



Morpho spp.



Caligo spp.



Salamis spp.



Graphium spp.



Hypolimnastis spp.



Heliconius spp.

Dr. Ir. Grégoire NOEL, 23/06/2025

Séminaire Antananarive



¹
Papilio spp.

Structure des communautés d'insectes – Mesurer la biodiversité



Prof. Andrianjaka Ravelomanana

Prof. Jean-Claude Rakotonirina

Mr. Vincent Raza



Remerciements



Qui suis-je ?

Chercheur – Post-Doctorant

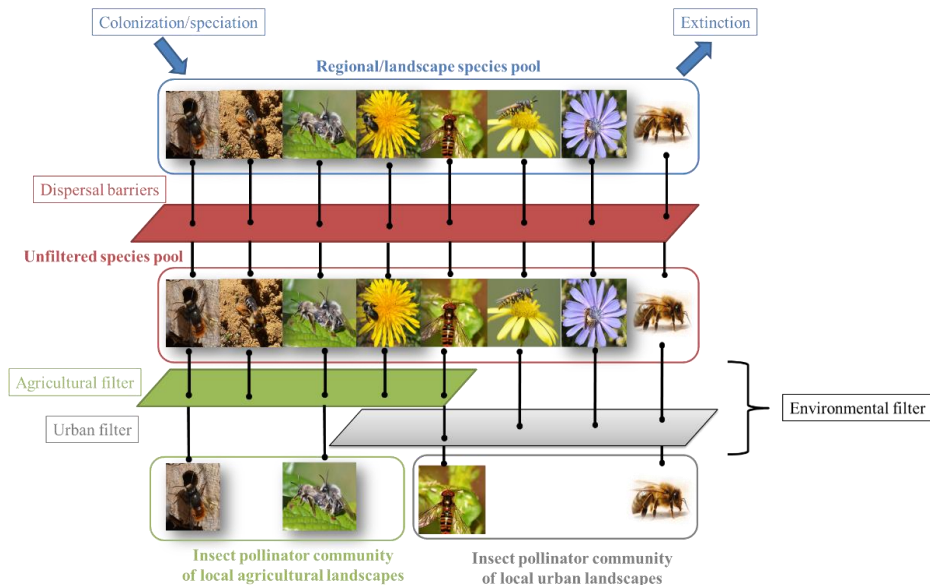
Recherche : Etude de la biodiversité des insectes – Numérisation des collections



Academic Career

Université Libre de Bruxelles

2015: Bio-engineer Msc in
Agricultural Sciences



Université de Liège

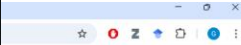
2016-2023: PhD as Assistant
in the Entomology Laboratory

