

Espèces indicatrices

Pierre Legendre
Département de sciences biologiques
Université de Montréal
Octobre 2007, février 2010, octobre 2014

Espèces indicatrices —

- Problème classique en écologie et en biogéographie.

Les espèces constituent les meilleurs indicateurs des conditions du milieu.

- Suivi environnemental, conservation, aménagement du territoire : on cherche des bioindicateurs des types d'habitats à conserver ou à réhabiliter.

L'identification des espèces indicatrices, ou espèces caractéristiques, est une opération classique en écologie et en biogéographie. Les études décrivant des types d'habitat mentionnent habituellement une ou plusieurs espèces caractérisant chaque type. Les suivis environnementaux de même que les recherches visant la conservation des espèces ou l'aménagement d'un territoire ont souvent recours à l'identification d'espèces indicatrices (bioindicateurs). Parce que les espèces indicatrices donnent un sens écologique à une typologie de sites, elles fournissent des critères pour (a) comparer des typologies différentes obtenues par analyse des données (groupement) et (b) identifier les niveaux intéressants dans un dendrogramme.

“McGeoch & Chown (1998) found the indicator value method important to conservation biology because it is conceptually straightforward and allows researchers to identify bioindicators for any combination of habitat types or areas of interest, e.g. existing conservation areas, or groups of sites based on the outcome of a classification procedure. In addition, it may be used to identify bioindicators for groups of sites classified using the target taxa [...] or using non-target taxa (e.g. insect bioindicators of plant community classifications).” (Legendre & Legendre 2012, p. 397).

Les espèces indicatrices diffèrent des associations d'espèces en ce sens qu'elles sont indicatrices de groupes de sites particuliers. Une bonne espèce indicatrice devrait se trouver surtout dans un seul groupe de la typologie et être présente à la plupart des sites qui appartiennent à ce groupe.

Références

- Legendre, P. & L. Legendre. 2012. *Numerical ecology, 3rd English edition*. Elsevier Science BV, Amsterdam.
- McGeoch, M. A. & S. L. Chown. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trend Ecol. Evol.* 13: 46-47.

La méthode IndVal a été proposée par Dufrêne & Legendre (1997).¹

$$\text{IndVal}_{\text{Groupe } k, \text{ Espèce } j} = 100 \times A_{k,j} \times B_{k,j}$$

Dans cette équation, $A_{k,j}$ = spécificité, $B_{k,j}$ = fidélité

$$\text{IndVal}_{\text{Espèce } j} = \max[\text{IndVal}_{k,j}]$$

TABLE 2. Test case example: abundance of three species in 25 sites divided into five clusters.

Spe- cies	Group 1					Group 2					Group 3					Group 4					Group 5				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
B	8	8	8	8	8	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0
C	18	18	18	18	18	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5
Espèce 1 (A)					
$A_{k,j}$	4/20 = 0.20	5/20 = 0.25	5/20 = 0.25	3/20 = 0.15	3/20 = 0.15
$B_{k,j}$	5/5 = 1	5/5 = 1	5/5 = 1	5/5 = 1	5/5 = 1
IndVal	20 %	25 %	25 %	15 %	15 %
Espèce 2 (B)					
$A_{k,j}$	8/20 = 0.40	4/20 = 0.20	6/20 = 0.30	2/20 = 0.10	0/20 = 0.00
$B_{k,j}$	5/5 = 1	5/5 = 1	5/5 = 1	3/5 = 0.6	0/5 = 0
IndVal	40 %	20 %	30 %	6 %	0 %
Espèce 3 (C)					
$A_{k,j}$	18/20 = 0.90	2/20 = 0.10	0/20 = 0.00	0/20 = 0.00	0/20 = 0.00
$B_{k,j}$	5/5 = 1	5/5 = 1	0/5 = 0	0/5 = 0	0/5 = 0
IndVal	90 %	10 %	0 %	0 %	0 %

¹ Dufrêne, M. and P. Legendre. 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs* 67: 345-366.

2. Un exemple réel: les araignées de Aart & Smeenk-Enserink (1975)

```
spiders.sp = read.table(file.choose())      # Lire le fichier 'Spiders_28x12_spe.txt'
# Créer une classification des sites basée sur les variables environnementales
spiders.env = read.table(file.choose())    # Lire le fichier 'Spiders_28x4_env.txt'
# Calcul d'une matrice de distances de Gower
library(vegan)
spiders.gowerD = vegdist(spiders.env, "gower")
# Groupement hiérarchique, méthode de Ward
spiders.cl = hclust(spiders.gowerD, method="ward")
plot(spiders.cl, hang=-1)                 # Dendrogramme
# Quelle est la structure de l'objet 'spiders.cl' ?
summary(spiders.cl)
# Examinez le dendrogramme. Combien de groupes voyez-vous ?
# Créer un vecteur 'groupes' contenant l'appartenance de chaque site à un groupe,
# dans l'ordre original d'entrée des sites
groupes = cutree(spiders.cl, k=3)         # Exemple: division en k = 3 groupes
# Recherche des espèces indicatrices
library(labdsv)
indval.out = indval(spiders.sp, groupes, numitr=10000)
# Correction de Holm sur les probabilités
prob.corrigees = p.adjust(indval.out$pval, "holm")
```

=> **Même analyse réalisée avec la fonction `multipatt()` de `{indicspecies}`**

```
require(indicspecies)
res = multipatt(spiders.sp, groupes, duleg=TRUE, control = how(nperm=9999))
# Attention: la valeur de IndVal.g produite par multipatt() est la racine carrée du
coefficient IndVal calculé par la fonction indval() de labdsv.
```

3. Une bibliothèque R: {indicspecies}

Une nouvelle bibliothèque R appelée [indicspecies] est disponible sur le CRAN ainsi qu'à l'adresse suivante :

<https://sites.google.com/site/miqueldecaceres/software>.

Elle permet de calculer différents indices y compris IndVal. Note: l'indice "IndVal.g" calculé par la fonction `strassoc()` de la bibliothèque {indicspecies} est la racine carrée de l'indice IndVal calculé par la fonction `indval()` de la bibliothèque {labdsv} et de l'article de Dufrêne Legendre (1997).

La bibliothèque {indicspecies} accompagne l'article suivant paru en décembre 2009 :

De Cáceres, M., and P. Legendre. 2009. Associations between species and groups of sites: indices and statistical inference. *Ecology* 90: 3566-3574.

Les recommandations suivantes se trouvent à la p. 3573 de l'article. Elles permettent de guider le choix des utilisateurs entre les indices de type IndVal ('IndVal' et 'IndVal.g') et les indices de type corrélation ('r', 'r.g', 'cos' et 'cos.g') :

"Although both the correlation and indicator value approaches can be successful in many applications, they have been developed with slightly different purposes. (1) For determining the ecological preference of a given species among a set of alternative site groups, the correlation approach is probably more useful than the indicator value approach, because the former naturally allows the detection of negative preferences. [...] (2) For assessing species predictive values (e.g., for field determination of community types or ecological monitoring), one should preferably compute indicator values (McGeoch and Chown 1998), because they are decomposable into components that are interpretable as probabilities. [...]"

L'article le plus récent sur la méthode IndVal pour la recherche des espèces indicatrices est :

De Cáceres, M., P. Legendre and M. Moretti. 2010. Improving indicator species analysis by combining groups of sites. *Oikos* 119: 1674-1684.

Ces deux articles sont disponibles en PDF sur <http://adn.biol.umontreal.ca/~numericalecology/Reprints/>.

=====