générale, plus précises que celles en provenance de la méthode « Capture-recapture » appliquée en zone TVR. En effet, la méthode de « Capture-recapture » repose sur l'hypothèse que tous les individus composant une population ont des chances égales d'être capturés et marqués ainsi que sur des probabilités égales d'être recapturés (pas de naissance ni de mortalité importante, pas d'émigration ou d'immigration, pas de perte d'étiquettes). Ces postulats de base sont loin d'être toujours respectés dans des conditions de terrain. Premièrement, les cages de capture ne sont pas disposées aléatoirement ou systématiquement sur chacun des terrains, mais réparties plutôt à proximité des routes dans la grande majorité des cas. En 2007, nous avons exhorté les piégeurs à changer l'emplacement des cages dès le cinquième jour pour optimiser la capture de nouveaux rats. Par contre, nous sommes

conscients que cette recommandation a pu diminuer la probabilité de capture d'individus déjà marqués et biaiser d'une certaine façon l'évaluation de la densité. De même, l'analyse de la structure d'âge et de sexe des individus capturés dans notre étude indique clairement que les jeunes de l'année faisaient face à des probabilités plus faibles d'être capturés en début d'été. Cette analyse suggère également que les jeunes mâles de l'année ainsi que les mâles adultes sont plus susceptibles à la capture plus on avance vers la fin de l'été. Les pertes d'étiquettes et les erreurs de relecture de numéros d'étiquette sont également des incidents qui peuvent survenir. Ramay (2005) a estimé qu'environ 7 % des rats marqués avaient perdu leur étiquette au cours de son étude. Ces erreurs diminuent le taux de recapture et ont tendance à provoquer une surestimation de l'abondance des populations.

Des trois estimations obtenues à partir d'animaux capturés en zone TVR, on s'attend à ce que celle provenant de juin 2006 (bloc TVR61) soit la moins précise. En effet, puisque les étiquettes des rats et des mouffettes déjà marqués n'étaient pas relues lors de cette opération, les recaptures ont été considérées en bloc alors qu'il aurait fallu, pour bien appliquer la méthode, avoir l'historique de chaque capture et de chaque recapture. Pour cette raison, on a appliqué le modèle « Mo », qui est un modèle de « Capture-recapture » très général. L'estimation de population de rats produite pour la zone TVR61 est donc biaisée à la hausse. Par contre, si l'on considère que les blocs TVR62N et TVR62S recoupent le bloc TVR61 et qu'ils sont une partie de celui-ci, mais échantillonnée plus tardivement, on constate alors que la densité majorée calculée pour le bloc TVR61 ( $18,3 \pm 2,6$ ) est plus près des densités estimées en août-septembre (TVR62N =  $14,6 \pm 3,4$  rats/km<sup>2</sup>, TVR62S =  $17,0 \pm 3,1$  rats/km<sup>2</sup>) que de la densité majorée dans le bloc RED61 (11,1 rats/km<sup>2</sup>). Par conséquent, l'évaluation de densité faite dans le bloc TVR61, même si elle est imparfaite et qu'elle a tendance à être surestimée, reste tout de même plausible quant à l'ordre de grandeur.

Les modèles utilisés s'appliquent à des populations fermées, c'est-à-dire à des populations qui ne subissent pas de fluctuations importantes de leurs effectifs en cours d'estimation. Le choix de travailler en populations fermées est justifié par le fait que les

naissances surviennent très tôt avant le début des opérations de capture (probablement au début de mai selon nos observations) et que le piégeage, défini comme étant la plus grande cause de mortalité de cette population, ne débute qu'en octobre. La dispersion des mâles de un an, quant à elle, la principale source d'émigration et d'immigration dans les blocs, se produit, selon la littérature scientifique, en mai et en juin, donc majoritairement avant le début des activités de capture (Fritzell 1978, Gehrt et Fritzell 1998).

La décision de majorer de 27,7 % les populations estimées en juin 2006 et 2007, pour tenir compte de l'absence des jeunes de l'année, se base sur nos meilleures évaluations du pourcentage de jeunes dans la population. Ce taux de majoration des populations est d'ailleurs assez modéré. En effet, la proportion de jeunes évaluée dans l'échantillon âgé de rats laveurs d'un autre projet, celui de l'étude de la couverture vaccinale (Canac-Marquis *et al.*, en prép.) a été de 46,2 % (n = 801). Contrairement à nous, Ramay (2005) a plutôt ajouté une proportion de 1,5 jeune par adulte capturé (tous sexes confondus) pour tenir compte de la non-disponibilité des jeunes au début de l'été.

Finalement, dans les blocs où il n'y a eu que de la vaccination, la simultanéité et la proximité des interventions de réduction auraient pu en théorie avoir amplifié les déplacements des jeunes de un an des zones de TVR vers les zones de réduction. Stevens *et al.* (1995) et Henke (2001) ont, en effet, observé que plus de jeunes mâles de un an étaient capturés dans les secteurs où l'on avait enlevé des mâles adultes ou encore là où l'on avait réduit la population de moitié. De leur côté, Rosatte *et al.* (2007a) ont statué que la recolonisation des zones de réduction en provenance des TVR était faible, de l'ordre de 1,8 à 2,3 %.

### 5.3.2. Densités de rats laveurs et de mouffettes

Les densités de rats laveurs estimées ou majorées ont varié de  $6,3 \pm 0,6$  (bloc RED72) à  $18,3 \pm 2,6$  rats/km<sup>2</sup> (bloc TVR61), ce qui donnerait une densité moyenne pour la région de la Montérégie de  $11,6 \pm 0,8$  rats/km<sup>2</sup> avant la majoration des densités du début de l'été et de  $13,0 \pm 0,9$  rats/km<sup>2</sup> après la majoration de 27,7 % de celles-ci. Ces densités correspondent assez bien à celles des rats laveurs trouvées ailleurs en

Amérique du Nord, dans des milieux qualifiés de ruraux. En effet, dans ce type de milieu, on a estimé des densités variant de 0,5 à 55,6 rats/km<sup>2</sup> dans la majorité des études (Riley *et al.* 1998; annexe 1), avec une médiane se situant à 10 rats/km<sup>2</sup>. Des densités aussi élevées que 250 rats/km<sup>2</sup> peuvent aussi être trouvées dans ce type de milieu, mais de façon exceptionnelle (Twitchell et Dill 1949, Rivest et Bergeron 1981). Ces densités semblent plus représentatives des milieux périurbains (25-79 rats/km<sup>2</sup>; annexe 1) et urbains (55,6-238 rats/km<sup>2</sup>; annexe 1).