2023-2025: Researcher in the
Entomology Laboratory

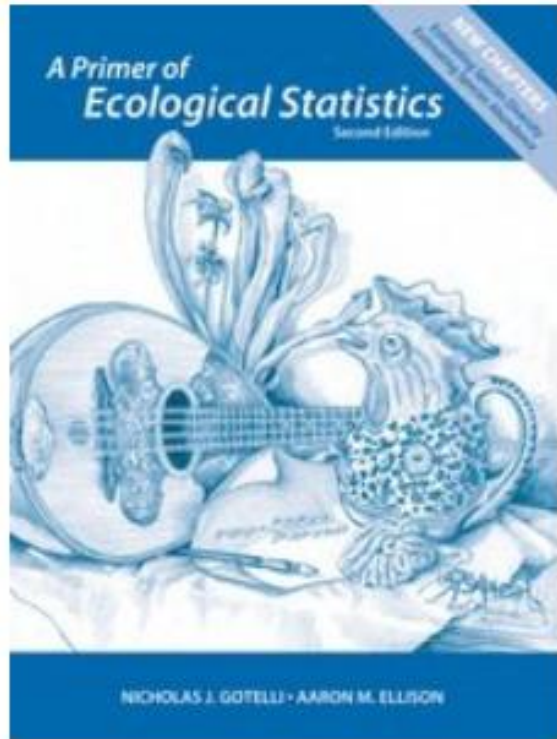


Coordination scientifique

Digitization of Gembloux Agro-Bio Tech Insect collections (~ 5



Ressources Bibliographiques – Informations pratiques



Gotelli & Ellison, 2013

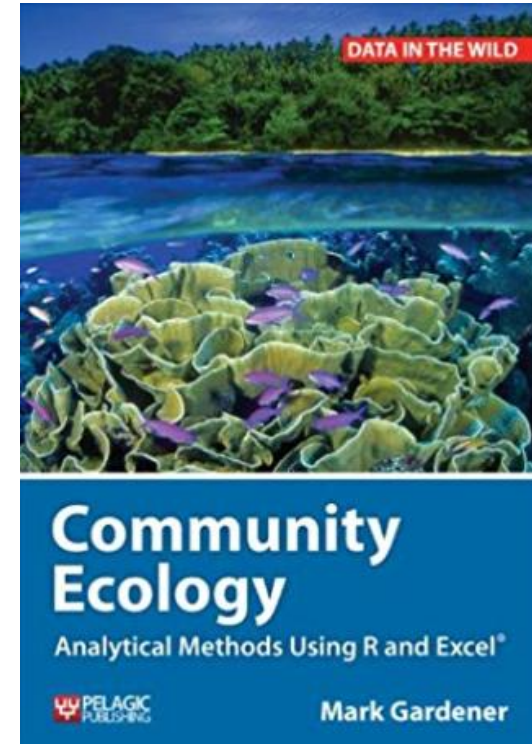
MESURES DE LA BIODIVERSITÉ

Eric Marcon



Version: 19 janvier 2016

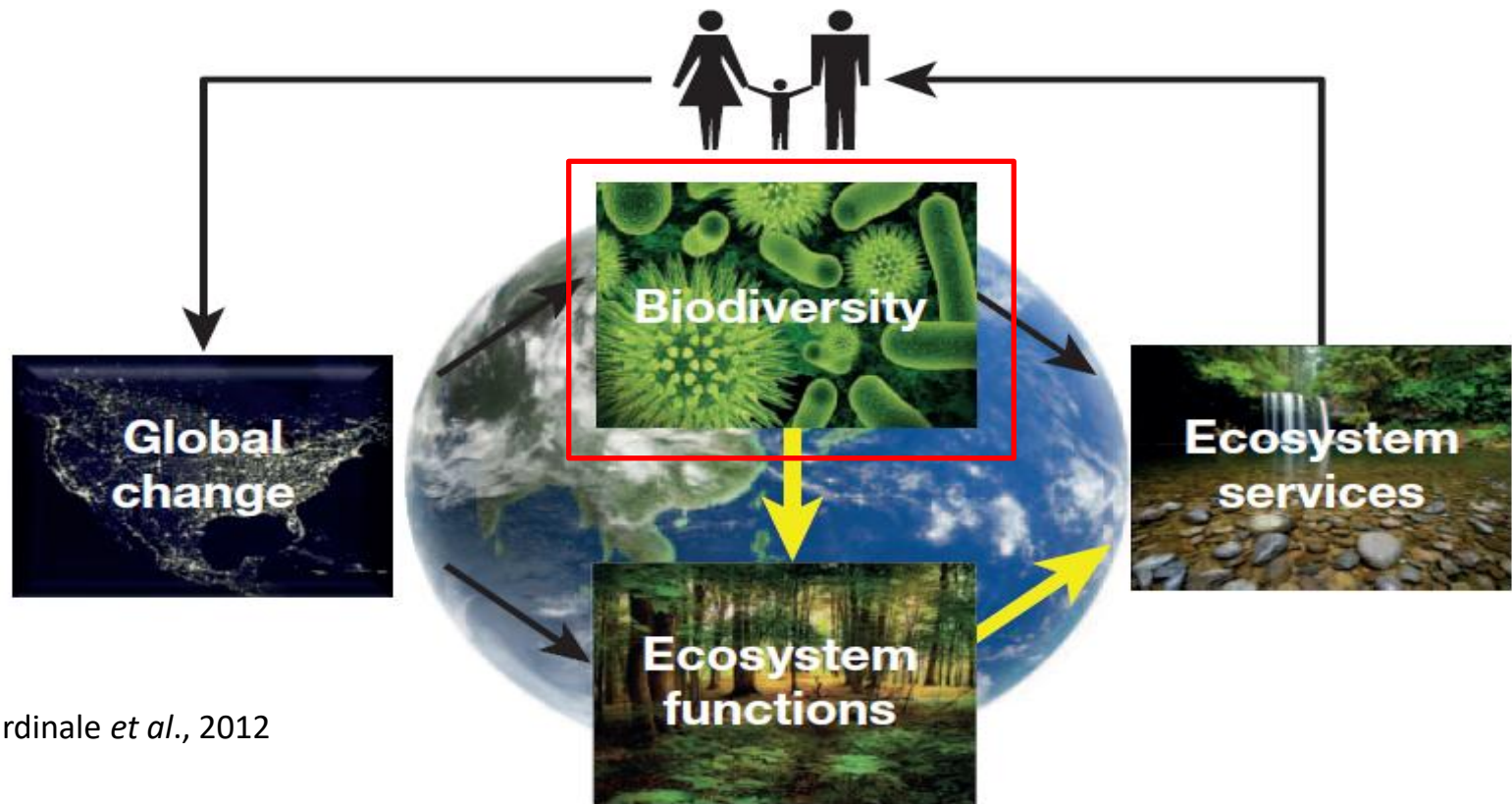
Marcon E., 2015



Gardener M., 2014

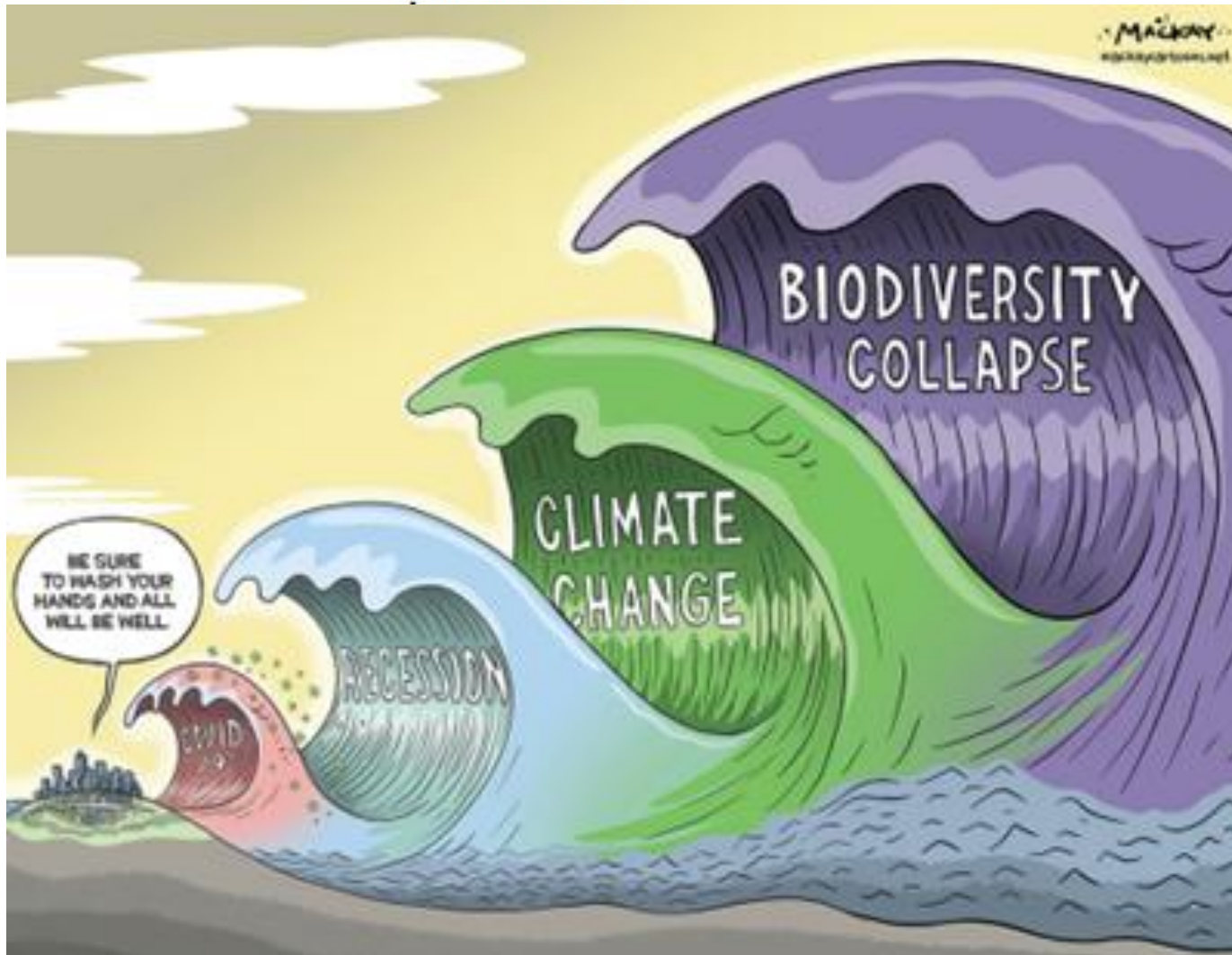
- Disponibilité par mail
(gregoire.noel@uliege.be)

