

Note de synthèse sur

Barton, P. S., J. C. Pierson, M. J. Westgate, P. W. Lane and D. B. Lindenmayer, 2015. Learning from clinical medicine to improve the use of surrogates in ecology. *Oikos*, 124(4), 391-398.

Frédéric Gosselin (Irstea Nogent sur Vernisson)

Les auteurs proposent d'appliquer une méthodologie issue de la médecine à l'écologie pour le développement de variables de substitution (« surrogate variables »), qui sont un des types d'indicateurs utilisés en écologie. Le but de cette note est d'essayer de tirer des leçons de cet article – et d'articles associés – pour l'ONB.

Les auteurs se placent systématiquement dans le cas où ce qui est visé par la démarche n'est pas l'estimation de la variable d'intérêt, qu'on a du mal à mesurer, mais l'effet d'un « traitement » (pour l'ONB par exemple des variables de pression ou de réponse) sur cette variable d'intérêt.

Le modèle « conceptuel » de base est résumé par la figure 1.

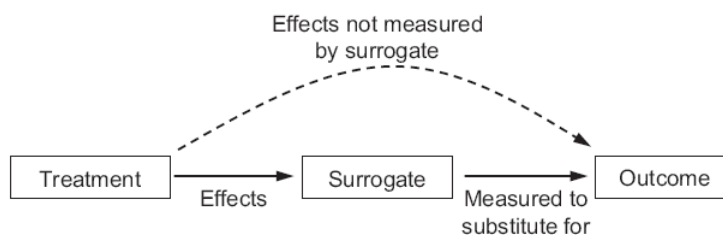


Figure 1. A conceptual model relating a treatment effect to a specified outcome via a surrogate variable (solid lines) (adapted from (Atkinson et al. 2001)). This surrogate concept acknowledges the independent effect of the treatment on the outcome, which may not be detected or represented by the surrogate (broken lines).

Il s'agit d'étudier l'effet du traitement sur la variable de substitution, l'effet de cette dernière sur la variable d'intérêt pour bien représenter l'effet du traitement sur la variable d'intérêt :

« a surrogate is generally regarded as valid when it allows correct inference to be drawn regarding the effect of a treatment on the outcome... Importantly, quantifying the magnitude and direction of effects is critical to the validation process, as a surrogate response to a treatment needs to represent the size and direction of the outcome response to a treatment » (p. 393).

L'accent est donc mis sur le fait que la relation traitement/variable de substitution représente bien quantitativement la relation entre traitement et variable d'intérêt.

Les étapes pour le « développement » des variables de substitution incluraient d'après les auteurs :

(i) La spécification du modèle de substitution :

Cette étape inclut la définition des variables, des objectifs, des variations informatives associée à la variable d'intérêt.

Dans le domaine médical, les variables d'intérêt sont soit des quantités difficiles à estimer (ex : réponse clinique du patient), soit éthiquement non mesurables (en tout cas en routine) (ex :

infarctus). La définition de cette variable est très importante ainsi que le niveau de variation de cette variable qui est considéré comme informatif.

Cette étape comprend aussi la définition d'un modèle causal a priori sur la relation entre le traitement, la variable de substitution et la variable d'intérêt, et l'utilisation de méthodes statistiques associées (de type analyse en équations structurelles).

Les exemples écologiques donnés par les auteurs sur ce point ne me semblent pas décisifs. Il y a assez peu de place pour la réflexion a priori dans ce qu'ils proposent comme exemple. Je proposerais plutôt, mais dans un contexte différent de celui des variables de substitution, des travaux d'écologie avec un vrai travail d'explicitation de ces hypothèses a priori (par exemple [Franklin et al., 2000](#)).

(ii) L'estimation du modèle de substitution :

Cette étape est technique mais assez simple. Il s'agit à partir des données disponibles et du modèle de l'étape précédente de caler un modèle statistique pour estimer les relations comprises dans le modèle de substitution.

(iii) Evaluation de la variable de substitution :

C'est je crois le point le plus intéressant de leur approche. Il s'agit d'organiser la mise à l'épreuve de la variable de substitution, de manière répétée, dans différents contextes spatiaux, temporels et écologiques. Ce n'est qu'à l'issue de cette mise à l'épreuve et si les résultats sont concluants que la variable de substitution sera considérée avec confiance par les utilisateurs. Les auteurs insistent sur la mise en place d'un processus d'apprentissage (ou adaptatif), plus large que la structure d'évaluation de la variable de substitution, en prenant en compte des nouvelles informations extérieures au processus de mise à l'épreuve lui-même.

