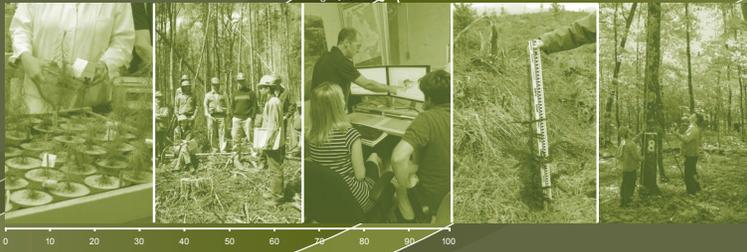


$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$

$$V_{AE,B} = \beta_i d h p_i^b H_i^b + \hat{\epsilon}_{2,t}$$



# La salamandre cendrée peut-elle servir d'indicateur de changements climatiques?

Par Jean-David Moore, ing.f., M. Sc. et Martin Ouellet, D.M.V., I.P.S.A.V.



Territoires où les résultats s'appliquent.

Des études réalisées au cours des deux dernières décennies ont laissé croire que la salamandre cendrée, l'un des vertébrés les plus abondants dans les forêts du nord-est de l'Amérique du Nord, pouvait être utilisée comme indicateur de changements climatiques en raison des différentes proportions des types de coloration au sein des populations. Toutefois, de nouvelles découvertes au nord de son aire de répartition et l'une des plus importantes compilations jamais réalisées pour un vertébré en Amérique du Nord montrent que la coloration de cette salamandre n'est pas un bon critère indicateur des changements de climat<sup>1</sup>. Cette étude démontre que certains paradigmes en écologie peuvent être remis en question par des compilations de données plus complètes.

## Introduction

L'effet des récents changements climatiques sur les écosystèmes terrestres est vraisemblablement la plus importante préoccupation écologique contemporaine. Pour évaluer l'ampleur de ces récents changements, l'utilisation de bio-indicateurs fiables est essentielle. Les amphibiens, très sensibles aux conditions climatiques, pourraient être de bons candidats pour indiquer ces changements.

En Amérique du Nord, la salamandre cendrée (*Plethodon cinereus*) est l'un des amphibiens les plus étudiés étant donné sa grande abondance, sa large répartition et son importance écologique dans les forêts de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis. Ces caractéristiques, jumelées à sa sensibilité aux perturbations de son habitat, en font une espèce ayant les qualités d'un bon bio-indicateur. De plus, cet animal ectotherme (dont la température corporelle est la même que celle du milieu extérieur) nécessite une source de chaleur pour maintenir son métabolisme, ce qui la rend sensible au climat. Plusieurs phénotypes de coloration existent chez la salamandre cendrée<sup>2</sup>, dans des proportions variables d'un site à l'autre. Ces variations géographiques ont fait l'objet de nombreux travaux au cours des dernières décennies. Certaines études ont suggéré que la proportion des deux principaux phénotypes, soit celui à dos rouge et celui à dos de plomb, variait avec la température, dans le temps comme dans l'espace<sup>3</sup>, et que le phénotype à dos de plomb était plus abondant dans les régions chaudes. Par conséquent, cette salamandre a été proposée comme indicateur de changements climatiques.

Toutefois, le rôle possible des variables climatiques sur la répartition des types de coloration de la salamandre cendrée n'a jamais fait l'unanimité<sup>1</sup>. Afin de valider l'utilisation de cette espèce comme indicateur de changements climatiques, nous avons analysé plus de 236 000 observations, compilées de 1880 à 2013 pour toute l'aire de répartition de la salamandre cendrée, y compris plus de 91 000 observations au Canada, soit la partie nord de son aire de répartition. Cet exercice excède largement les plus importantes compilations réalisées pour cette espèce à ce jour (~ 50 000<sup>3</sup>).

## Méthode

Nous avons effectué une revue exhaustive des données disponibles pour cette espèce sur l'ensemble de son aire de répartition, en contactant plus de 400 personnes et institutions et en compilant les données de la littérature. Nous avons aussi réalisé des inventaires supplémentaires dans le nord de l'aire de répartition de l'espèce. Pour chacune des régions inventoriées, nous avons noté l'emplacement, la date et le nombre d'individus à dos rouge et à dos de plomb. Les variables climatiques utilisées pour l'analyse comprenaient la température annuelle moyenne, le nombre de jours sans gel et les précipitations totales. La géographie des sites a été caractérisée quant à l'élévation, la latitude et la longitude. Les moyennes annuelles des variables climatiques ont été évaluées avec le logiciel BioSIM<sup>1</sup>.

## Le saviez-vous?

Deux principaux types de coloration sont communément rencontrés dans les populations de salamandre cendrée, mais dans des proportions différentes : celui à dos rouge et celui à dos de plomb. Au total, huit types de coloration ont été recensés à ce jour pour l'espèce<sup>2</sup>.



© Martin Ouellet / Amphibia-Nature

## Une relation entre la coloration et le climat?

Notre compilation n'a révélé aucune relation entre la fréquence d'individus à dos de plomb dans une population et les variables climatiques et géographiques des sites. Dans la partie nord de répartition de l'espèce au Québec (Figure 1), 10 sites ayant entre 50 et 100 % d'individus à dos de plomb dans leur population ont été trouvés. De plus, 3 autres sites à l'extrême nord de l'aire de répartition de l'espèce, en Ontario et au Québec, avaient une relativement forte fréquence (de 15 à 21 %) d'individus à dos de plomb. Ceci contredit les autres études moins exhaustives qui avaient associé une fréquence élevée d'individus à dos de plomb à un climat plus chaud<sup>3</sup>.