Interactions écologiques globales



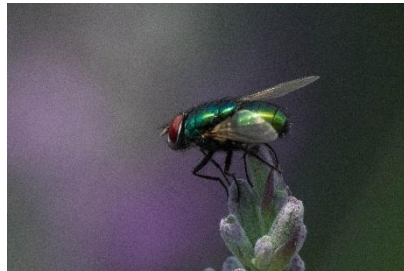
Cardinale *et al.*, 2012

Effondrement de la biodiversité





Biodiversité ?

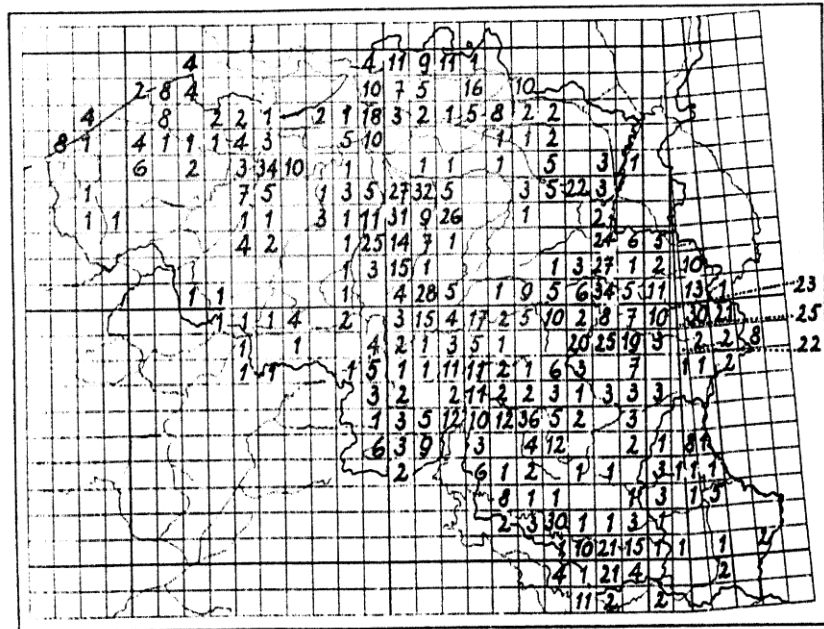


Crédits photo @ H.
Luttenschlager & J. Mignon

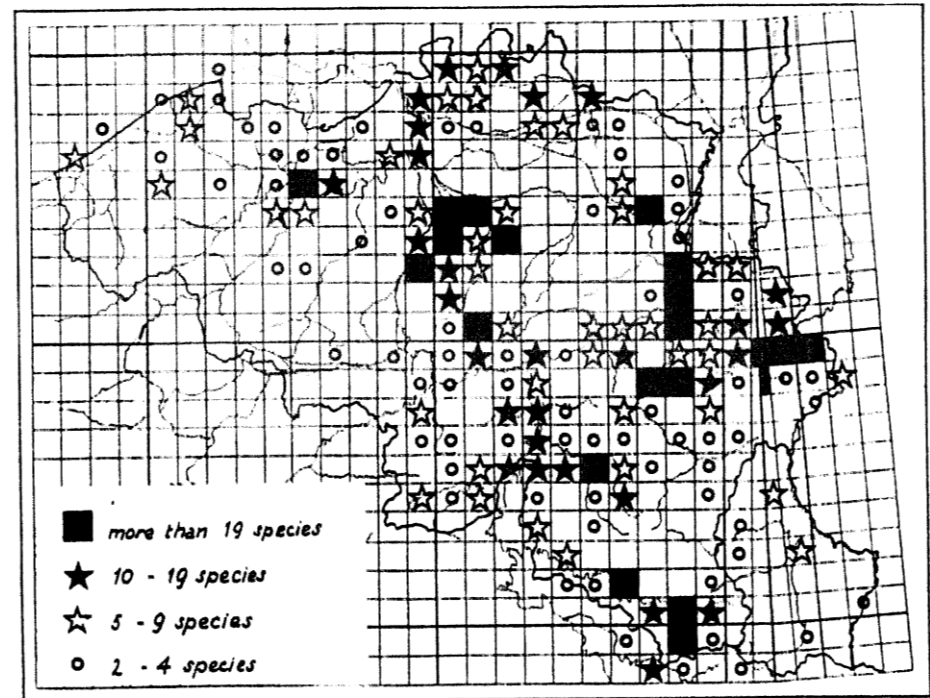
- Terme récent
- Plusieurs définitions
- Elargissement du concept

« La Terre abrite une extraordinaire diversité biologique, qui inclut non seulement les espèces qui habitent notre planète, mais aussi la diversité de leurs gènes, la multitude des interactions écologiques entre elles des écosystèmes complexes qu'elles constituent. Cette biodiversité, qui est le produit de plus de 3 milliards d'années d'évolution, constitue un patrimoine naturel et une ressource vitale dont l'humanité dépend de multiples façons. » M. Loreau (2005)

Application – Cartographie de la biodiversité



MAP C: Distribution of rare and uncommon species (i.e. recorded in 1 - 24 U.T.M. - squares): in figures



