

# Défis d'analyse des populations et des communautés en biologie de la conservation

Marc J. Mazerolle

*Centre d'étude de la forêt,  
Département des sciences du bois et de la forêt, U. Laval, QC*

10<sup>e</sup> Colloque du CEF, UQÀM, Montréal

2 – 3 mai 2016



# Plan

Programme de recherche

Travaux récents

Projets en cours

# Programme de recherche

## Thème :

impact des conditions environnementales sur les dynamiques de populations et stratégies de vie en milieux forestiers

## Axes :

Changements des conditions environnementales face à

- la perte d'habitat forestier (foresterie, agriculture)
- l'urbanisation (routes, contaminants)

## Approches :

- capture-marquage-recapture (CMR) et télémétrie
- expériences contrôlées, études d'observation
- méthodes fréquentistes, bayésiennes et exercices de simulation

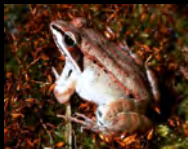
# Programme de recherche

## Amphibiens comme organismes modèles

- extinctions d'espèces et déclin de populations à l'échelle planétaire (Science 306 :1783—1786, Nature 404 :752–755)
- composantes importantes des écosystèmes forestiers
- cycles de vie complexes
- bons indicateurs de qualité d'environnement

# Intégrité écologique

## Connectivité fonctionnelle et écologie du paysage



Landscape Ecology (2004) 20: 579–590  
DOI 10.1007/s10980-004-3977-6

Research Article

### Drainage ditches facilitate frog movements in a hostile landscape

Marc J. Mazerolle

Ecological Applications, 15(5), 2005, pp. 824–834  
© 2005 by the Ecological Society of America

### LANDSCAPE CHARACTERISTICS INFLUENCE POND OCCUPANCY BY FROGS AFTER ACCOUNTING FOR DETECTABILITY

M. J. MAZEROLLE,<sup>1,3</sup> A. DESROCHERS,<sup>1</sup> AND L. ROCHEFORT<sup>2</sup>

### Landscape resistance to frog movements

M. J. Mazerolle and A. Desrochers

Journal of Herpetology, Vol. 40, No. 4, pp. 435–441, 2006  
Copyright 2006 Society for the Study of Amphibians and Reptiles

### Choosing the Safest Route: Frog Orientation in an Agricultural Landscape

MARC J. MAZEROLLE<sup>1,2,3</sup> AND CLAIRE C. VOS<sup>1</sup>

Programme de recherche

# Planification écologique et stratégies de conservation

## Effets des routes sur la mortalité, mouvements et comportement



*Herpetologica*, 60(1), 2004, 45-53  
© 2004 by The Herpetologists' League, Inc.

### AMPHIBIAN ROAD MORTALITY IN RESPONSE TO NIGHTLY VARIATIONS IN TRAFFIC INTENSITY

MARC J. MAZEROLLE<sup>1</sup>

*Amphibia-Reptilia* 33 (2012): 113-127

### Interactive effects of roads and weather on juvenile amphibian movements

Mireille Gravel<sup>1</sup>, Marc J. Mazerolle<sup>2,\*</sup>, Marc-André Villard<sup>1</sup>

*Herpetologica*, 61(4), 2005, 380-388  
© 2005 by The Herpetologists' League, Inc.

### BEHAVIOR OF AMPHIBIANS ON THE ROAD IN RESPONSE TO CAR TRAFFIC

MARC J. MAZEROLLE<sup>1,3,5</sup>, MATTHIEU HUOT<sup>1,4</sup>, AND MIREILLE GRAVEL<sup>2</sup>

# Planification écologique et stratégies de conservation



Biological Conservation 173 (2014) 48–55



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Biological Conservation

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/biocon](http://www.elsevier.com/locate/biocon)



Perspective

## Conservation of herpetofauna in northern landscapes: Threats and challenges from a Canadian perspective



David Lesbarrères<sup>a,\*</sup>, Sara L. Ashpole<sup>b</sup>, Christine A. Bishop<sup>c</sup>, Gabriel Blouin-Demers<sup>d</sup>, Ronald J. Brooks<sup>e</sup>, Pierre Echaubard<sup>b</sup>, Purnima Govindarajulu<sup>f</sup>, David M. Green<sup>g</sup>, Stephen J. Hecnar<sup>h</sup>, Tom Herman<sup>i</sup>, Jeff Houlahan<sup>j</sup>, Jacqueline D. Litzgus<sup>a</sup>, Marc J. Mazerolle<sup>b</sup>, Cynthia A. Paszkowski<sup>i</sup>, Pamela Rutherford<sup>kk</sup>, Danna M. Schock<sup>l</sup>, Kenneth B. Storey<sup>o</sup>, Stephen C. Loughheed<sup>p</sup>