Des éléments provenant d'autres études soulèvent également des doutes quant à l'utilisation de cette espèce comme indicateur de changements climatiques à grande échelle. Premièrement, la fréquence d'un type de coloration au sein d'une population peut varier grandement sur de courtes distances, ce qui suggère que le climat n'est pas responsable de cette différence. Deuxièmement, si la variété à dos de plomb était plus sensible au froid, elle hibernerait plus tôt. Or, on n'observe pas toujours d'hibernation hâtive chez cette variété. Finalement, certaines études n'ont noté aucune relation, ou une relation inverse, entre la température sur la fréquence de coloration. Ces observations, combinées à nos résultats, montrent que la température seule ne détermine pas la répartition spatiale du phénotype à dos de plomb.

Le taux d'humidité est l'une des variables environnementales les plus importantes pour l'écologie de la salamandre cendrée, car il lui permet, entre autres, de conserver sa peau humide et fonctionnelle en tant qu'organe respiratoire (cette espèce n'ayant pas de poumons). Par ailleurs, des études antérieures laissaient croire que le taux d'humidité de l'habitat pouvait influencer la proportion des types de coloration de la salamandre cendrée, car le phénotype à dos de plomb semble moins tolérant à la dessiccation. Dans la présente étude, les variables pouvant être reliées à l'humidité de l'habitat de cette salamandre n'étaient pas corrélées à la fréquence de coloration.

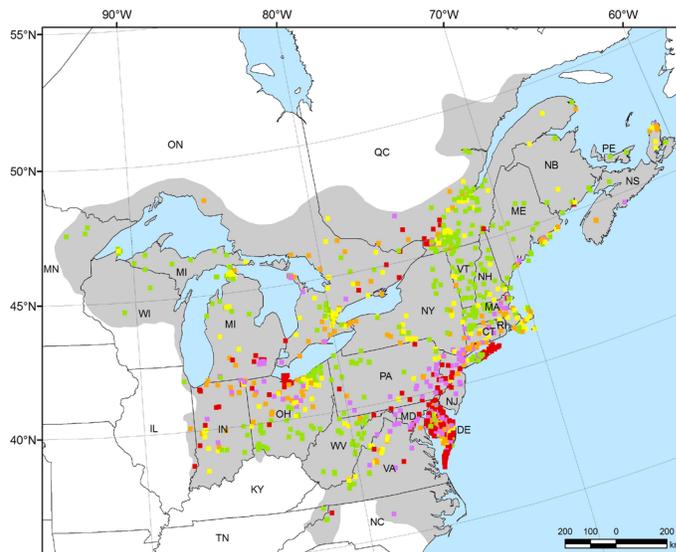


Figure 1. Répartition des sites et fréquences du type à dos de plomb de la salamandre cendrée. Les carrés indiquent la fréquence pour chacun des sites : 0-5 % (vert), 6-15 % (jaune), 16-30 % (orange), 31-50 % (violet) et > 50 % (rouge).

## Une relation entre la coloration et l'année d'échantillonnage?

Dans leur étude, Gibbs et Karraker<sup>3</sup> avaient rapporté une hausse moyenne de 6 % de la fréquence du phénotype à dos de plomb dans les populations au cours du dernier siècle. Nos résultats, pour l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce et approximativement la même période, montrent toutefois que la fréquence de ce phénotype n'a pas varié dans le temps, et ce, malgré le réchauffement des températures observé au cours du dernier siècle. Ce résultat renforce la conclusion que la fréquence du phénotype à dos de plomb n'est pas corrélée à la température. Selon certaines études, la sélection naturelle serait l'élément majeur pour expliquer la fréquence des types de coloration de cette espèce dans les écosystèmes.

## Conclusion

Nos résultats démontrent que la fréquence de coloration de la salamandre cendrée n'est pas influencée par le climat. Cette étude remet en question un paradigme, à l'effet que la fréquence du type de coloration de cette salamandre serait un indicateur de changements climatiques. Elle montre aussi qu'un bio-indicateur devrait être utilisé avec précaution si son choix s'appuie sur une base de données limitée en taille, dans le temps ou dans l'espace.

### Pour en savoir plus...

- 1 MOORE, J.-D. et M. OUELLET, 2015. *Questioning the use of an amphibian colour morph as an indicator of climate change*. *Global Change Biology* 21: 566-571.
- 2 MOORE, J.-D. et M. OUELLET, 2014. *A review of colour phenotypes of the eastern red-backed salamander, Plethodon cinereus, in North America*. *Canadian Field-Naturalist* 128: 250-259.
- 3 GIBBS, J.P. et N.E. KARRAKER, 2006. *Effects of warming conditions in eastern North American forests on red-backed salamander morphology*. *Conservation Biology* 20: 913-917.

Les liens Internet de ce document étaient fonctionnels au moment de son édition.

Pour plus de renseignements, veuillez communiquer avec :

Direction de la recherche forestière  
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs  
2700, rue Einstein, Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-7994  
Télécopieur : 418 643-2165

Courriel : [recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca](mailto:recherche.forestiery@mffp.gouv.qc.ca)  
Internet : [www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche](http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/connaissances/recherche)

ISSN : 1715-0795

Forêts, Faune  
et Parcs

Québec