Ces densités sont probablement parmi les plus élevées au Québec pour ce type de milieu (rural). La région de la Montérégie, en raison des conditions climatiques favorables qui y prévalent, est une région favorisée sur le plan de la diversité végétale. La clémence des hivers, l'importance de la culture du maïs et des petits fruits et l'abondance des érablières matures offrent probablement, pour le Québec, les meilleures conditions d'habitat pour la croissance, la survie et la reproduction du raton laveur.

Les densités trouvées en 2006 et 2007 en Montérégie sont beaucoup plus élevées que celles obtenues par Traversy *et al.* (1989) pour les régions de la Montérégie, de l'Estrie et de l'Outaouais (2 à 5 rats/km<sup>2</sup>). Ce changement est probablement attribuable au réchauffement global de la température et à l'augmentation des superficies en cultures (Larivière 2004), particulièrement celle du maïs, dans les régions du sud du Québec. La concentration de nourriture provoque, en effet, des augmentations considérables de densités de rats laveurs. À proximité d'un camping au parc du Mont-Orford (50 ha ou 0,5 km<sup>2</sup>), Lefebvre (1998) a trouvé des densités de 52 à 115 rats/km<sup>2</sup> et Rivest et Bergeron (1981) ont mesuré des densités de 170 et 290 rats/km<sup>2</sup> dans des champs de maïs. Dans des parcs urbains de Montréal<sup>7</sup>, les densités de rats laveurs ont varié, de 2002 à 2006, de 33 à 50 rats/km<sup>2</sup> (Fournier 2005, 2007).

En ce qui a trait aux valeurs de densités de mouffettes trouvées dans notre étude, elles vont de  $1,0 \pm 0,23$  (bloc RED723) à  $2,1 \pm 1,5$  mouffettes/km<sup>2</sup> (bloc TVR61) pour une densité moyenne non majorée de  $1,62 \pm 0,4$  mouffette/km<sup>2</sup>. Les densités de mouffettes mesurées dans notre étude se comparent bien à celles rapportées dans les études de

---

<sup>7</sup> Parc du Mont-Royal, parc-nature du cap Saint-Jacques, parc-nature du Bois-de-l'Île-Bizard.

Bartelt *et al.* (2001) dans un milieu rural du Wisconsin (0,07-1,74 moufette/km<sup>2</sup>) et par Bjorge (1977) (0,5-2,4 moufettes/km<sup>2</sup>) en Alberta, mais sont plus faibles que celles trouvées sur des sites situés à proximité de la ville de Toronto par Rosatte *et al.* (1992), soit de l'ordre de 2,1 à 6,5 moufettes/km<sup>2</sup>. Des concentrations aussi fortes que 13-26 moufettes/km<sup>2</sup> (Ferris et Andrews 1967 *in* Rosatte et Larivière 2003) et allant jusqu'à 38 moufettes/km<sup>2</sup> ont également été recensées (Rosatte *et al.* 1991 *in* Rosatte et Larivière 2003).

D'après Rosatte *et al.* (1992), les densités de moufettes, dans un secteur donné, sont habituellement la moitié moindre de celles de rats laveurs et l'abondance relative de ces deux populations, en raison de leurs besoins en habitat respectif, semble être en proportion inverse l'une de l'autre. Par exemple, lorsque les densités de rats laveurs dépassent 10 individus/km<sup>2</sup>, les moufettes se font souvent rares. À l'inverse, lorsque les densités de moufettes sont supérieures à 5 individus/km<sup>2</sup>, c'est au tour des populations de rats d'être plus éparées (Rosatte *et al.* 1992). La coexistence des moufettes et des rats n'est possible, selon ces chercheurs, que dans des habitats qui combinent à la fois des champs et des petits boisés (Rosatte *et al.* 1992). Dans notre étude, les densités de moufettes sont loin de représenter la moitié de celles calculées pour les rats. Le rapport entre ces deux espèces, au lieu d'être de deux rats pour une moufette, varie plutôt de six à neuf rats pour une moufette. Par contre, il est exact qu'avec des densités de rats supérieures à 10/km<sup>2</sup>, les densités de moufettes que nous avons mesurées sont plutôt faibles.

### 5.3.3. Densités et vocation agricole

Selon le modèle de régression, les densités optimales de rats laveurs pourraient être trouvées dans les endroits où l'agriculture occupe une superficie d'environ 45-50 % du territoire, alors que la moufette semblait s'épanouir davantage dans les habitats plus fortement agricoles (50-60 %, selon le modèle). Bélanger et Grenier (1998) rapportent que le seuil de fragmentation des agrosystèmes dans la vallée du Saint-Laurent survient lorsque l'habitat forestier original est réduit à moins de 50 % de la superficie d'une MRC ou encore lorsque l'agriculture occupe plus de 50 % du territoire. Ce seuil est semblable à celui trouvé par Franklin et Forman (1987 *in* Bélanger et Grenier 1998) mais est

beaucoup plus critique que celui de 80 % avancé par Vogelmann (1995 *in* Bélanger et Grenier 1998).

L'habitat des trois MRC où s'est déroulée notre étude d'évaluation des densités peut donc être considéré comme fragmenté, car la proportion de terres à vocation agricole couvre 82 % des MRC du Haut-Richelieu et des Jardins de Napierville et 55 % de la MRC de Brome-Missisquoi. Par contre, on peut considérer que les blocs où se sont déroulées les études de densités ont été moins touchés par cette fragmentation, car six d'entre eux ont une superficie en vocation agricole égale ou inférieure à 50 %. Non considéré dans cette étude, l'entremêlement des superficies consacrées à l'agriculture et de l'habitat d'origine (boisés) reste une variable très importante à considérer lorsqu'on veut comparer la qualité des habitats pour le raton et la moufette ainsi que les densités.

