

Un double objectif pour des mesures complexes de biodiversité : écologie des communautés et conservation

Sandrine Pavoine

Muséum national d'Histoire naturelle
UMR 7204 MNHN-CNRS-UPMC CERSP
Département Ecologie et Gestion de la Biodiversité

30 novembre 2009



Plan

- 1 Introduction
- 2 Communautés de papillons (sud Belgique et nord France)
- 3 Communautés de poissons marins en Californie
- 4 Suivi du paysage acoustique
- 5 Conclusion

Une seule mesure est insuffisante pour capturer tous les aspects de la biodiversité



Les indices de biodiversité

Nécessité de considérer différents aspects de la biodiversité et différentes échelles spatiales, temporelles, évolutives pour la conservation et pour l'écologie des communautés.

Les indices sont diversifiés d'abord par quatre critères principaux :

- 1 Différences entre les espèces (taxonomiques, phylogénétiques, fonctionnelles, etc.)
- 2 Les espèces sont équidistantes
- 3 Abondance des espèces
- 4 Présence/absence des espèces (ex. la richesse)

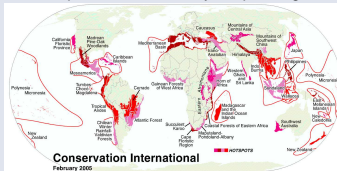
Conservation

Mesures orientées sites

Tendances, cartes (mesures diverses : diversité, taux d'endémisme, vulnérabilité, ...)

ex. Points chauds

<http://www.biodiversityhotspots.org>



Mesures orientées espèces : ex. originalité phylogénétique et vulnérabilité

Pavoine et al. 2005. Is the originality of a species measurable? *Ecol. Lett.* 8 :579-586;

Isaac et al. 2007 *PLoS ONE* 2 :e296; <http://www.edgeofexistence.org/species/>



Ecologie des communautés

Patron

Regroupement ("Clustering") : les espèces se ressemblent localement ;
Surdispersion : les espèces qui co-existent localement ont des traits, des positions phylogénétiques différentes.

Entité étudiée

- Espèce
- Phylogénie
- Trait
- ...

Processus

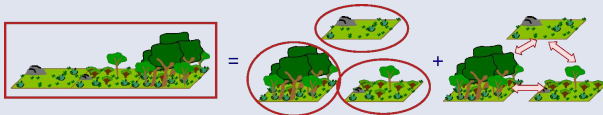
- Filtres environnementaux
- Compétition
- Dispersion
- ...

Plan

- 1 Introduction
- 2 Communautés de papillons (sud Belgique et nord France)
- 3 Communautés de poissons marins en Californie
- 4 Suivi du paysage acoustique
- 5 Conclusion

Décomposition de la diversité - Théorie

Décomposition dans l'espace



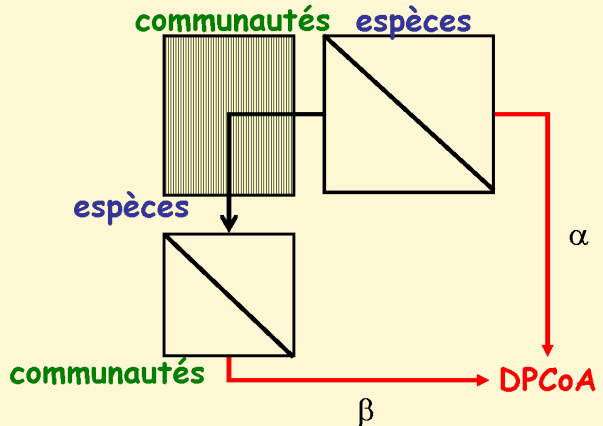
$$\gamma = \alpha + \beta$$

Diversité de la métacommunauté = diversité intra-communautés + diversité inter-communautés

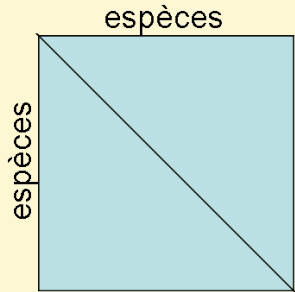
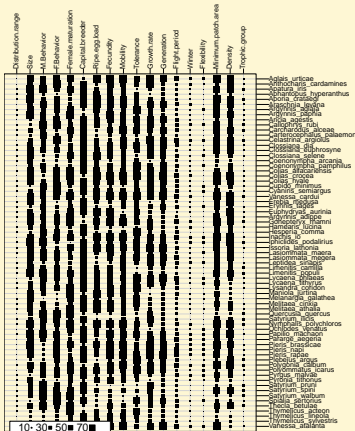
$$H_{Dsp}(\mathbf{p}\bullet) = \sum_{i=1}^r \lambda_i H_{Dsp}(\mathbf{p}_i) + H_{Dcom}(\mu) ; H_{Dsp}(\mathbf{p}_i) = \sum_{k,l} p_{ki} p_{li} d_{kl}^{sp}$$