# Effets de l'introduction d'espèces exotiques

## Roseau commun et communautés d'amphibiens



Wetlands Ecol Manage  
DOI 10.1007/s11273-013-9332-4

ORIGINAL PAPER

### Common reed (*Phragmites australis*) invasion and amphibian distribution in freshwater wetlands

Marc J. Mazerolle · Amélie Perez ·  
Jacques Brisson



*Journal of Freshwater Ecology* 2013

Vol. 28, No. 2, 165–177, <http://dx.doi.org/10.1007/s10800-02705060-2012-750629>



### Effects of exotic common reed (*Phragmites australis*) on wood frog (*Lithobates sylvaticus*) tadpole development and food availability

Amélie Perez<sup>a</sup>, Marc J. Mazerolle<sup>b,c</sup> and Jacques Brisson<sup>a</sup>



# Intégrité écologique

## Attributs de vieilles forêts : bois mort



Forest Ecology and Management

Small mammal responses to coarse woody debris distribution at different spatial scales in managed and unmanaged boreal forests

Dominique Fauteux<sup>1,\*</sup>, Louis Imbeau<sup>2</sup>, Pierre Drapeau<sup>3</sup>, Marc J. Mazerolle<sup>4</sup>

ARTICLE

Site occupancy and spatial co-occurrence of boreal small mammals are favoured by late-decay woody debris

The Journal of Wildlife Management 75(7):1646–1656, 2011, DOI: 10.1002/jwmg.224

Research Article

Site Occupancy and Cavity Use by the Northern Flying Squirrel in the Boreal Forest

CAROLINE TRUDEAU, *Chaire industrielle CRISQ-UQAT-UQAM en Aménagement Forestier Durable et Centre d'étude de la forêt, Département des Sciences Appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 443 Inal. de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, Canada J9X 5E4*

LOUIS IMBEAU, *Chaire industrielle CRISQ-UQAT-UQAM en Aménagement Forestier Durable et Centre d'étude de la forêt, Département des Sciences Appliquées, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 443 Inal. de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, Canada J9X 5E4*

PIERRE DRAPEAU, *Chaire industrielle CRISQ-UQAT-UQAM en Aménagement Forestier Durable et Centre d'étude de la forêt, Département des Sciences Biologiques, Université du Québec à Montréal, P.O. Box 8888, Succursale Centre-ville, Montréal, QC, Canada H3C 3P8*

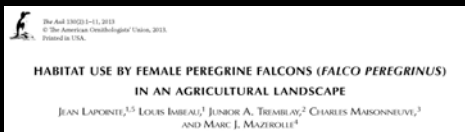
MARC J. MAZEROLLE, *Centre d'étude de la forêt, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, 443 Inal. de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, Canada J9X 5E4*

# Perte d'habitat et espèces menacées

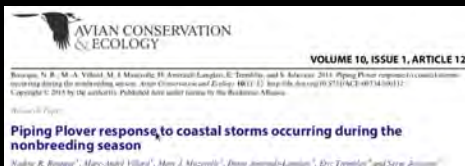
## Survie du Serpent indigo (1998 – 2004)



## Faucon pèlerin en paysages agricoles



## Reproduction du Pluvier siffleur et tempêtes (1986 – 2012)



# Défi d'analyse des populations et des communautés



- la détection imparfaite des individus et des espèces



# Défi d'analyse des populations et des communautés

Problème d'estimation des paramètres démographiques

- sous-estimation d'abondance, d'occurrence et des dynamiques
- relations erronées avec variables explicatives

Difficile de standardiser l'échantillonnage

- préférable d'estimer explicitement l'erreur d'observation

# Travaux récents

# Complexité d'habitat et diversité de bryophytes



## Bryophytes en milieu forestier

- sources de nourriture et refuge
- services écologiques (eau, nutriments, carbone)
- constituantes importantes des forêts boréales

Complexité des microhabitats influence potentiellement la composition et richesse en espèces

Mousses difficiles à détecter (petites, cryptiques)

# Complexité d'habitat et diversité de bryophytes

## Détection imparfaite de plantes ?

- plantes et stades difficiles à détecter (e.g., graines, semis)
- mêmes problèmes de sous-estimation des paramètres vitaux que pour la faune

## Détection rarement estimée en écologie végétale

- (Shefferson et al. 2001. *Ecology* 82 :145–156.)
- (Chen et al. 2009. *J. Ecology* 97 :1383–1389.)
- (Lele et al. 2012. *J. Plant Ecology* 5 :22–31.)

