

Nom de l'IP et courte description : Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) – densité des huttes dans les zones humides des embouchures submergées (haut Saint-Laurent – secteur des Mille-Îles). [E19]



Source : Jason A. Toner

Groupe de travail technique : GTT sur l'environnement.

Recherche : John M. Farrell, Jason A. Toner et Jerry V. Mead.

Modélisation : Jason A. Toner, Jerry V. Mead, John M. Farrell et LTI (DePinto, Redder).

Paramètres de l'indicateur : Nous avons associé la présence/absence (probabilité d'occupation) dans une zone humide à la prévision de densité annuelle des huttes utilisées (nombre de huttes en usage par hectare) pour représenter la performance du rat musqué (*Ondatra zibethicus*) dans le cours supérieur du fleuve Saint-Laurent.

Importance et niche écologiques : Dans les zones humides, les rats musqués sont souvent les principaux herbivores, et ils ont une grande influence sur la structure et la fonction du milieu. Par leur quête de nourriture et la construction des huttes, ils créent et maintiennent un habitat complexe et influent donc sur de nombreuses espèces. La faible densité des rats musqués contribue vraisemblablement à la dominance des quenouilles dans les zones humides côtières du haut Saint-Laurent. Les rats musqués peuvent faire une consommation de quenouilles qui excède de 27 % la production annuelle de celles-ci (Farrell et coll., 2003). La richesse des espèces végétales dans les milieux humides est associée positivement à l'herbivorie des rats musqués quand leur aliment favori constitue le type dominant de végétation (Nyman et coll., 1993). Les huttes abandonnées offrent un substrat propice à la germination, entretiennent de fortes densités de microbes importants qui facilitent la décomposition (Wainscott et coll., 1990), servent de lieux de nidification aux oiseaux et aux tortues et créent une microtopographie. La Guifette noire (*Chlidonias niger*), espèce en péril (EP), profite directement de l'activité du rat musqué, dont elle utilise les huttes abandonnées pour installer ses nids (Weller et Spatcher, 1965; Bailey, 1977) et les zones d'eau libre pour trouver sa nourriture. Nombre d'oiseaux, de mammifères, de plantes et probablement de poissons, comme le grand brochet, réagissent favorablement à l'augmentation des eaux libres et des effets de lisière et de passage qui résultent des perturbations créées par les rats musqués.

Validité temporelle : Nous appliquons la hauteur de l'eau des zones humides à l'automne et à l'hiver et la température de l'air en hiver au calcul de l'indicateur de performance du rat musqué pour chaque année de simulation. Des conditions d'automne et d'hiver sont les plus limitatives pour les populations de rats musqués. Les données sur les populations existantes ont été recueillies récemment (2001-2004); elles représentent les conditions de population dans les zones humides dominées par les quenouilles après la régularisation des niveaux d'eau. Les simulations réalisées pour la période étudiée de

101 ans représentent la réponse des rats musqués aux conditions historiques de niveau d'eau et de température dans les conditions d'habitat développées pour la période récente.

Validité spatiale : Nous avons élaboré l'indicateur de performance du rat musqué pour le type géomorphologique de l'embouchure submergée dans le secteur des Mille-Îles du haut Saint-Laurent, d'après les relations obtenues à six lieux d'échantillonnage. Le modèle des rats musqués prédit la densité des huttes pour la portion des zones humides entre 74,30 et 75,15 m (243,77 et 246,56 pi) (SRIGL 1985).

Lien avec l'hydrologie : L'abondance et la répartition des huttes des rats musqués sont largement tributaires de la hauteur de l'eau et de l'historique d'exondation à une altitude particulière de zone humide. La température de l'air interagit avec la hauteur de l'eau dans les milieux humides, et elle est importante pour les rats musqués qui passent l'hiver dans les eaux peu profondes. Les rats musqués construisent habituellement leurs huttes à l'automne là où la hauteur de l'eau est propice à l'hivernage.