La préférence des ratons laveurs pour des habitats moins agricoles rejoint de façon générale les observations faites ailleurs (Rosatte *et al.* 1992). En effet, des études ont démontré que les ratons laveurs préféraient les abords de la forêt (Pedlar *et al.* 1997, Dijak et Thompson 2000, Kuehl et Clark 2002) où ils trouvent les troncs d'arbres, les cavités rocheuses et les vieux bâtiments (p. ex., remise, érablière) pour se reposer durant le jour et pour hiverner (Lefebvre 1998), ainsi qu'une bonne diversité de sources de nourriture [p. ex., petits fruits, insectes, invertébrés, tortues, œufs d'oiseaux (Hoffman et Gottschang 1977)]. D'après Glueck *et al.* (1988), les ratons laveurs sélectionneraient, en ordre d'importance, les boisés, les fermes, les bordures de clôture, les champs de maïs et, en dernier lieu, les champs de soja et les pâturages.

L'activité des moufettes serait, à l'opposé, optimale près des champs et diminuerait au fur et à mesure qu'on s'en éloigne (Kuehl et Clark 2002). Les moufettes préfèrent les bordures des prairies ainsi que les endroits humides (Verts 1967, Greenwood *et al.* 1999, Philipps 2001 *in* Kuehl et Clark 2002). Les moufettes utilisent aussi beaucoup les abords des fermes pour y trouver un abri (Larivière et Messier 1998a).

## 6. CONCLUSION

En gestion des populations animales, la question de la taille des populations est primordiale. Comme il est difficile de dénombrer avec précision les organismes vivants qui évoluent dans leur milieu naturel, les mathématiciens et les statisticiens ont donc développé des modèles qui permettent d'estimer la taille d'une population à partir d'un ou de plusieurs échantillons tirés de ce bassin d'individus. Pour être précis, ces modèles nécessitent des conditions presque expérimentales difficiles à rencontrer dans la nature. C'est pourquoi les postulats de base des méthodes de « Capture-recapture » sont la plupart du temps non respectés malgré les efforts des chercheurs pour atténuer les biais en choisissant la période de l'année où les animaux sont les moins mobiles et où il y a le moins de variations de population résultant de naissances et de mortalité massive. L'étude que nous avons réalisée sur les densités de ratons laveurs et de moufettes n'échappe pas à cette réalité. Au départ, l'étude n'était pas orientée vers l'estimation des populations de ces deux carnivores, mais plutôt vers la lutte contre la rage. Nous avons dû nous plier à la méthodologie établie pour les différents types d'intervention, soit la réduction des populations et la vaccination d'un maximum d'individus. Malgré ce fait, nous croyons, premièrement, que la réalisation d'estimations de densités de ratons laveurs et de moufettes est possible dans ce contexte et que, deuxièmement, les densités que nous avons établies sont plausibles et qu'elles donnent un bon aperçu de l'abondance de ces populations dans la région de la Montérégie. Cependant, l'idéal serait de pouvoir s'en assurer en établissant un protocole plus axé sur cet objectif et en faisant en sorte qu'il respecte au maximum les postulats de base de la méthode de « Capture-recapture ».

Le lien que nous avons établi entre les densités de ratons laveurs et de moufettes et la vocation agricole du territoire est prometteur et mérite d'être approfondi. Bien entendu, il faut considérer que la taille des échantillons est faible, surtout en ce qui concerne la moufette, mais la réaction similaire des densités de ratons et de moufettes relativement à une faible ou une trop forte production agricole semble confirmer que ces deux espèces tirent profit des habitats fragmentés. Nous avons volontairement omis de pousser plus à fond l'étude des densités associées aux paysages, car cela n'était pas l'objectif principal de cette étude, mais il est clair qu'il serait intéressant de mesurer le

degré d'entremêlement de la forêt et des milieux cultivés ainsi que la connectivité entre les petits massifs boisés et de les relier à des densités trouvées, ceci afin de préciser les conditions qui optimisent la qualité d'un milieu pour le raton laveur et la moufette. L'évaluation de la productivité d'un milieu, quant à l'abondance de rats et de moufettes, est un atout considérable pour évaluer la vitesse de propagation de la rage et pour la planification des futurs projets de lutte contre cette maladie, tant sur le plan de l'effort à investir pour réduire ou vacciner substantiellement les populations que pour organiser les épandages aériens de vaccins.

## 7. RECOMMANDATIONS

Si d'autres études de densités devaient être menées au cours d'une activité de lutte contre la rage classique avec des interventions de réduction et de vaccination, nous suggérons de prioriser la méthode « *Removal* » qui est appliquée en zone de réduction. Si l'on désire utiliser la méthode de « Capture-recapture », il faudra consentir les efforts nécessaires pour bien relire les numéros d'étiquettes sur les ratons et surtout sur les moufettes.

Seulement quelques études sur le raton laveur ont été menées au Québec et aucune sur la moufette. Des notions sur la biologie de ces deux espèces, en particulier sur les dates possibles de mise bas, la dispersion des jeunes de l'année ou des « un an », la superficie des domaines vitaux et sur la structure des populations locales, seraient bien utiles pour interpréter les résultats obtenus lors de l'évaluation des densités et pour s'assurer de minimiser les biais liés, par exemple, à la dispersion des jeunes et aux probabilités de captures différentes entre individus d'une même espèce. Jusqu'à maintenant, nous avons tenu pour acquis que les ratons et les moufettes réagissaient de la même façon en période d'élevage des jeunes, mais notre revue de la littérature et nos résultats ont fait ressortir quelques différences quant à leur maturité et à leur autonomie par rapport à la cellule familiale.

Dans ce rapport, plusieurs densités de ratons et de moufettes sont présentées (densités estimées et majorées, densités en fonction de la période de l'été ou de l'habitat) et il est facile d'induire de la confusion, à l'avenir, en citant l'une ou l'autre de ces densités selon les différentes fins poursuivies. C'est pourquoi nous recommandons, lorsque viendra le temps de citer des densités provenant de cette étude, de se concentrer sur les densités moyennes établies à partir des densités estimées et majorées, soit  $13,0 \pm 0,9$  ratons/km<sup>2</sup> et  $1,6 \pm 0,4$  moufette/km<sup>2</sup> pour représenter l'abondance de raton laveur et de moufettes en Montérégie. Finalement, étant donné l'importance de l'étude des rapports de sexes et d'âge dans l'évaluation des biais en ce qui a trait aux captures, nous souhaitons qu'une formation préalable ou un guide d'identification puisse être donné aux intervenants afin de les aider à bien déterminer les sexes et les catégories d'âge des ratons et des moufettes.