Double Analyse en Coordonnées Principales

Objectif : décrire la diversité β . Pavoine et al. (2004) *J. Theor. Biol.* 228, 523-537



Préparation des données

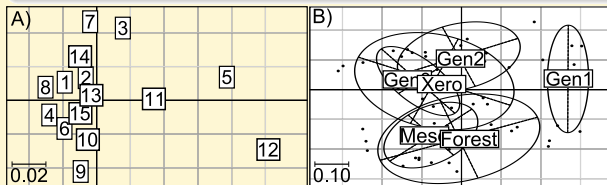


Pavoine S., J. Vallet, A.-B. Dufour, S. Gachet and H. Daniel. 2009. On the challenge of treating various types of variables : application for improving the measurement of functional diversity. *Oikos*. 118,391-402.

Différences fonctionnelles entre communautés

Test

Différences β significatives (TQE test, $P = 0.003$)



Xero = spécialistes du *Xero-Brometum*, Meso = spécialistes du *Meso-Brometum*, Forest = spécialistes des forêts et lisières, Gen1 = généralistes, espèces migratrices, Gen2 = espèces communes de pâturages et forêts gérées, Gen3 = généralistes associés aux plantes hôtes herbacées.

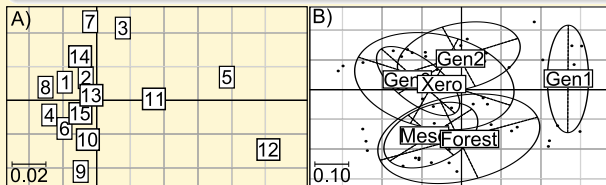
Pavoine, Bagueette, Bonsall
(2009) Ecological Monographs

Accepté

Différences fonctionnelles entre communautés

Test

Différences β significatives (TQE test, $P = 0.003$)



Xero = spécialistes du *Xero-Brometum*, Meso = spécialistes du *Meso-Brometum*, Forest = spécialistes des forêts et lisières, Gen1 = généralistes, espèces migratrices, Gen2 = espèces communes de pâturages et forêts gérées, Gen3 = généralistes associés aux plantes hôtes herbacées.

Important à la fois pour l'**écologie des communautés** (comprendre pourquoi des espèces co-existent) et pour la **conservation**, préservation des habitats \Rightarrow préservation de la diversité

Pavoine, Bagueette, Bonsall (2009) Ecological Monographs

Accepté

Bilan sur l'approche

Extensions

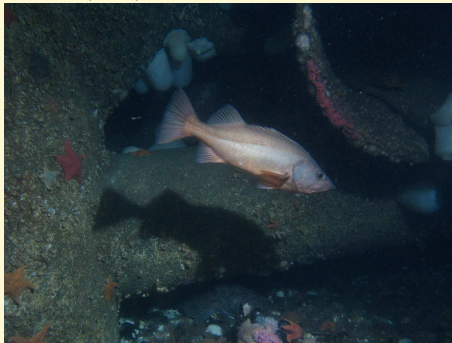
- Plus larges échelles spatiales emboîtées (ex. locale, régionale, continentale);
- Analyses temporelles et spatio-temporelles.

Plan

- 1 Introduction
- 2 Communautés de papillons (sud Belgique et nord France)
- 3 Communautés de poissons marins en Californie**
- 4 Suivi du paysage acoustique
- 5 Conclusion

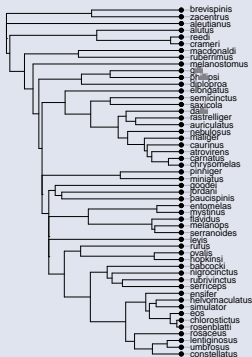
Chute d'abondance chez des espèces Sebastes

Bocaccio - *Sebastes paucispinis* - Southern California - Credits : Donna Schroeder

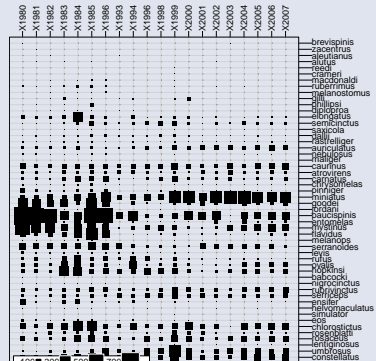


Les données

Hyde and Vetter (2007)