Algorithme : Le modèle de l'indicateur de performance du rat musqué emploie le niveau d'eau (niveau moyen en mètre pour des périodes de quart de mois (SRIGL 1985) en décembre, janvier et février) et des modèles altimétriques numériques particuliers afin de calculer la hauteur d'eau moyenne (m) pour des zones humides situées entre 74,30 et 75,15 m (243,77 et 246,56 pi) d'altitude (SRIGL 1985). La probabilité qu'une zone humide contienne des huttes en usage (occupation) est estimée d'après une régression logistique qui emploie les hauteurs d'eau hivernales (figure 1). Le modèle de probabilité logistique du rat musqué a été établi d'après le dénombrement des huttes dans six zones humides d'embouchures submergées du haut Saint-Laurent (n=29 relevés; 2001-2004), y compris deux zones dont les niveaux d'eau sont gérés indépendamment de ceux du Saint-Laurent, pour déterminer les réponses du rat musqué aux inondations comme suit :

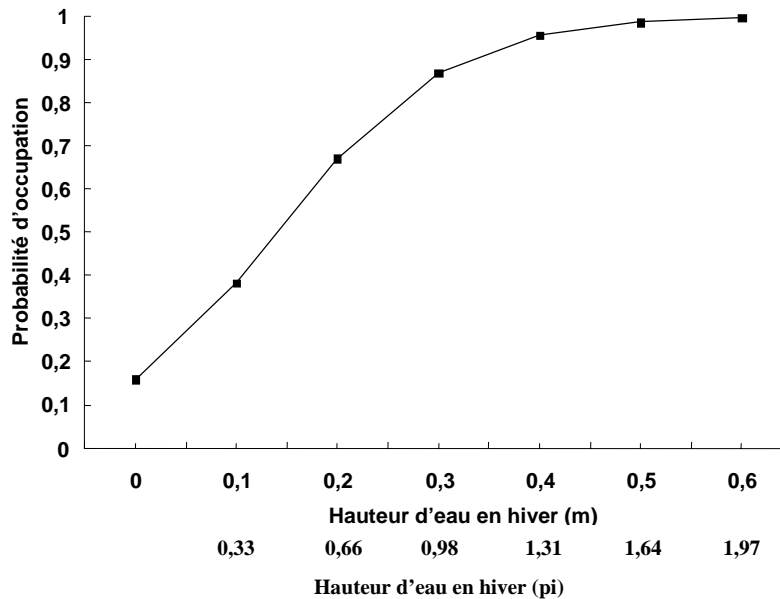
$$PROB_i = 1 \div [1 + e^{(1,6692 - (11,9129 \times HEHIVER_i))}]$$

où

HEHIVER_i = est la hauteur d'eau moyenne durant les mois d'hiver (décembre, janvier et février) pour un type géomorphologique (i) et

PROB_i = est la probabilité que le type géomorphologique (i) contienne des huttes en usage (occupation par les rats musqués).

Figure 1. Probabilité logistique de l'occupation du rat musqué dans une zone humide obtenue d'après des études sur le terrain dans le haut Saint-Laurent étant donné la hauteur moyenne de l'eau (en janvier et en février). Pour une probabilité supérieure à 0,35, nous avons calculé la densité des huttes au moyen d'une régression multiple par degrés.