## REMERCIEMENTS

Nous aimerions remercier MM. Julien Mainguy, Daniel Guérin et François Landry, de la Direction de l'expertise sur la faune et ses habitats pour leurs conseils avisés lors de la révision de ce texte ainsi que leur soutien en ce qui concerne le traitement des données et la production des figures. Nous sommes également reconnaissants à M. Louis-Paul Rivest du Département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval pour ses précieux conseils en matière de méthode de « Capture-recapture ». Nous remercions finalement MM. Pierre Canac-Marquis, Michel Huot de la Direction de l'expertise sur la faune et M. Gilles Lamontagne, retraité de cette même direction, pour la confiance qu'ils nous ont démontrée en nous accordant en 2006 la réalisation de cette étude de densités.

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BAILEY, T. N. 1971. Biology of striped skunks on a southwestern Lake Erie marsh. *American Midland Naturalist* 85: 196-207.
- BARTELT, G. A., R. E. ROLLEY et L. E. VINE. 2001. Evaluation of abundance indices for striped skunks, common raccoons and Virginia opossums in southern Wisconsin. Wisconsin Department of Natural Resources, Research report No 185, 21 p.
- BÉLANGER, L. et M. GRENIER. 1998. Importance et causes de la fragmentation forestière dans les agroécosystèmes du sud du Québec. Environnement Canada, Service canadien de la faune, Direction de la conservation de l'environnement, série de rapport technique, No 327, 34 p.
- BÉLANGER, L., M. GRENIER et S. DESLANDES. 1999. Bilan des habitats et de l'occupation du sol dans le sud du Québec. Environnement Canada, Service canadien de la faune, [En ligne], [[www.qc.ec.ca/faune/bilan/bilanhabitat.html](http://www.qc.ec.ca/faune/bilan/bilanhabitat.html)].
- BIGLER, W. J., G. L. HOFF et A. S. JOHNSON. 1981. Population characteristics of *Procyon lotor marinus* in estuarine mangrove swamps of southern Florida. *Florida Scientist* 44: 151-157.
- BIXLER, A. et J. L. GITTLEMAN. 2000. Variation in home range and use of habitat in the striped skunks (*Mephitis mephitis*). *Journal of Zoology* 251: 525-533.
- BJORGE, R. R. 1977. Population dynamics, denning and movements of striped skunks in central Alberta. Master's thesis, University of Alberta, Edmonton, 96 p.
- BJORGE, R. R., J. R. GUNSON et W. M. SAMUEL. 1981. Population characteristics and movements of striped skunks (*Mephitis mephitis*) in central Alberta. *Canadian Field-Naturalist* 95: 149-155.

- BLACKWELL, B. F., T. W. SEAMANS, R. J. WHITE, Z. J. PATTON, R. M. BUSH et J. D. CEPEK. 2004. Exposure time of oral rabies vaccine baits relative to baiting density and raccoon population density. *Journal of Wildlife Diseases* 40: 222-229.
- CANAC-MARQUIS, P., R. RIOUX, A. DICAIRE, D. RAJOTTE, C. SIROIS, M. HUOT, D. GUÉRIN, M. GAGNIER, J. PICARD et H. JOLICOEUR. 2007. Le contrôle de la rage du raton laveur en Montérégie en 2006: rapport des opérations de terrain. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction du développement de la faune, Direction de la protection de la faune, Direction de l'aménagement de la faune de la Montérégie et Département de santé publique de la Montérégie, 139 p.
- CHAMBERLAIN, M. J. et B. D. LEOPOLD. 2002. Spatio-temporal relationships among adult raccoons (*Procyon lotor*) in central Mississippi. *American Midland Naturalist* 148: 297-308.
- D'AGOSTINO, R. B. et M. A. STEPHENS. 1986. Goodness-of-fit techniques. Marcel Dekker Inc., New York.
- DAIGLE, G. et N. VANDAL. 2007a. Estimation de la densité de ratons laveurs (*Procyon lotor*) et de moufettes (*Mephitis mephitis*) dans les secteurs couverts par les opérations de contrôle de la rage à Dunham en Montérégie. Service de consultation statistique, Département de mathématiques et de statistique, Université Laval, Québec, 8 p.
- DAIGLE, G. et V. JOMPHE. 2007a. Estimation de la densité de ratons laveurs (*Procyon lotor*) et de moufettes (*Mephitis mephitis*) dans un nouveau secteur pour la période du 11 au 24 juin 2007. Service de consultation statistique, Département de mathématiques et de statistique, Université Laval, Québec, 5 p.

- DAIGLE, G. et V. JOMPHE. 2007b. Estimation de la densité de ratons laveurs (*Procyon lotor*) et de moufettes (*Mephitis mephitis*) dans le nouveau secteur 2007. Correspondance du 22 novembre 2007, 1 p.
- DIJAK, W. D. et F. R. THOMPSON. 2000. Landscape and edge effects on the distribution of mammalian predators in Missouri. *Journal of Wildlife Management* 64: 209-216.
- EFRON, B. et R. J. TIBSHIRANI. 1993. An introduction to the Bootstrap. Chapman & Hall, New York.
- FERRIS, D. H. et R. D. ANDREWS. 1967. Parameters of a natural focus of *Leptospira pomona* in skunks and opossums. *Bulletin of Wildlife Diseases* 3: 2-10.
- FORTIN, C. 2003. Estimation de la densité du raton laveur en Estrie et Montérégie. Projet. Société de la faune et des parcs du Québec pour le Comité scientifique sur la rage du raton laveur au Québec, 13 p.
- FOURNIER, D. 2005. Campagne de vaccination de ratons laveurs (2004) - Parc du Mont-Royal. Direction des sports, des parcs et des espaces verts, Centre de la Montagne, Biodôme de Montréal, 21 p.
- FOURNIER, D. 2007. Résumé de la campagne de vaccination de ratons laveurs (2004-2006) - Parc du Mont-Royal. Direction des sports, des parcs et des espaces verts, Centre de la Montagne, Biodôme de Montréal, 13 p.
- FRANKLIN, J. F. et R. T. T. FORMAN. 1987. Creating landscape patterns by logging : ecological consequences and principles. *Landscape Ecology* 1: 5-18.
- FRITZELL, E. K. 1978. Aspects of raccoon (*Procyon lotor*) social organization. *Canadian Journal of zoology* 56: 260-271.