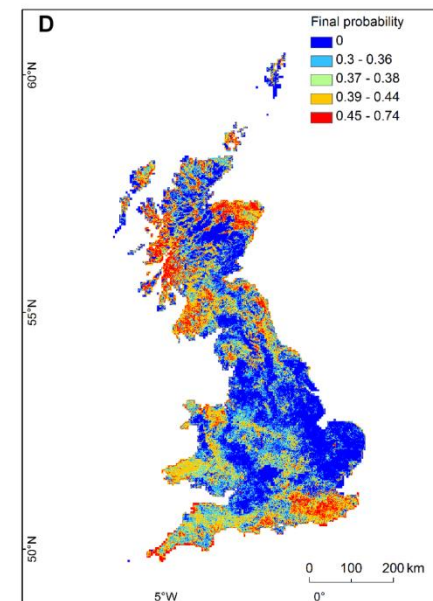
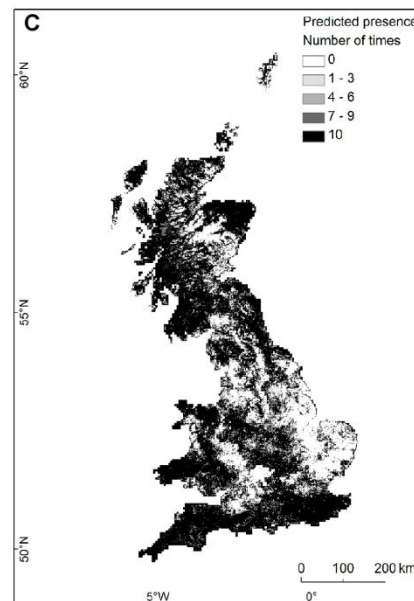
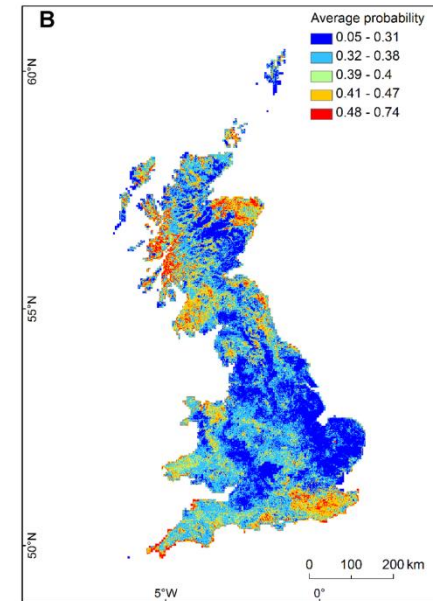
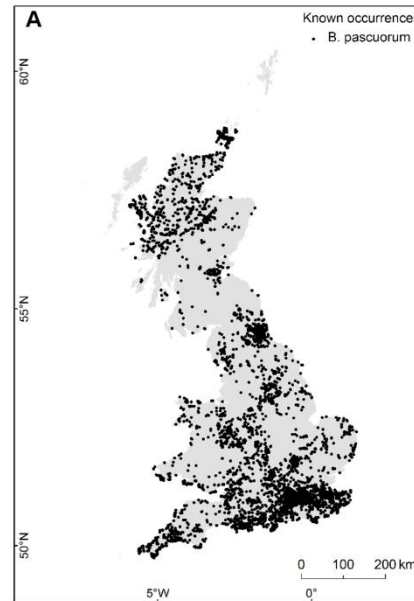
Map D: Distribution of rare and uncommon species : schematised

- Connaissance des patterns spatio-temporelles de distribution des espèces dans un système donné
- Modélisation par **SDMs** → **Faisable** grâce BDD spécifiques et données environnementales
- Compliqué par **calibration** et **performance** du modèle

Application – Species Distribution Models (SDMs)

Résultats du SDM pour *Bombus pascuorum*.

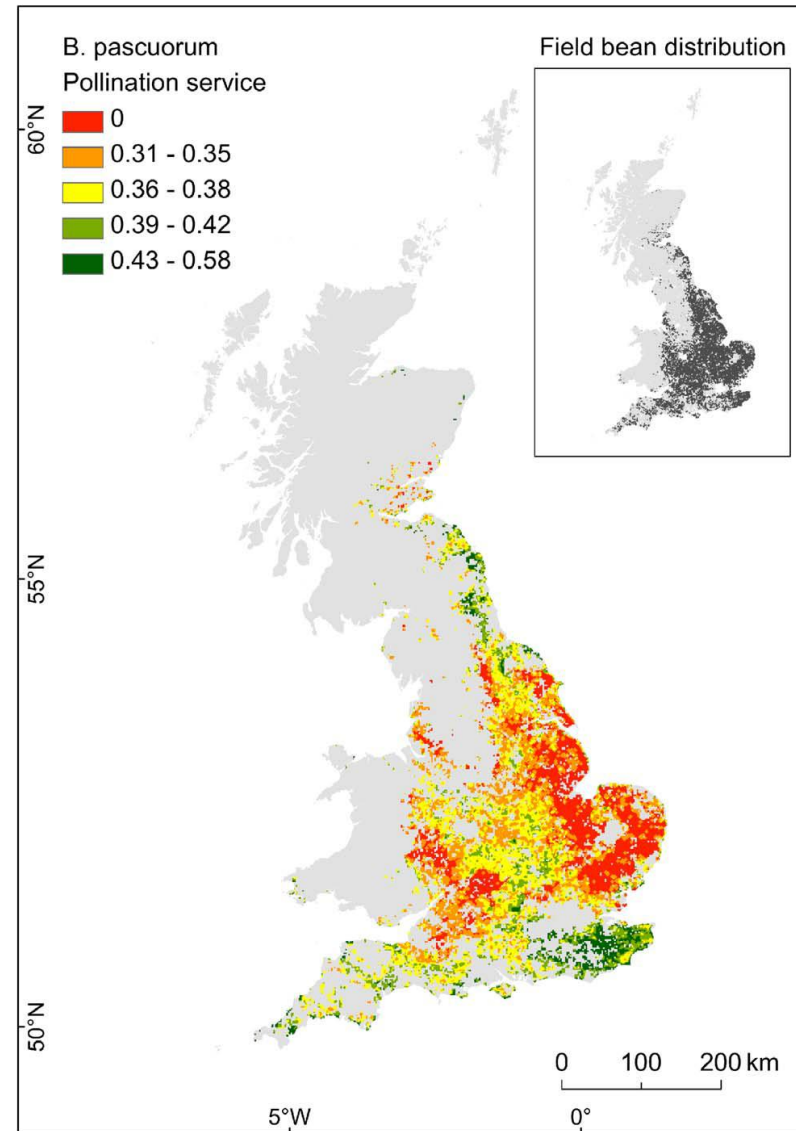
- (A): Occurrences connues
- (B): Probabilités moyennes prédites à partir de la validation du modèle de distribution
- (C): Carte de présences provenant des modèles de distribution
- (D): Probabilités finales prédite pour **B. pascuorum** utilisé en tant que espèce indicatrice pour le service de pollinisation.