Si la probabilité d'occupation ($PROB_i$) était égale ou supérieure à la valeur seuil de 0,35, la densité des huttes en usage (nombre/hectare/type géomorphologique) est alors estimée à l'aide d'un modèle de régression multiple par degrés. Nous avons déterminé statistiquement les seuils de probabilité par une réduction des erreurs au moyen de Solver™. Pour une probabilité d'occupation $<0,35$, nous avons assigné à zéro la densité de huttes par hectare. Nous avons établi comme suit le modèle de régression multiple par degrés employé pour estimer la densité des huttes en usage, d'après les emplacements aux embouchures submergées du haut Saint-Laurent (n=12 relevés; 2001-2004) où les rats musqués étaient présents :

$$HD_i = 2,052\ 76 + (2,739\ 5 \times HEAUTOMNE_i) + (0,009\ 10 \times TEMPHIVER_i)$$

où

HD_i = est le nombre de huttes en usage par hectare du type géomorphologique (i);

$HEAUTOMNE_i$ = est la hauteur d'eau moyenne (m), dans la plage précisée de niveaux, durant les mois d'automne (septembre, octobre et novembre) pour le type géomorphologique (i),

$TEMPHIVER_i$ = est la différence cumulée de température de l'air, du point de congélation (0 °C ou 32 °F) pour les températures moyennes des quarts de mois d'hiver (décembre, janvier et février).

Données d'étalonnage : La modélisation a été réalisée d'après les recensements hivernaux des huttes du rat musqué effectués de 2001 à 2004 et les cartes altimétriques numériques créées pour les six sites d'étude du haut Saint-Laurent : ruisseaux French, Carpenters, Cranberry et Chippewa, ruisseau Little Cranberry en amont et en aval de la route 12 de l'État de New York et prolongement du ruisseau Cranberry en amont et en

aval de cette même route. L'aéroport international de Watertown nous a fourni les températures de l'air, que nous avons utilisées pour tous les sites d'étalonnage.

Données de validation : Nous avons effectué la validation aux six sites d'étalonnage pour les relevés réalisés en 2005 que nous n'avons pas utilisés pour élaborer le modèle. Un autre site, au marais Cobb Shoal à Collins Landing (New York), à la hauteur du pont des Mille-Îles, a été étudié en 2005 aux fins de la validation.

Bibliographie : Les dénombrements de huttes offrent une technique fiable et efficace qui permet les comparaisons spatiales et temporelles des populations de rats musqués là où les terriers sur les berges ne dominent pas (Bellrose, 1950; Dozier et coll., 1948; Errington, 1961). La hauteur d'eau a servi de principale variable aux analyses, en raison de son grand effet sur les populations (Errington, 1961). La température de l'air en hiver interagit avec la hauteur de l'eau sous les climats nordiques; c'est un facteur qui limite la densité annuelle des rats musqués. Les populations de ce mammifère s'effondrent souvent si l'eau gèle complètement, ce qui est courant dans les marais peu profonds quand l'hiver est rigoureux.

La régression logistique a été employée avec succès pour déterminer des variables importantes des milieux humides qui aident à prévoir la présence ou l'absence des tunnels des rats musqués le long des berges (Nadeau et coll., 1995). Nous avons appliqué une démarche analogue à nos sites d'étude pour calculer la probabilité qu'ils contiennent des huttes d'après les niveaux d'eau saisonniers.

Évaluation des risques et des incertitudes : On a observé que l'abondance des populations de rats musqués fluctuait régulièrement, d'élevée à faible, sur huit à neuf ans (Erb et coll., 2000) à proximité du secteur des Mille-Îles du haut Saint-Laurent. Pour élaborer l'indicateur de performance, nous avons échantillonné des sites quatre années de suite et relevé peu de changement dans les estimations de population. Il est probable que la tendance démographique naturelle ait été interrompue dans les zones humides perturbées par la régularisation du niveau d'eau. Des facteurs dépendants de la densité comme la maladie, le manque de nourriture ou les luttes intraspécifiques peuvent aussi devenir importants si les conditions d'environnement (niveau de l'eau et température de l'air) permettent aux rats musqués de surpeupler une zone. Nous ne savons pas avec certitude comment les populations vont fluctuer sur des périodes plus longues (décennales) en raison de ces facteurs. Il se peut que des populations plus fortes, amenées par de meilleures conditions de niveau d'eau, fluctuent en fonction de facteurs naturels qui dépendent de la densité. Parce que les populations actuelles sont extrêmement petites, il est difficile d'évaluer les modifications de densité imputables à la prédation ou au climat.