- GEHRT, S. D. 2002. Evaluation of spotlight and road-kill surveys as indicators of local raccoon abundance. *Wildlife Society Bulletin* 30: 449-456.
- GEHRT, S. D. 2003. Raccoon. Pages 611-634 in G. FELDHAMER, B. THOMPSON et J. CHAPMAN (éds.). *Wild mammals of North America : Biology, management and conservation*. The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.
- GEHRT, S. D. et E. K. FRITZELL. 1977. Growth rates and intraspecific variation in body weights of raccoons (*Procyon lotor*) in southern Texas. *American Midland Naturalist* 141:19-27.
- GEHRT, S. D. et E. K. FRITZELL. 1996. Sex-biased response of raccoons (*Procyon lotor*) to live traps. *American Midland Naturalist* 135: 23-32.
- GEHRT, S. D. et E. K. FRITZELL. 1997. Sexual differences in home ranges of raccoons. *Journal of Mammalogy* 78: 921-931.
- GEHRT, S. D. et E. K. FRITZELL. 1998. Duration of familial bonds and dispersal patterns for raccoons in south Texas. *Journal of Mammalogy* 79: 859-872.
- GEHRT, S. D. et E. K. FRITZELL. 1999. Survivorship of a nonharvested raccoon population in south Texas. *Journal of Wildlife Management* 63: 889-894.
- GEHRT, S. D., G. F. HUBERT, Jr., et J. A. ELLIS. 2002. Long-term population trends of raccoons in Illinois. *Wildlife Society Bulletin* 30: 457-463.
- GOULD, W. R. et K. H. POLLOCK. 1997. Catch-effort maximum likelihood estimation of important population parameters. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques* 54: 890-897.
- GLUECK, T. F., W. R. CLARK et R. D. ANDREWS. 1988. Raccoon movements and habitat use during the fur harvest season. *Wildlife Society Bulletin* 16: 6-11.

- GREENWOOD, R. J., A. B. SARGEANT et D. H. JOHNSON. 1985. Evaluation of mark-recapture for estimating striped skunk abundance. *Journal of Wildlife Management* 49 : 332-340.
- GREENWOOD, R. J., J. L. PIEHL, D. A. BUHL et B. A. HANSON. 1999. Foods and foraging of prairie striped skunks during the avian nesting season. *Wildlife Society Bulletin* 27: 823-832.
- GUÉRIN, D., H. JOLICOEUR, P. CANAC-MARQUIS, F. LANDRY et M. GAGNIER. 2008. Le contrôle de la rage du raton laveur en Montérégie en 2007 : rapport des interventions terrestre et aérienne. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune du Québec, Direction générale de l'expertise sur la faune et ses habitats, 148 p.
- HABLE, C. P., A. N. HAMIR, D. E. SNYDER, R. JOYNER, J. FRENCH, V. NETTLES, C. HANLON et C. E. RUPPRECHT. 1992. Prerequisites for oral immunization of free-ranging raccoons (*Procyon lotor*) with a recombinant rabies virus vaccine: study site ecology and bait system development. *Journal of Wildlife Diseases* 28: 64-79.
- HAMILTON, W. J., Jr. 1936. The food and the breeding habits of the raccoon. *Ohio Journal of Science* 36: 131-140.
- HANLON, C. L., D. E. HAYES, A. N. HAMIR, D. E. SNYDER, S. JENKINS, C. P. HABLE et C. E. RUPPRECHT. 1989. Proposed field evaluation of a rabies recombinant vaccine for raccoons (*Procyon lotor*) : site selection, target species characteristics, and placebo baiting trials. *Journal of Wildlife Diseases* 25: 555-567.
- HATTEN, I. S. 2000. The effects of urbanization on raccoon population demographics, home range, and spatial distribution patterns. Doctoral dissertation, University of Missouri-Columbia, 105 p.

- HASBROUCK, J. J. 1991. Demographic responses of raccoon to varying exploitation rates. Doctoral dissertation, Iowa State University, Ames, Iowa.
- HENKE, S. E. 2001. Raccoon population reduction increases raccoon density. Abstracts of the Wildlife Society 8<sup>th</sup> Annual Conference. Reno/Tahoe, Nevada (résumé seulement).
- HODGES, K. M., M. J. CHAMBERLAIN et B. D. LEOPOLD. 2000. Effects of summer hunting on ranging behavior of adult raccoons in central Mississippi. *Journal of Wildlife Management* 64: 194-198.
- HOFFMAN, C. O. 1979. Weights of suburban raccoons in southwestern Ohio. *Ohio Journal of Science* 79: 139-142.
- HOFFMAN, C. O. et J. L. GOTTSCHANG. 1977. Numbers, distribution, and movements of a raccoon population in a suburban residential community. *Journal of Mammalogy* 58: 623-636.
- JACOBSEN, J. E. 1982. Parasite relationship between an urban and a rural raccoon population. Master's thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana.
- JOHNSON, A. S. 1970. Biology of the raccoon in Alabama. Auburn University Agricultural Experimental Station Bulletin, No. 402.
- KAMLER, J. F. et P. S. GIPSON. 2003. Space and habitat use by male and female raccoons, *Procyon lotor*, in Kansas. *Canadian Field-Naturalist* 117: 218-223.
- KAUFMANN, J. H. 1982. Raccoon and allies. Page 567-585 *in* *Mammals of North America : biology, management and economics*. The John Hopkins University Press.

- KEELER, E. W. 1978. Some aspects of the natural history of the raccoon (*Procyon lotor*) in Cades Cove, Great Smoky Mountains National Park. Master's thesis, University of Tennessee, Knoxville.
- KENNEDY, M. L., J. P. NELSON, F. W. WECKERLY, D. W. SUGG et J. C. STROH. 1991. An assessment of selected forest factors and lake level in raccoon management. *Wildlife Society Bulletin* 19: 151-154.
- KIRKLAND G. L., Jr. et E. C. GILLMAN. 1984. A survey of the furbearers of the Codorus drainage, York County, Pennsylvania. *Proceeding of the Pennsylvania Academy of Science* 58: 42-46.
- KRAMER, M. T., R. J. WARREN, M. J. RATNASWAMY et B. T. BOND. 1999. Determining sexual maturity of raccoons by external versus internal aging criteria. *Wildlife Society Bulletin* 27: 231-234.
- KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper and Rowe Publishers Inc., New York, 654 p.
- KUEHL, A. K. et W. R. CLARK. 2002. Predator activity related to landscape features in Northern Iowa. *Journal of Wildlife Management* 66: 1 213-1 223.
- LAMONTAGNE, G. et S. LEFORT. 2003. Estimation de la densité du raton laveur en Estrie et Montérégie, projet. Société de la faune et des parcs du Québec pour le Comité scientifique sur la rage du raton laveur, 16 p.
- LARIVIÈRE, S. 2004. Range expansion of raccoons in the Canadian prairies : review of hypotheses. *Wildlife Society Bulletin* 32: 955-963.
- LARIVIÈRE, S. 2006. Proposition de recherche pour améliorer la gestion de la rage chez le raton laveur (*Procyon lotor*) au Québec. Phase 1 : Étude de densité. Université du Québec à Rimouski et Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 18 p.