# Complexité d'habitat et diversité de bryophytes

## Objectifs

- quantifier l'effet de la complexité d'habitat sur la richesse et composition de bryophytes sur le sol forestier.
- quantifier l'impact des traits sur la détection des individus.

## Hypothèses

- la complexité du sol forestier favorise l'établissement des mousses.
- certains traits (taille, mode d'établissement) augmentent la détection les individus.



# Méthodes

Peuplement d'épinette noire et pin gris en forêt boréale

- 60 quadrats (1 m<sup>2</sup>) sélectionnés aléatoirement
- 3 observateurs indépendants
- liste de 20 espèces connues dans la région

Matrice de détection pour chaque espèce de la liste :

Espèce	Quadrat	Obs1	Obs2	Obs3
dicfla	1	1	0	1
dicfus	1	0	0	1
dicmon	1	1	1	1
...	...	...	...	...
dicfla	2	0	0	0
dicfus	2	1	0	1
dicmon	2	1	0	0
...	...	...	...	...

# Modèle d'occupation à une espèce

Deux processus aléatoires influencent la détection d'une espèce à un site lors d'une visite (MacKenzie et al. 2002 : *Ecology* 83 :2248-2255.)

(On traduit les processus en équations . . .)

## I. Occupation

Site  $i$  est soit occupé ( $z_i = 1$ ) avec probabilité  $\psi_i$  ou inoccupé ( $z_i = 0$ ).

$$z_i \sim \text{Bern}(\psi_i) \quad \text{variable latente de l'état du site}$$

Somme des  $z_i$  donne le nombre de sites occupés par l'espèce en tenant compte de la détection.

# Modèle d'occupation à une espèce

## II. Détection

Si le site est inoccupé : l'espèce ne peut être détectée.

$$y_{ij} = 0 \quad \text{si } z_i = 0$$

Si le site  $i$  est occupé : à chaque visite  $j$ , il y a une probabilité de détecter l'espèce ( $p_j$ ) ou non ( $1 - p_j$ ).

$$y_{ij} \sim \text{Bern}(p_j) \quad \text{si } z_i = 1$$

# Modèle d'occupation multi-espèces

Généralisation à une communauté d'espèces (Royle et Dorazio 2008 : Hierarchical modeling and inference in ecology. Academic Press)

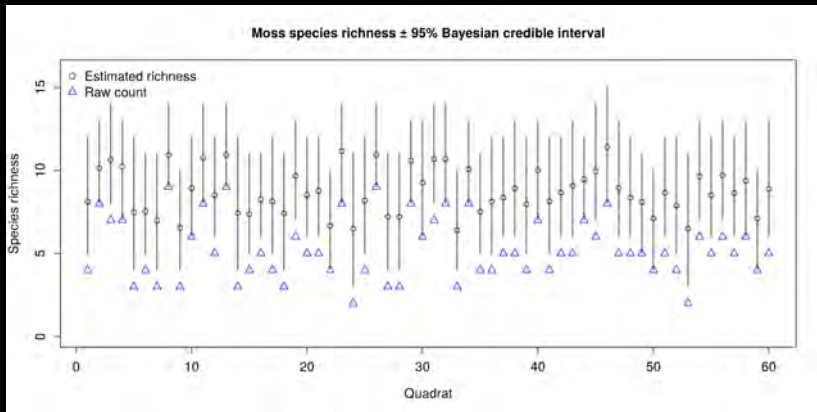
Analyse bayésienne

- Markov Chain Monte Carlo (MCMC) avec 5 chaînes, 250 000 itérations, 100 000 comme période de réchauffement (JAGS)

# Résultats

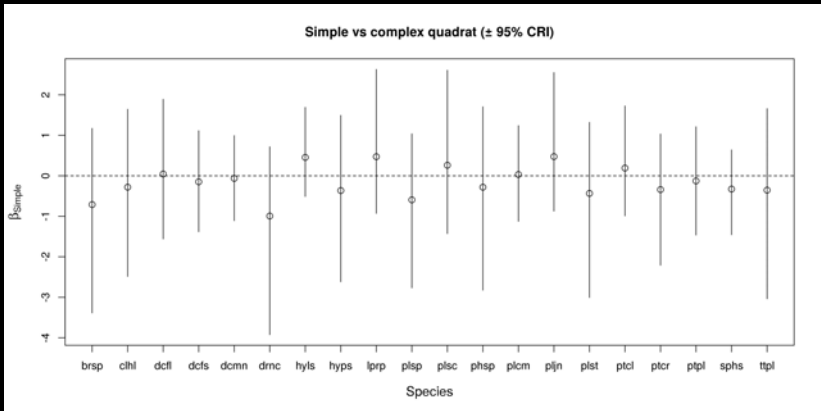
Richesse en espèces ne varie pas avec la complexité