Application – Pollination Service Models (PSMs)

Résultats du PSM pour *Bombus pascuorum* sur les champs de fèves (*Vicia faba* L.)

- Le service de pollinisation potentiel est représenté. Les zones rouges (0) indiquent des parcelles de fèves en dehors de la distance de butinage de *B. pascuorum*



Application – Cartographie de la biodiversité

- Etablissement des statuts de conservation sur des espèces d'insectes d'intérêt. P.ex.: Etablissement d'une liste rouge
- Evolution temporelle des espèces sur de grandes échelles
- Evolution de la distribution des espèces par rapport aux risques climatiques, à la dégradation des habitats ou face à l'invasion d'espèces exotiques

European Red List of Bees

Ana Nieto, Stuart P.M. Roberts, James Kemp, Pierre Rasmont, Michael Kuhlmann, Mariana García Criado, Jacobus C. Biersma, Petr Bogusch, Holger H. Dauth, Pilar De la Rúa, Thibaut Die Meuleneesters, Manuel Dehon, Alexandre Dewulf, Francisco Javier Ortiz-Sánchez, Patrick Lhomme, Alain Pauly, Simon G. Potts, Christophe Praz, Marino Quaranta, Vladimir G. Radchenko, Erwin Scheuchl, Jan Smit, Jakub Straka, Michael Terzo, Bogdan Tomozil, Jemma Window and Denis Michez



Bombus vestalis (GEOFFROY, 1785)
= *Bombus (Psithyrus) vestalis*; *Psithyrus vestalis*

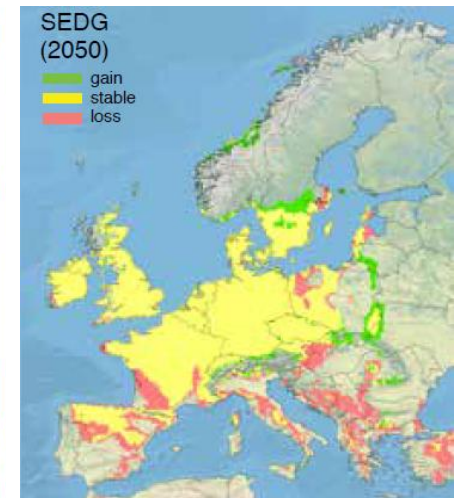
Rasmont *et al.* 2015



© Photo J. Michailowski



Dots: actual distribution 1970-2000; yellow areas:
modelled suitable climatic conditions in 2000



Application agronomiques

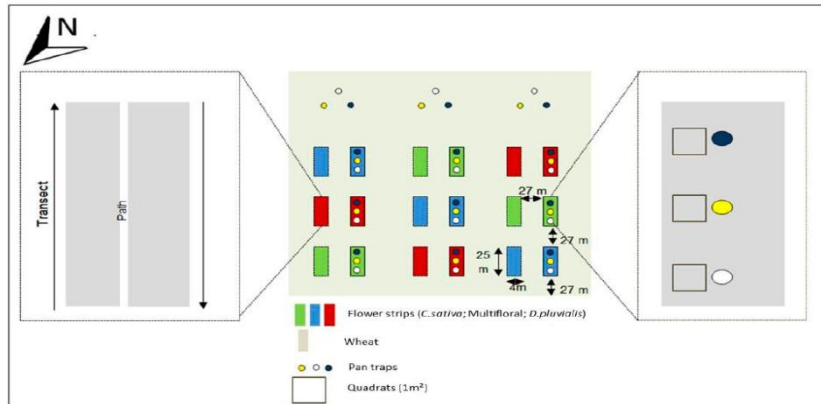


Figure 1. Experimental setup.



Agriculture, Ecosystems and Environment 74 (1999) 343–356

**Agriculture
Ecosystems &
Environment**

Syrphidae: can they be used as environmental bioindicators?

Daniele Sommaggio*

Via bronzi 8, 36010 Velo D'astico (VI), Italy

Abstract

With nearly 6000 species, Syrphidae represents one of the largest families of Diptera. Their widespread distribution, availability of excellent taxonomic keys for species identification (particularly in Europe), and differences in environmental requirements of larvae are features that promote Syrphidae as potentially good bioindicators. This paper presents a brief description of Syrphid morphology, biology and collection methods, followed by examples of their application as monitors of environmental conditions. Given the high mobility of adults, Syrphidae are probably most suitable for environmental evaluation at a larger scale, e.g., for assessment of landscape diversity. Future research aimed at a better understanding the environmental requirements of both adults and larvae should promote the utilization of these insects as bioindicators. ©1999 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: Syrphidae; Hoverflies; Bioindicators; Larval biology; Landscape diversity

Table 1. Abundance of all bee and hoverfly species collected with pan traps and during transects in each treatment. The endangered status from the European red list of bees [56] for each bee species is indicated (LC: Minor concern; DD: insufficient data). To our knowledge, no endangered status information is available for hoverflies. Foraging traits are also pointed out (P: Polylectic; O: oligolectic with the family of flower; C: cuckoo bees or kleptoparasites).