- LARIVIÈRE, S. et F. MESSIER. 1997. Seasonal and daily activity patterns of striped skunks (*Mephitis mephitis*) in the Canadian prairies. *Journal of Zoology* 243: 255-262.
- LARIVIÈRE, S. et F. MESSIER. 1998a. Denning ecology of the striped skunk in the Canadian prairies: implications for waterfowl nest predation. *Journal of Applied Ecology* 35: 207-213.
- LARIVIÈRE, S. et F. MESSIER. 1998b. Spatial organization of a prairie striped skunk population during waterfowl nesting season. *Journal of Wildlife Management* 62: 199-204.
- LARIVIÈRE, S., L. R. WALTON et F. MESSIER. 1999. Selection by striped skunks (*Mephitis mephitis*) of farmsteads and buildings as denning sites. *American Midland Naturalist* 142: 96-101.
- LEBERG, P. L. et M. L. KENNEDY. 1988. Use of scent-station methodology to assess raccoon abundance. *Proceedings of the Annual Conference of the Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies* 41: 394-403.
- LEFEBVRE, F. 1998. Étude de la dynamique de population du raton laveur (*Procyon lotor*) dans le parc du Mont-Orford dans le but d'éviter l'entrée de la rage. Thèse de maîtrise, Université de Sherbrooke, 52 p.
- LEHMAN, L. E. 1977. Population ecology of the raccoon of the Jasper-Pulaski wildlife study area. *Pittman-Robertson Bulletin*, No. 9. Indiana Department of Natural Resources, Indianapolis.
- LEHMAN, L. E. 1980. Raccoon population ecology on the Brownstown Ranger District, Hoosier National Forest Park. *Pittman-Robertson Bulletin* No. 11. Indiana Department of Natural Resources, Indianapolis.

- LEHMAN, L. E. 1984. Raccoon density, home range, and habitat use on south-central Indiana farmland. Pittman-Robertson Bulletin No. 15. Indiana Department of Natural Resources, Indianapolis.
- LELIÈVRE, F., C. MUNGER, S. LAIR et L. LAMBERT. 2008. La surveillance réhaussée de la rage du raton laveur au Québec en 2007. *Le Naturaliste canadien* 132 : 54-61.
- LESLIE, P.H et D. H. S. DAVIS. 1939. An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. *Journal of Animal Ecology* 8: 94-113.
- LEVESQUE, L. P. 2001. Effects of land-use on habitat associations and demography of mesocarnivores in the Cross Timbers Ecoregion of Oklahoma. Master's thesis, Oklahoma State University, Stillwater, USA, 107 p.
- LOTZE, J.-H. et S. ANDERSON. 1979. *Procyon lotor*. *Mammalian Species* 119: 1-8.
- MANKIN, P. C., C. M. NIXON, J. B. SULLIVAN, T. L. ESKER, R. G. KOERKENMEIER et L. L. HUNGERFORD. 1999. Raccoon (*Procyon lotor*) survival in west-central Illinois. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 92: 247-256.
- MECH, L. D., D. M. BARNES et J. R. TESTER. 1968. Seasonal weight changes, mortality, and population structure of raccoons in Minnesota. *Journal of Mammalogy* 49: 63-73.
- MOORE, D. W. et M. L. KENNEDY. 1985. Weight changes and population structure of raccoons in western Tennessee. *Journal of Wildlife Management* 49: 906-909.
- NIXON, C. M., J. B. SULLIVAN, R. KOERKENMEIER, T. ESKER, G. R. LANG, L. L. HUNGERFORD, M. MITCHELL, G. A. DEMONCEAUX, G. F. HUBERT, JR. et R. D. BLUETT. 1993. Illinois raccoon investigations. Final report, Project No. W-104-R-1,2,3, Center for Wildlife Ecology, Illinois Natural History Survey, Champaign.

- NOTTINGHAM, B. G., K. G. JOHNSON et M. R. PELTON. 1982. Evaluation of scent-station surveys to monitor raccoon density. *Wildlife Society Bulletin* 17: 29-35.
- OLSEN, G. H. 1983. Population dynamics of raccoons in Massachusetts. Doctoral dissertation, University of Massachusetts, 179 p.
- ORLOFF, S. 1980. Raccoon status in Contra Costa and Alameda counties. Job progress report , Project No. W-54-R-12, California Department of Fish and Game, Nongame Wildlife Investigations, Sacramento.
- PEDLAR, J. H., L. FAHRIG et H. G. MERRIAM. 1997. Raccoon habitat use at 2 spatial scales. *Journal of Wildlife Management* 61: 102-112.
- PERRY, B. D., N. GARNER, S. R. JENKINS, K. MCCLOSKEY et D. H. JONHSTON. 1989. A study of techniques for the distribution of oral rabies vaccine to wild raccoon populations. *Journal of Wildlife Diseases* 25: 206-217.
- PHILIPPS, M. L. 2001. Landscape ecology of mammalian predators and its relationship to waterfowl nest success in the Prairie Pothole region of North Dakota. Master's thesis, Iowa State University, Ames.
- PRANGE S., D. GEHRT et E. P. WIGGERS. 2003. Demographic factors contributing to high raccoon densities in urban landscapes. *Journal of Wildlife Management* 67: 324-333.
- PRANGE, S., S. D. GEHRT et E. P. WIGGERS. 2004. Influences of anthropogenic resources on raccoon (*Procyon lotor*) movements and spatial distribution. *Journal of Mammalogy* 85:483-490.
- RABINOWITZ, A. R. 1981. The ecology of the raccoon (*Procyon lotor*) in Cades Cove, Great Smoky Mountains National Park. Doctoral dissertation, University of Tennessee, Knoxville.

