

École d'été en science de la biodiversité
Centre de la science de la biodiversité du Québec (CSBQ)
Centre sur la biodiversité, Université de Montréal
Cours Bio6012 – Science de la biodiversité, Université de Montréal
Station de biologie des Laurentides (SBL), Saint-Hippolyte, Québec
2-13 mai 2011

Pierre Legendre

Professeur, Département de sciences biologiques, Université de Montréal
C.P. 6128, succursale Centre-ville, Montréal, QC, Canada H3C 3J7

Courriel : Pierre.Legendre@umontreal.ca

Page Web : <http://www.bio.umontreal.ca/legendre/>

Page Web, Tirés à part : <http://www.bio.umontreal.ca/legendre/reprints/>

Page Web pour ce cours : <http://biol09.biol.umontreal.ca/QCBS10/>

Analyse des données écologiques :

Analyse spatiale de la diversité bêta dans les communautés

Le 5 mai 2011

Plan du cours

1. Origine des structures spatiales dans les écosystèmes
2. Fondements statistiques: revue de quelques méthodes d'analyse multivariée (1 heure)
 - Revue des méthodes d'ordination simple : ACP, AFC, ACoP
 - Distances
 - Transformations des données de composition des communautés
 - Régression
 - Tests par permutation
 - Méthodes d'ordination canonique : *RDA*, *db-RDA*, *tb-RDA*, *CCA*
3. Analyse spatiale multi-échelle par vecteurs propres spatiaux (2 heures)
 - Vecteurs propres de Moran, méthode de base (*PCNM*)
 - Vecteurs propres de Moran généralisés (*MEM*)
 - Vecteurs propres spatiaux pour processus asymétriques (*AEM*)

Téléchargez les documents nécessaires pour ce cours (fichiers PDF) depuis la page Web suivante : <http://biol09.biol.umontreal.ca/CSBQ11/>

Autres références téléchargeables depuis <http://www.bio.umontreal.ca/legendre/reprints/>

Analyse par vecteurs propres spatiaux

1. Borcard, D. and P. Legendre. 2002. All-scale spatial analysis of ecological data by means of principal coordinates of neighbour matrices. *Ecological Modelling* 153: 51-68.
⇒ Description of the PCNM method, numerical simulations. The 2004 paper and the 2006 chapter (in French) offer easier reading.
2. Borcard, D., P. Legendre, C. Avois-Jacquet and H. Tuomisto. 2004. Dissecting the spatial structure of ecological data at multiple scales. *Ecology* 85: 1826-1832.
⇒ Summary of the PCNM method and 4 examples of applications. Easy reading.
3. Dray, S., P. Legendre and P. R. Peres-Neto. 2006. Spatial modelling: a comprehensive framework for principal coordinate analysis of neighbour matrices (PCNM). *Ecological Modelling* 196: 483-493.
⇒ The MEM method, which includes PCNM as a special case. Harder reading.
4. Legendre, P. et D. Borcard. 2006. Quelles sont les échelles spatiales importantes dans un écosystème ? In: J.-J. Driesbeke, M. Lejeune et G. Saporta (éds), *Analyse statistique de données spatiales*. Éditions TECHNIP, Paris.
⇒ Résumé de la méthode PCNM et 4 exemples d'applications. Lecture facile. C'est le manuscrit du chapitre est disponible en PDF et non le chapitre publié.
5. Blanchet, F.G., P. Legendre, and D. Borcard. 2008. Modelling directional spatial processes in ecological data. *Ecological Modelling* 215: 325-336.
⇒ Description of the AEM (Asymmetric eigenvector maps) method to model the effect of directional physical processes on response data.
6. Blanchet, F. G., P. Legendre, R. Maranger, D. Monti, and P. Pepin. Modeling the effect of directional spatial ecological processes at different scales. (Submitted paper.)
⇒ Three examples of application of the AEM method. Easy reading.
7. Legendre, P., X. Mi, H. Ren, K. Ma, M. Yu, I. F. Sun, and F. He. 2009. Partitioning beta diversity in a subtropical broad-leaved forest of China. *Ecology* 90: 663-674.
⇒ Ecological application of PCNM analysis to a permanent forest plot.
8. Legendre, P., M. De Cáceres, and D. Borcard. 2010. Community surveys through space and time: testing the space-time interaction in the absence of replication. *Ecology* 91: 262-272.
⇒ Application of MEM analysis to test the space-time interaction in multivariate space-time survey data. Two real-data applications.
9. Peres-Neto, P. R. and P. Legendre. 2010. Estimating and controlling for spatial structure in the study of ecological communities. *Global Ecology and Biogeography* 19: 174-184.
⇒ Solution to the statistical problem of testing the relationship between community structure and environmental variables in the presence of autocorrelation.

Articles complémentaires à propos de l'ordination simple et sous contrainte

10. Legendre, P. and E. D. Gallagher. 2001. Ecologically meaningful transformations for ordination of species data. *Oecologia* 129: 271-280.

⇒ Numerical transformations for community composition data prior to linear modelling, including ordination and canonical ordination.

11. Legendre, P. 2008. Studying beta diversity: ecological variation partitioning by multiple regression and canonical analysis. *Journal of Plant Ecology (English version)* 1: 3-8.

⇒ Summary of the method of variation partitioning for univariate or multivariate response data. Easy reading.

12. Legendre, P., J. Oksanen and C. J. F. ter Braak. 2011. Testing the significance of canonical axes in redundancy analysis. *Methods in Ecology & Evolution* 2 (Published on-line, 22 Dec 2010: doi: 10.1111/j.2041-210X.2010.00078.x).

⇒ Information détaillée sur l'analyse canonique de redondance et ses tests statistiques.

Travaux pratiques en après-midi : Analyse par vecteurs propres spatiaux à l'aide du langage R

- Travaux pratiques sur l'ordination simple et canonique pour les étudiants peu familiers avec ces méthodes.
- Travaux pratiques sur l'analyse par vecteurs propres spatiaux (analyses MEM et AEM).
- Analyse spatiale de la végétation de la réserve naturelle Gault au Mont Saint-Hilaire.

Des notions de base sur le langage R seront nécessaires pour les travaux pratiques.

• Auto-apprentissage de R – <http://www.cyclismo.org/tutorial/R/>

• Formation plus poussée : l'écologie numérique en R –

Borcard, D., F. Gillet & P. Legendre. 2011. *Numerical ecology with R*. Use R! series, Springer Science, New York. xi + 306 pp.