Species	Status	Foraging	Multifloral	C. sativa	D. pluvialis	Control	Total	% Total
<i>Anthophila</i>								
<i>Andrenidae</i>								
<i>Andrena carantonica</i>	DD	P	0	0	0	1	1	0.08
<i>Andrena chrysosceles</i>	DD	P	1	0	0	0	1	0.08
<i>Andrena cineraria</i>	LC	P	0	1	1	0	2	0.17
<i>Andrena dorsata</i>	DD	P	5	1	3	0	9	0.76
<i>Andrena flavipes</i>	LC	P	23	47	14	2	86	7.29
<i>Andrena gravida</i>	DD	P	0	2	0	0	2	0.17
<i>Andrena haemorrhoa</i>	LC	P	0	0	1	0	1	0.08
<i>Andrena humilis</i>	DD	O Asteraceae	0	0	0	1	1	0.08
<i>Andrena minutula</i>	DD	P	10	1	0	1	12	1.02
<i>Andrena minutuloides</i>	DD	P	4	0	0	0	4	0.34
<i>Andrena nigroaenea</i>	LC	P	0	2	1	0	3	0.25
<i>Andrena nitida</i>	LC	P	0	1	2	0	3	0.25
<i>Andrena nitidiuscula</i>	LC	O Apiaceae	1	0	0	0	1	0.08
<i>Apidae</i>								
<i>Apis mellifera</i>	LC	P	6	5	3	5	19	1.61
<i>Bombus hypnorum</i>	LC	P	0	0	0	1	1	0.08
<i>Bombus lapidarius</i>	LC	P	7	5	14	2	28	2.37
<i>Bombus lucorum</i>	LC	P	0	0	4	0	4	0.34
<i>Bombus pascuorum</i>	LC	P	0	1	0	0	1	0.08
<i>Bombus pratorum</i>	LC	P	0	0	0	1	1	0.08
<i>Bombus sylvestris</i>	LC	P	0	0	1	0	1	0.08

De l'appliqué à des notions théoriques

Communauté ou population ?

Communauté



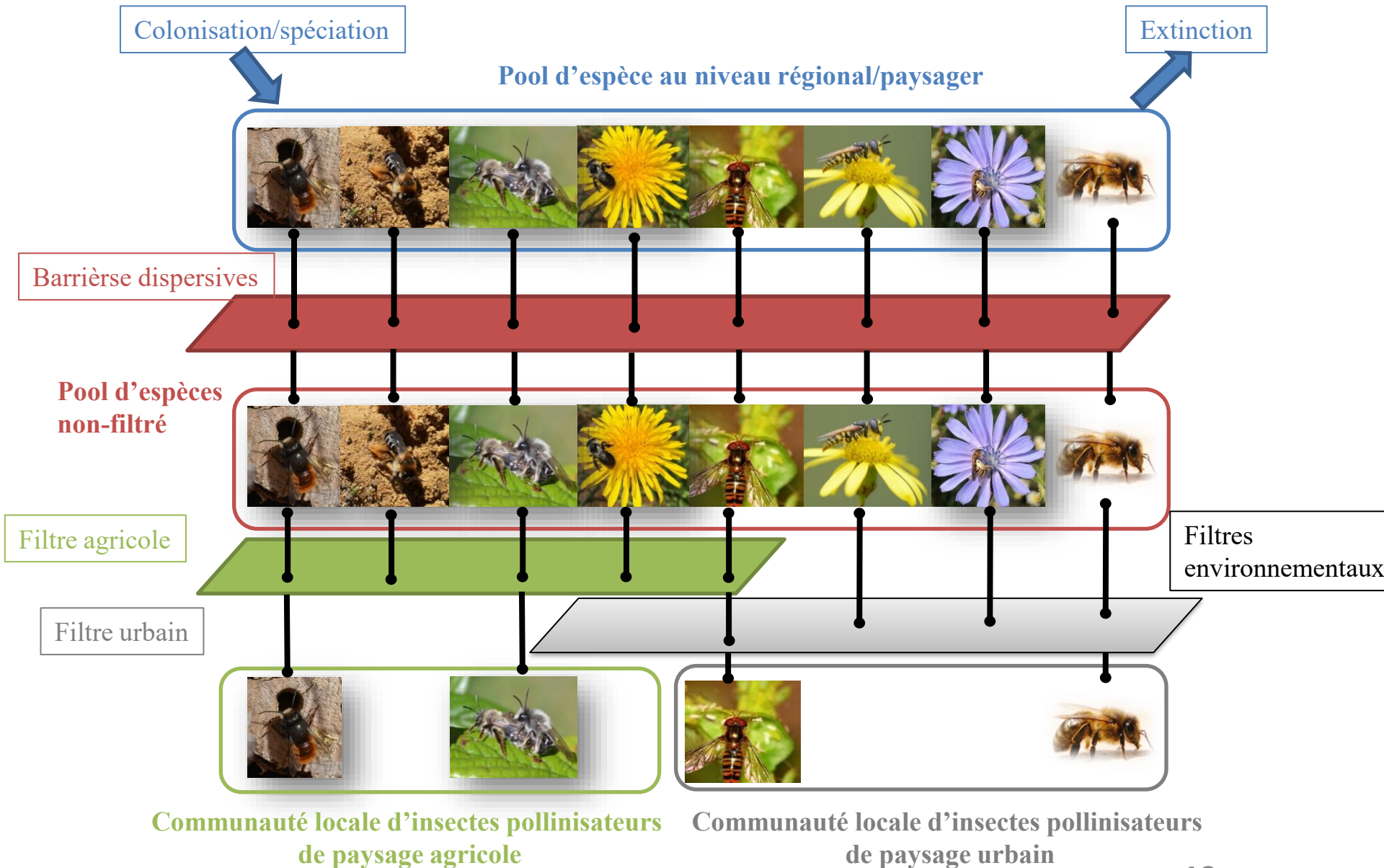
Groupe d'individus appartenant
à **des espèces différentes**