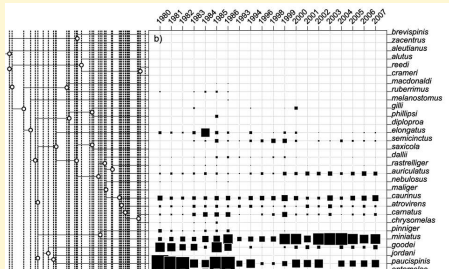


Estimation à partir de pêche récréative



Décomposition de la diversité

Pavoine, Love, Bonsall (2009) Hierarchical partitioning of evolutionary and ecological patterns in the organization of phylogenetically-structured species assemblages : Application to rockfish (genus : *Sebastes*) in the Southern California Bight. Ecology letters 12,898-908.



Décomposition de la diversité

Pavoine, Love, Bonsall (2009) Hierarchical partitioning of evolutionary and ecological patterns in the organization of phylogenetically-structured species assemblages : Application to rockfish (genus : *Sebastes*) in the Southern California Bight. Ecology letters 12,898-908.

Décomposition le long de la phylogénie

$$H_a(\mathbf{p}) = \left(1 - \sum_{i=1}^n p_i^a \right) / (a-1).$$

$$I_a = \sum_{K=1}^N (t_K - t_{K-1}) H_{a,K}$$

Période dans la phylogénie
(millions d'années)

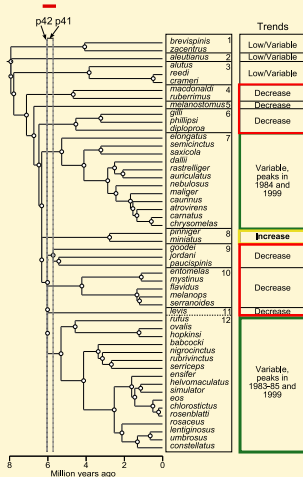
Diversité écologique
actuelle des lignées
qui descendent de
cette période

Décomposition entre les années

$$\gamma^* = I_a(\bar{C}); \alpha^* = \sum_i I_a(C_i)$$

$$\beta^* = \gamma^* - \alpha^*$$

Vulnérabilité de la richesse phylogénétique



Tendances temporelles lorsque les espèces les plus abondantes ont plus de poids dans l'analyse : forte diminution en abondance de certaines lignées ; autres variations liées aux phénomènes "La Niña".

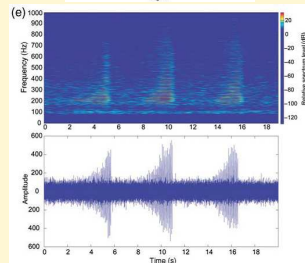
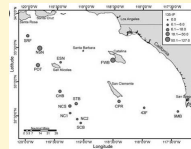
Utilisation des sons des *Sebastes* pour des suivis

Analyse de l'environnement acoustique

Cris lors d'évènements d'agression, de défense, et d'accouplement.

⇒ Bonne correspondance entre la fréquence de ces cris et les abondances des espèces estimées indépendamment.

Širović et al. (2009, *ICES Journal of Marine Science*)



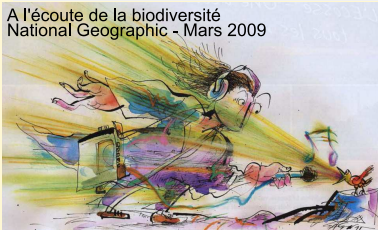
Plan

- 1 Introduction
- 2 Communautés de papillons (sud Belgique et nord France)
- 3 Communautés de poissons marins en Californie
- 4 Suivi du paysage acoustique**
- 5 Conclusion

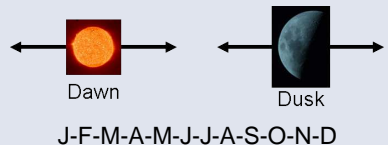
Mesure d'une diversité acoustique globale - Principe

Sueur, Pavoine, Hamerlynck, Duval. (2008)
PloS ONE 3 :e4065.