- RAMAY, P. C. 2005. Population density and prevalence of rabies virus-neutralizing antibodies in a northern Ohio raccoon population. Master's thesis, Ohio State University, 91 p.
- RILEY, S. P. D., J. HADIDIAN et D. A. MANSKI. 1998. Population density, survival, and rabies in raccoons in an urban national park. *Canadian Journal of Zoology* 76: 1 153-1 164.
- RIVEST, P. et J.-M. BERGERON. 1981. Density, food habits, and economic importance of raccoons (*Procyon lotor*) in Quebec agrosystems. *Canadian Journal of Zoology* 59: 1 755-1 762.
- RIVEST, L-P. et T. LÉVESQUE. 2001. Improved log-linear model estimators of abundance in capture-recapture experiments. *Revue canadienne de statistiques* 29: 555–572.
- ROSATTE, R. C. 2000. Management of raccoons (*Procyon lotor*) in Ontario, Canada : do human intervention and disease have significant impact on raccoon populations? *Mammalia* 64: 369-390.
- ROSATTE, R., M. J. POWER, C. D. MCINNESS et K. F. LAWSON. 1990. Rabies control for urban foxes, skunks, and raccoons. Pages 160-167 *in* L. R. DAVIS et R. E. MARSH (éds.) *Proceeding of the 14th Vertebrate Pest Conference*, March 6-8 1990, Sacramento, California, University of California, Davis.
- ROSATTE, R., M. J. POWER et C. D. MACINNESS. 1991. Ecology of urban skunks, raccoons and foxes in Metropolitan Toronto. Pages 31-38 *in* L. W. ADAMS et D. L. LEEDY (éds.). *Wildlife conservation in metropolitan environments*. National Institute for Urban Wildlife, Columbia, MD.
- ROSATTE, R., M. J. POWER et C. D. MACINNESS. 1992. Density, dispersion, movements and habitat of skunks (*Mephitis mephitis*) and raccoons (*Procyon*

*lotor*) in metropolitan Toronto. Pages 932-944 in D. R. MCCULLOUGH et R. H. BARRETT (éds.). *Wildlife 2001: populations*. Elsevier Applied Science. London, New York.

ROSATTE, R., D. DONOVAN, M. ALLAN, L.-A. HOWES, A. SILVER, K. BENNETT, C. MACINNES, C. DAVIES, A. WANDELER et B. RADFORD. 2001. Emergency response to raccoon rabies introduction into Ontario. *Journal of Wildlife Diseases* 37: 265-279.

ROSATTE, R. et S. LARIVIÈRE. 2003. Skunks : genera *Mephitis*, *Spilogale*, and *Conopatus*. Pages 692-707 in G. A. FELDHAMER, B. C. THOMPSON et J. A. CHAPMAN (éds.). *Wild Mammals of North America : biology, management, and economics*. The John Hopkins University Press, Baltimore, Maryland.

ROSATTE, R., K. SOBEY, D. DONOVAN, L. BRUCE, M. ALLAN, A. SILVER, K. BENNETT, M. GIBSON, H. SIMPSON, C. DAVIES, A. WANDELER et F. MULDOON. 2006. Behavior, movements, and demographics of rabid raccoons in Ontario, Canada : management implications. *Journal of Wildlife Diseases* 42: 589-605.

ROSATTE, R., K. SOBEY, D. DONOVAN, M. ALLAN, L. BRUCE, T. BUCHANAN et C. DAVIES. 2007a. Raccoon density and movements after population reduction to control rabies. *Journal of Wildlife Management* 71 : 2373-2378.

ROSATTE, R., E. MACDONALD, K. SOBEY, D. DONOVAN, L. BRUCE, M. ALLAN, A. SILVER, K. BENNETT, L. BROWN, K. MACDONALD, M. GIBSON, T. BUCHANAN, B. STEVENSON, C. DAVIES, A. WANDELER et F. MULDOON. 2007b. The elimination of raccoon rabies from Wolfe Island, Ontario : animal density and movements. *Journal of Wildlife Diseases* 43: 242-250.

SANDERSON, G. C. 1987. Raccoon. Pages 486-499 in M. NOVAK, J. A. BAKER, M. E. OBBARD et B. MALLOCH (éds.). *Wild furbearer management and*

conservation in North America. Ontario Trappers Association, Ontario, Canada.

SANDERSON, G. C. et G. F. HUBERT, Jr. 1981. Selected demographic characteristics of Illinois (U. S. A.) raccoons (*Procyon lotor*). Pages 487-513 in J. A. CHAPMAN et D. PURSLEY (éds.). Proceedings of the Worldwide Furbearer Conference, 3-11 August 1980, Frostburg, Maryland.

SCHINNER, J. R. et D. CAULEY. 1974. The ecology of urban raccoons in Cincinnati, Ohio. Page 125-130 in J. H. NOYES et D. R. PROGULSKE (éds.). Wildlife in an urbanizing environment. University of Massachusetts, Springfield.

SCHNEIDER, D. G., L. D. MECH et J. R. TESTER. 1971. Movements of female raccoons and their young as determined by radio tracking. Animal Behavior Monographs 4: 1-43.

SEBER, G. A. F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2ième édition. The Blackburn Press, New Jersey, 676 p.

SLATE, D. 1980. Raccoon populations dynamics in different habitat types in New Jersey. Fish and Wildlife reference Service Document MIN 298280351, U. S. Fish and Wildlife Service, Bethesda, MD.

SLATE, D., L. J. WOLGAST et R. C. LUND. 1982. Density and structure of New jersey raccoon populations. Transaction of the Northeast Section of the Wildlife Society 39: 19-20.

SONENSHINE, D. E. et E. L. WINSLOW. 1972. Contrasts in distribution of raccoons in 2 Virginia localities. Journal of Wildlife Management 36: 838.

SMITH, H. T. et R. M. ENGEMAN. 2002. An extraordinary raccoon, *Procyon lotor*, density at an urban park. Canadian Field-Naturalist 116: 636-639.