Population



Groupe d'individus
appartenant à **la même espèce**

Processus d'assemblage des communautés



Echelle spatio-temporelle

- **Dynamique dans le temps et l'espace**

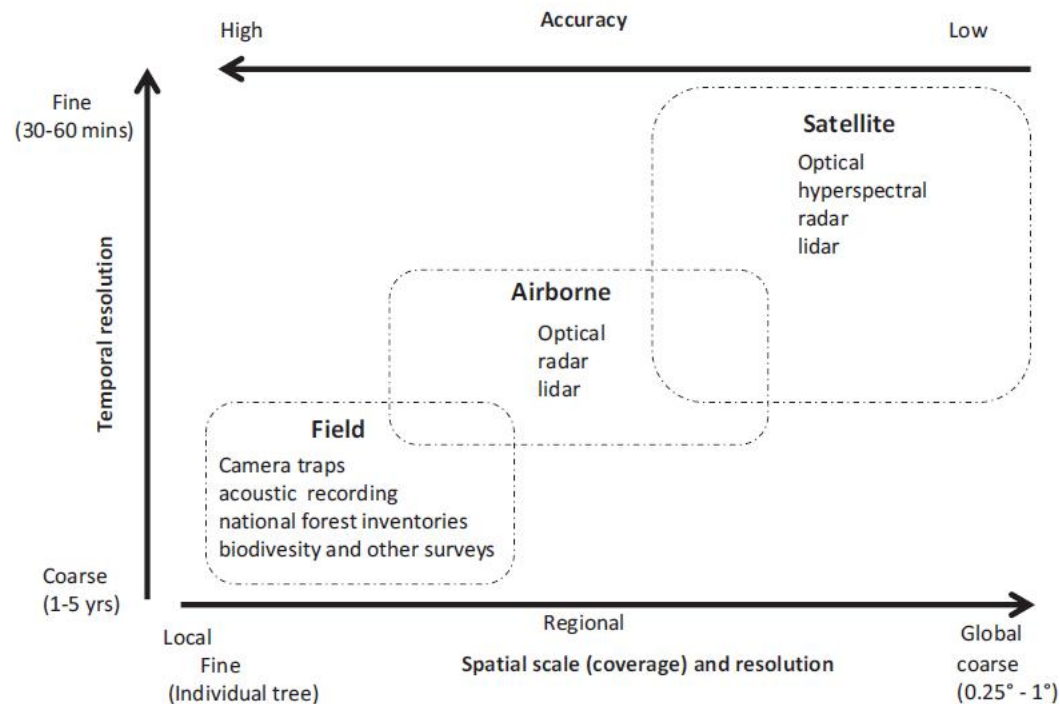
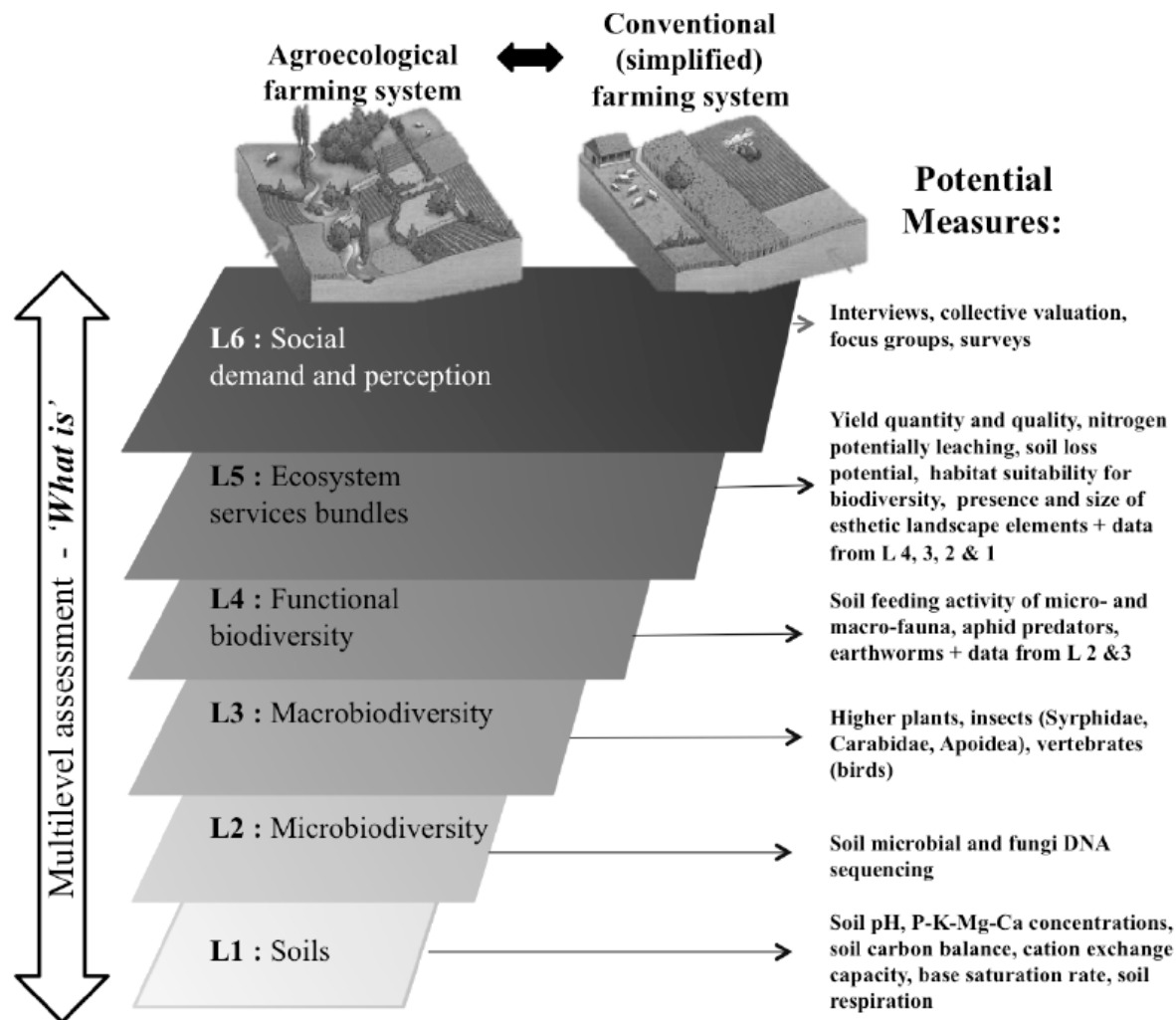


Fig. 3 Spatial scale and temporal resolution of different methods for monitoring forest carbon stocks and biodiversity.

Approches

Fig. 2. A multilevel (L) methodology to allow a better understanding of agroecological practices and their impacts on ES flows and underlying processes. Measurements can be done in agroecological parcels and conventional ones in order to have a reference point. Examples of indicators are provided on the right.