Le modèle ne prévoit pas les possibilités de limitation des ressources alimentaires du rat musqué liées à des modifications à long terme de l'habitat et aux effets de l'herbivorie. Il est possible que la modification du niveau d'eau seule ne réduise pas les peuplements denses de quenouilles, vu la tolérance de ces plantes à une large fourchette de hauteurs d'eau et la nouvelle dominance de l'hybride plus résistante *Typha % glauca* (Farrell et

coll., 2003). En revanche, la modification du niveau d'eau qui donne un habitat propice au rat musqué influera vraisemblablement sur les peuplements en question. La prédiction sur un horizon de 101 ans pour déterminer le rapport de performance du rat musqué entre divers plans de régularisation déborde le cadre temporel du modèle, en raison de l'incertitude quant à la structure de l'habitat durant cette période de l'histoire. Par conséquent, les prédictions dans le temps indiquent comment les rats musqués réagiraient dans les conditions actuelles d'habitat humide.

Nous ne sommes pas sûrs non plus si le modèle du rat musqué peut bien prédire l'occupation et la densité pour les trois autres types géomorphologiques (cordon littoral, baie ouverte et baie protégée). Il ne faudrait donc appliquer le modèle qu'aux embouchures submergées.

Selon la relation entre la densité des huttes en usage et le pourcentage de production des quenouilles que consomment les rats musqués, si la densité moyenne des huttes augmente pour passer à 1,5 par hectare, l'effet sera important sur la structure et l'écologie des milieux humides. Nombre des sites échantillonnés ne contenaient pas de huttes en usage, ce qui fait supposer que tout accroissement éventuel de la densité aurait de l'importance.

Bailey, P. F. 1977. *The breeding ecology of the black tern*, mémoire de maîtrise présenté à l'Université du Wisconsin, Oshkosh, WI.

Bellrose, F. C. 1950. « The relationship of muskrat populations to various marsh and aquatic plants », *Journal of Wildlife Management*, 14:299-315.

Dozier, H. L., M. H. Markley et L. M. Llewellyn. 1948. « Muskrat investigations on the Blackwater National Wildlife Refuge, Maryland, 1941-1945 », *Journal of Wildlife Management*, 12:177-190.

Erb, J., N. C. Stenseth et M. S. Boyce. 2000. « Geographic variation in population cycles of Canadian muskrats (*Ondatra zibethicus*) », *Canadian Journal of Zoology /Revue canadienne de zoologie*, 78:1009-1016.

Errington, P. 1961. *Muskrats and marsh management*, University of Nebraska Press, 183 pages.

Farrell, J. M., J. A. Toner, A. D. Halpern, M. Beland, B. Murry, A. Cushing, K. Hawley et D. J. Leopold. 2003. *Restoration of coastal wetlands in the St. Lawrence River through re-establishment of natural hydrologic regimes*, SUNY College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY, rapport définitif présenté au Great Lakes Protection Fund, 79 pages.

Nadeau, S., R. Decarie, D. Lambert et M. St-Georges. 1995. « Nonlinear modeling of muskrat use of habitat », *Journal of Wildlife Management*, 59:110-117.

Nyman, J. A., R. H. Chabreck et N. W. Kinler. 1993. « Some effects of herbivory and 30 years of weir management on emergent vegetation in a brackish marsh », *Wetlands*, 13:165-175.

Wainscott, V. J., C. Bartley et P. Kangas. 1990. « Effect of muskrat mounds on microbial density on plant litter », *American Midland Naturalist*, 123:399-401.

Weller, M. W. et C. S. Spatcher. 1965. *Role of habitat in the distribution and abundance of marsh birds*, Iowa State University Agriculture and Home Economics Experiment Station Special Report No. 43, Ames, IA.