- SMITH, W. P., D. L. BORDEN et K. M. ENDRES. 1994. Scent-station visits as an index to abundance of raccoons : an experimental manipulation. *Journal of Mammalogy* 75: 637-647.
- STEVENS J., C. NIXON et J. SUVER. 1995. Some aspects of raccoon life history in Lee County, Illinois. *Transactions of the Illinois State Academy of Science* 88: 49-59.
- SUNQUIST, M. E. 1974. Winter activity of striped skunks (*Mephitis mephitis*) in east-central Minnesota. *American Midland naturalist* 92: 434-446.
- TOTTON, S. C., R. C. ROSATTE, R. R. TINLINE et L. L. BIGLER. 2004. Seasonal home ranges of raccoons, *Procyon lotor*, using a common feeding site in rural eastern Ontario : rabies management implications. *Canadian Field-Naturalist* 118: 65-71.
- TRAVERSY, N., R. MCNICOLL et R. LEMIEUX. 1989. Les populations de ratons laveurs du sud-ouest du Québec. Ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche du Québec, Direction de la gestion des espèces et des habitats.
- TWITCHELL, A. R. et H. H. DILL. 1949. One hundred raccoons from one hundred and two acres. *Journal of Mammalogy* 30: 130-133.
- URBAN, D. 1970. Raccoons populations, movements patterns, and predation on a managed waterfowl marsh. *Journal of Wildlife Management* 34: 372-382.
- VANDRUFF, L. W. 1971. The ecology of raccoon and opossum, with emphasis on their role as waterfowl nest predators. Doctoral dissertation, Cornell University, Ithaca, New York.
- VERTS, B. J. 1967. The biology of striped skunk. University of Illinois Press, Urbana. 218 p.

VOGELMANN, J. E. 1995. Assessment of forest fragmentation in southern New England using remote sensing and geographic information systems technology. *Conservation Biology* 9: 439-449.

WILLIAMS, B. K., J. D. NICHOLS et M. J. CONROY. 2002. Analysis and management of animals populations. San Diego: Academic Press.

ANNEXE



Annexe 1. Densités de ratons laveurs estimées dans diverses études menées en Amérique du Nord (mise à jour du tableau de Riley *et al.*, 1998)

Densité (ratons/km <sup>2</sup> )	Milieu	Statut de la Population <sup>1</sup>	Références
170-290	Rural	E	Rivest et Bergeron (1981)
250,02	Rural	P	Twitchell et Dill (1949)
238,0	Urbain	NS	Smith et Engeman (2002)
140,0	Urbain	NS	Rosatte <i>et al.</i> (1992)
125,0	Urbain	P-MI <sup>1</sup>	Riley <i>et al.</i> (1998)
111,1	Urbain	P-MI	Schinner et Cauley (1974)
100,0	Urbain		Totton <i>et al.</i> (2004)
79,02	Périurbain		Ramey (2005)
732	Périurbain		Prange <i>et al.</i> (2003)
66,7	Péri-urbain	NS	Hoffman et Gottschang (1977)
55,6	Péri-urbain	P-MI	Slate (1980)
55,6	Urbain	P-MI	Rosatte <i>et al.</i> (1990)
55,6	Rural	P-MI	Lehman (1977)
52-115	Rural	P	Lefebvre (1998)
41,1-93,0	Périurbain	NS	Hatten (2000)
43,5	Rural	P-MI	Hable <i>et al.</i> (1992)
42,02	Périurbain	NS	Gehrt (2002)
40,02	Urbain	NS	Gehrt (2002)
33-50	Urbain	P	Fournier (2005, 2007)
36,6-72,6	Urbain	NS	Hatten (2000)
35,7	Urbain	NS	Jacobsen (1982)
27,0	Rural	NS	Jacobsen (1982)
25,0	Périurbain	NS	Blackwell <i>et al.</i> (2004)
17,5	Rural	E	Urban (1970)
17,5	Rural	E	Hasbrouck (1991)
17,2	Rural	E	Sonenshine et Winslow (1972)
15,4	NS	NS	Smith <i>et al.</i> (1994)

<sup>1</sup> P = Protégée; P-MI = Population protégée mais aux prises avec des maladies infectieuses (rage, maladie de Carré); E = Exploitée; NS = Non spécifié.

<sup>2</sup> Moyenne de plusieurs densités.

<sup>3</sup> Étude effectuée sur 5 populations exploitées et 2 protégées.

<sup>4</sup> Étude effectuée sur 5 populations exploitées et 2 protégées.



Annexe 1. Densités de ratons laveurs estimées dans diverses études menées en Amérique du Nord (mise à jour du tableau de Riley *et al.*, 1998)

(Suite)

Densité de ratons/km <sup>2</sup>	Milieu	Statut de la population	Références
13,0	Rural	E	Présente étude
12,8	Rural	E	Slate (1980)
12,7	Rural	E	Kennedy <i>et al.</i> (1991)
12,0 <sup>2</sup>	Rural	NS	Gehrt (2002)
11,8	Rural	E	Johnson (1970)
11,8	Rural	E	Lehman (1984)
11,8	Rural	E	Perry <i>et al.</i> (1989)
10,5	Rural	E + P <sup>3</sup>	Leberg et Kennedy (1988)
8,6-15,3	NS	NS	Levesque (2001)
8,0	Rural	E	VanDruff (1971)
6,8	Rural	NS	Rosatte <i>et al.</i> (2007b)
6,5	Rural	E + P <sup>4</sup>	Nixon <i>et al.</i> (1993)
6,0	Rural	NS	Prange <i>et al.</i> (2003)
4,0-12,3	NS	NS	Gehrt et Fritzell (1998)
4,5	NS	NS	Nixon <i>et al.</i> (1993)
4,3-8,4	Rural	NS	Rosatte <i>et al.</i> (2007b)
5,9	Rural	P-MI	Rabinovitch (1981)
5,7	Rural	P-MI	Keeler (1978)
5,6	Rural	E	Lehman (1980)
3,1-14,6	Rural	NS	Hatten (2000)
3,6	Rural	E	Nottingham <i>et al.</i> (1982)
2-5	Rural	E	Traversy <i>et al.</i> (1989)
1,4	Rural	P-MI	Mech <i>et al.</i> (1968)
0,9	Rural	E	Orloff (1980)
0,5-1,0	NS	NS	Fritzell (1978)

<sup>1</sup> P = Protégée; P-MI = Population protégée mais aux prises avec des maladies infectieuses (rage, maladie de Carré); E = Exploitée; NS = Non spécifié.

<sup>2</sup> Moyenne de plusieurs densités.

<sup>3</sup> Étude effectuée sur 5 populations exploitées et 2 protégées.

<sup>4</sup> Étude effectuée sur 5 populations exploitées et 2 protégées.