- quadrats simples : 8.5 (95% CRI : 4, 13)
- quadrats complexes : 8.9 (95% CRI : 5, 13)



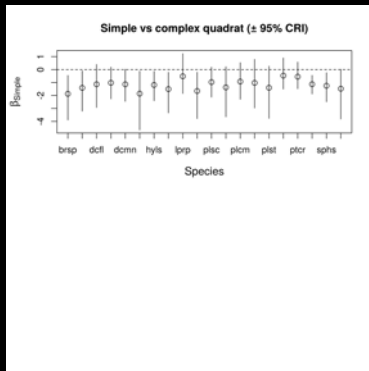
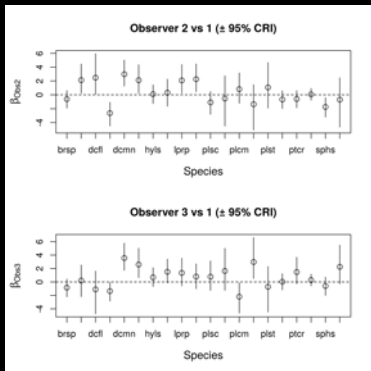
# Résultats

Occupation ne varie pas avec la complexité



# Résultats

Détection varie entre observateurs et complexité



Détection plus faible pour petites espèces :

$$\beta_{\text{small}} : -4.54 \text{ (95\% CRI : -6.91, -2.16)}$$

Détection plus élevée pour espèces à établissement horizontal :

$$\beta_{\text{horizontal}} : 2.59 \text{ (95\% CRI : 0.33, 5.02)}$$

# Conclusion

## Nos prédictions

- richesse et occurrence plus élevées dans les habitats complexes que dans les habitats plus simples.

Aucune variation selon complexité de l'habitat.

## Nos prédictions

- détection varie entre observateurs, complexité de l'habitat et les traits des espèces.

Effet de la complexité de l'habitat, l'observateur, taille des mousses et type d'établissement.

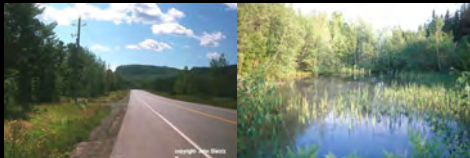
Généralisation à d'autres organismes (graines, semis, plantes non ligneuses), ADN environnemental.



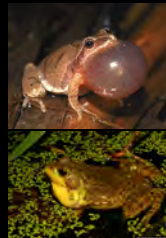
# Projets en cours

# Fragmentation et perte d'habitat

Effets des routes sur les dynamiques d'extinction et de colonisation de populations d'amphibiens en étangs forestiers (M. Sc.)



Fragmentation d'habitat et dynamiques de communautés d'anoures à l'échelle du Québec (1993 – 2013) (M. Sc.)



# Projets en cours

Effets à retardement de l'ouverture de la canopée et des débris ligneux sur les traits de vie (M. Sc.)



Impact des coupes progressives irrégulières sur les dynamiques de populations de salamandres rayées (M. Sc.)



# Remerciements

## Collaborateurs

- H. Asselin, Y. Bergeron, S. Brais, D. Breininger, J. Brisson, C. Brown, A. Desrochers, I. Drobyshev, P. Drapeau, Y. Dubois, N. Fenton, R. Fournier, B. Harvey, L. Imbeau, C. Lavoie, M. Poulin, L. Rochefort, É. Tremblay, J. Verreault, M.-A. Villard

## Étudiants/photographies

- J. Arsenault, J. Bertrand, V. Bonner, A. Bose, T. Calvé, E. Chavel, D. Fauteux, M. Girard-Robert, M. Gravel, M.-A. Guitard, M. Huot, V. Jourdan, M. Labadie, J. Lapointe, M. Lapointe-St-Pierre, A.-A. Marmette, M. Paquette, A. Perez, J. Plante, P. Priol, J. Ramiere, V. Spinelli, J. Tardif, S. Tessier, C. Trudeau