A l'écoute de la biodiversité
National Geographic - Mars 2009



Dégradation
Ouverture de la végétation
Altitude



Mesure d'une diversité acoustique globale - Principe

Diversité sur l'enveloppe temporelle :

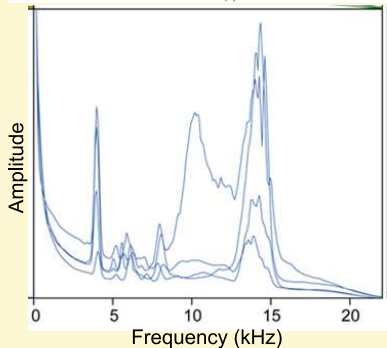
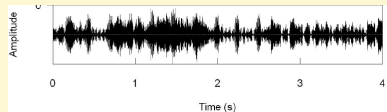
$$H_t = - \sum_{t=1}^n A(t) \log_2(A(t)) \log_2(n)^{-1}$$

Diversité sur le spectre fréquentiel :

$$H_f = - \sum_{f=1}^N S(f) \log_2(S(f)) \log_2(N)^{-1}$$

Diversité totale :

$$H = H_t H_f, H \in [0, 1]$$



Mesure d'une distance acoustique globale - Principe

Distance sur l'enveloppe temporelle :

$$D_t = \frac{1}{2} \sum_{t=1}^n |A_1(t) - A_2(t)|, D_t \in [0, 1]$$

Distance sur le spectre fréquentiel :

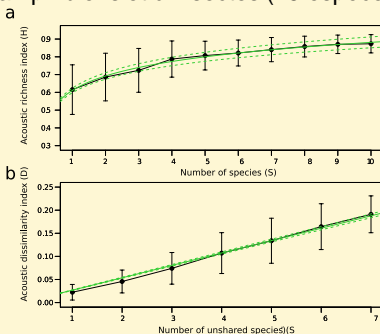
$$D_f = \frac{1}{2} \sum_{f=1}^N |S_1(f) - S_2(f)|, D_f \in [0, 1]$$

Distance totale :

$$D = D_t D_f, D \in [0, 1]$$

Simulations

Simulations sur des mélanges aléatoires de cris/chants d'oiseaux, d'amphibiens et d'insectes (45 espèces).



Diversité acoustique en forêts cotières, Tanzanie

Suivi :

Enregistrements sur trois périodes : "dawn", "dusk1", "dusk2". 5 enregistrements par période. Calculs d'une diversité acoustique pour chaque enregistrement et de distances entre les enregistrements.

degraded Ngumburuni forest



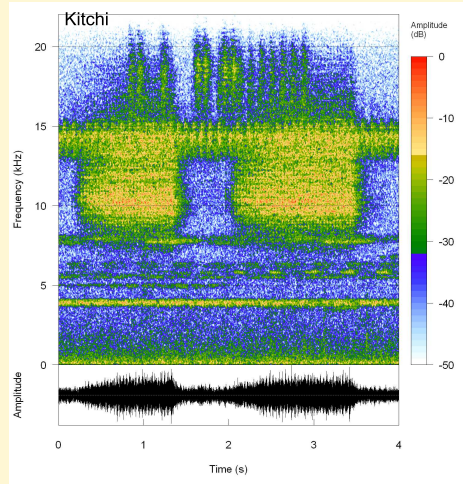
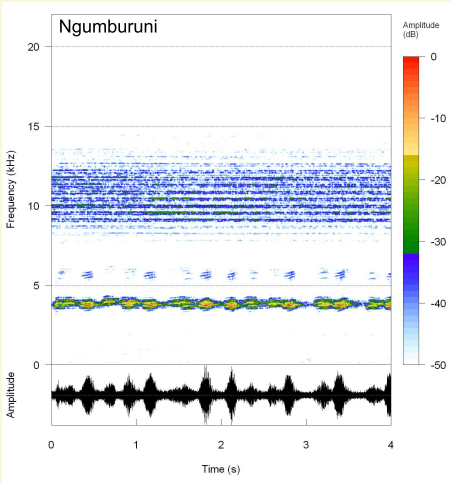
intact Kitchi Hills forest



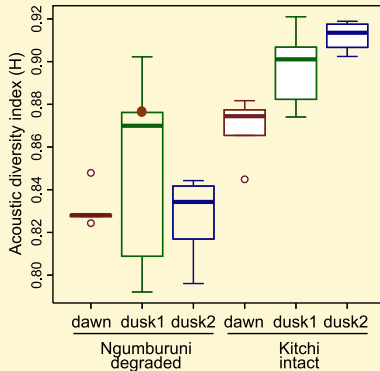
Questions :

Y-a-t-il des différences de diversité acoustique entre périodes de la journée ?
Y-a-t-il des différences entre les deux forêts ?