Les **exemples** cités par les auteurs ne sont pas très clairs. Par contre, une publication qu'ils citent ([Pierson et al., 2015](#)) est assez intéressante. Pierson et al. appliquent notamment la troisième étape ci-dessus à la relation entre arbres à cavité et marsupiaux en Australie. Ils montrent que la relation variait suivant la zone d'étude et les espèces considérées (cf. aussi pour des résultats semblables [Zilliox & Gosselin, 2014](#)) et que si les relations « spatiales » étaient plutôt cohérentes et positives, il n'en allait pas de même pour la réponse commune à un traitement et surtout pour les variations temporelles. Il s'agit donc clairement de bien distinguer pour quoi la variable de substitution souhaite être utilisée : est-ce :

- (1) pour rendre compte des variations spatiales de la variable d'intérêt à large échelle ;
- (2) même chose mais à plus petite échelle ;
- (3) pour rendre compte de la réponse de la variable d'intérêt à un traitement ;

Et/ou (4) pour rendre compte des variations temporelles de la variable d'intérêt ?

En corollaire, ce n'est pas parce qu'une variable de substitution « substituée » bien à un niveau ou pour un objectif donné qu'elle est bonne à d'autres niveaux ou pour d'autres objectifs.

Avant d'en arriver aux conclusions pour l'ONB, trois remarques en lien avec ce qui précède. D'abord sur la notion de causalité : je l'ai dit, l'article n'est pas très clair sur l'apport de la méthode de ce point de vue ; il critique l'approche corrélative alors qu'il la pratique assez fortement ; ce qui rapproche leur approche d'un caractère plus causal, outre l'étape (i) c'est en fait l'étape (iii) comme participant à une vision élargie de la notion de causalité en écologie (cf. par exemple [Gosselin, 2012a](#)).

En second lieu, il me semble que d'autres aspects peuvent être ajoutés à l'approche, comme le travail autour de plusieurs variables de substitution en parallèle ou le travail sur la variation du caractère « substituant » en fonction des conditions écologiques ([Gosselin, 2012b](#)).

Enfin, il est probable que dans de nombreux cas la variable de substitution *et* la variable d'intérêt soient à collecter en même temps et les futurs indicateurs soient issus de la mise en relation des deux (Vos et al., 2000). Le cas des arbres à cavité et des marsupiaux ci-dessus me semble probablement relever de ce cas de figure.

Conséquences pour l'ONB :

(O1) Distinguer parmi les indicateurs ONB ceux qui relèvent de variables de substitution d'autres formes d'indicateurs

(O2) Voir dans les champs ONB et aussi dans les champs IBD2 si la méthode proposée ici est bien prise en compte. A priori la partie (i) ci-dessus doit déjà être présente dans les fiches d'évaluation. La partie (iii) pourrait probablement être clarifiée et étoffée (à vérifier).

(O3) Voir s'il est du ressort de l'ONB de structurer un travail autour des points précédents (mais peut-être pas).

Références citées:

Franklin, A. B., D. R. Anderson, R. J. Gutiérrez and K. P. Burnham, 2000. Climate, habitat quality, and fitness in Northern Spotted Owl populations in northwestern California. *Ecological Monographs*, 70(4), 539-590.

Gosselin, F., 2012a. Improving Approaches to the Analysis of Functional and Taxonomic Biotic Homogenization: beyond Mean Specialization. *Journal of Ecology*, 100(6), 1289-1295.

Gosselin, F., 2012b. Indicateurs de biodiversité forestière utilisant la richesse, l'abondance, et composition en essences : réflexions méthodologiques à propos de leur mise à l'épreuve. *Revue Forestière Française*, 64, 733-739.

Pierson, J. C., P. S. Barton, P. W. Lane and D. B. Lindenmayer, 2015. Can habitat surrogates predict the response of target species to landscape change? *Biological Conservation*, 184, 1-10.

Vos, P., E. Meelis and W. J. Ter Keurs, 2000. A framework for the design of ecological monitoring programs as a tool for environmental and nature management. *Environmental Monitoring and Assessment*, 61(3), 317-344.

Zilliox, C. and F. Gosselin, 2014. Tree species diversity and abundance as indicators of understory diversity in French mountain forests: Variations of the relationship in geographical and ecological space. *Forest Ecology and Management*, 321, 105-116.