Analyse du signal

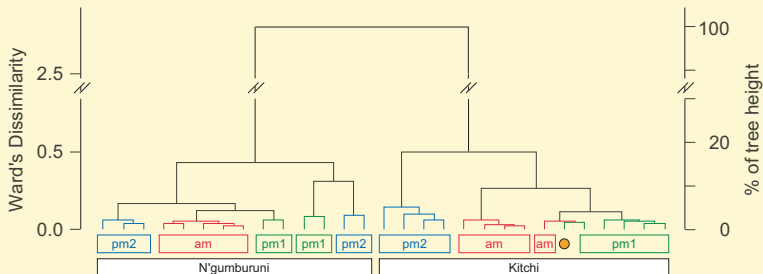


Différences de diversité acoustique



- Diversité acoustique plus forte dans la forêt de Kitchi ;
- Augmentation de la diversité entre l'aube, le début de la soirée et la fin de la soirée dans la forêt de Kitchi ;
- Pas de tendance significative à Ngumburuni.

Différences de composition acoustique

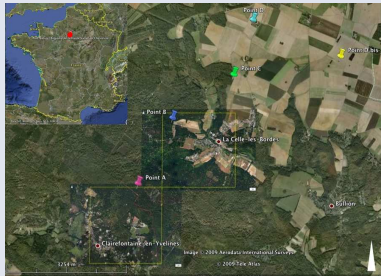


- Différences nettes et significatives entre les deux forêts.
- Différences entre les périodes du jour claires et significatives à Kitchi, faibles mais significatives à Ngumburuni.

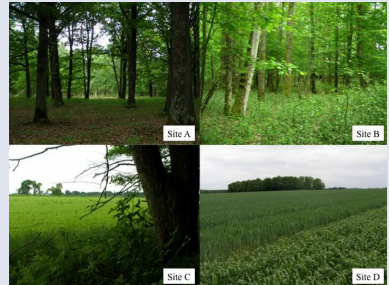
En cours

Méthode en cours de test en vallée de Chevreuse - Stage de Marion Depraetere

Localisation des sites



Habitats



Perspectives

Thèse d'Amandine Gasc (dir. J. Sueur, S. Pavoine, P. Grandcolas)

Analyses en vallée de Chevreuse

Mesure de la diversité acoustique
dans des mares



Analyses en Nouvelle-Calédonie

Mesure de la diversité acoustique
terrestre - Etude de l'endémisme



D'autres analyses prévues en Inde dans le cadre de ce projet si financement (soumission FRB). Vers une modélisation du signal. Décrire la dynamique du paysage acoustique (cartes).

Plan

- 1 Introduction
- 2 Communautés de papillons (sud Belgique et nord France)
- 3 Communautés de poissons marins en Californie
- 4 Suivi du paysage acoustique
- 5 Conclusion

Intérêt de ces mesures de diversité plus complexes

- Intégrer les échelles spatiales, temporelles, évolutives ;

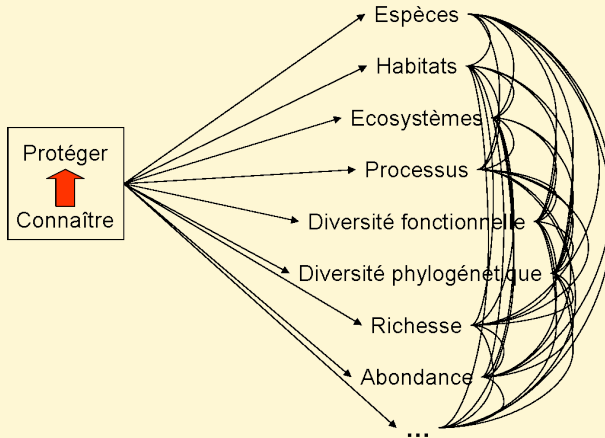
Intérêt de ces mesures de diversité plus complexes

- Intégrer les échelles spatiales, temporelles, évolutives ;
- Aller à la fois vers une compréhension plus grande de la structuration des communautés et vers des mesures de conservation intégrant les dynamiques des populations et des communautés ;

Intérêt de ces mesures de diversité plus complexes

- Intégrer les échelles spatiales, temporelles, évolutives ;
- Aller à la fois vers une compréhension plus grande de la structuration des communautés et vers des mesures de conservation intégrant les dynamiques des populations et des communautés ;
- Préserver les espèces, leurs habitats et les mécanismes qui maintiennent les communautés dans leur dynamique.

Connections



Introduction

Communautés de papillons (sud Belgique et nord France)

Communautés de poissons marins en Californie

Suivi du paysage acoustique

Conclusion

Merci de votre attention