Application – Cartographie de la biodiversité (2)

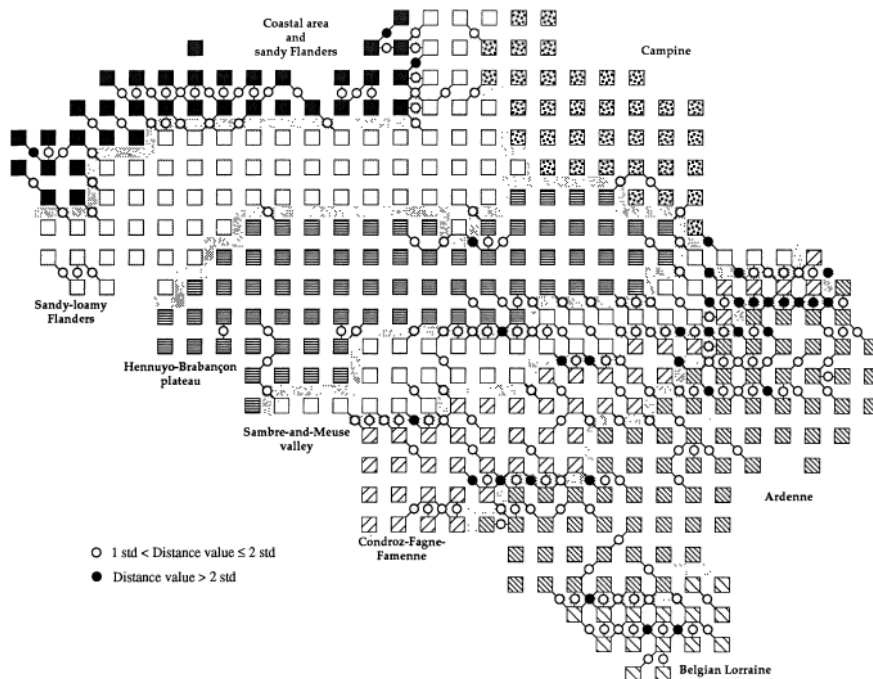


FIG. 5. Location of the standardized distance values between adjoining OGUs that are larger than one standard deviation. OGUs are represented by squares, distance values by small circles and *k*-means borders (for eight groups) by grey strips in the space between squares. Small lines behind circles indicate the directions of maximum change. Each square is 10 × 10 km.

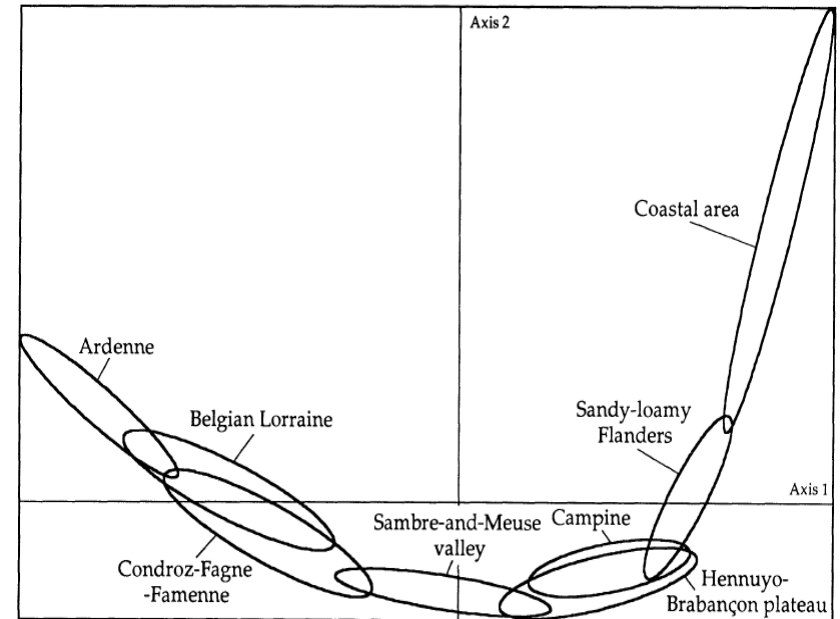


FIG. 6. Plot of *k*-means groups on CA coordinates with 90% dispersion ellipses (for eight groups).

Dufrêne M. & Legendre P., 1991

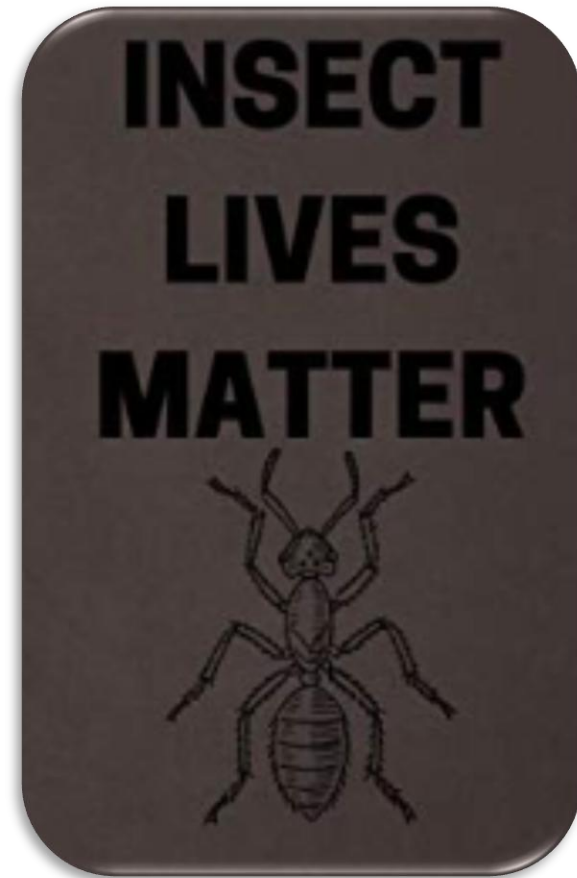
- Intérêt d'en tenir compte ?
- Nouveaux types d'aménagements



Bande fleuries en
intercropping, Gembloux



Gestion différencié de la pelouse,
Parc de la Woluwe, Bruxelles





Contexte **spatiale** statique/dynamique
Contexte **temporelle** statique/dynamique
Contexte **spatio-temporelle**
statique/dynamique

Hypothèse(s)/Question(s) de recherche

Ex:

Quel est mon milieu le plus diversifié ?

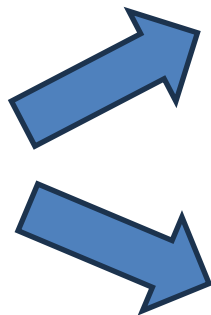
Quel est l'impact de mon pesticide sur la biodiversité ?

Diminution/Augmentation de la
biodiversité d'insecte après 10 ans dans
un contexte paysager donné ?





Hypothèse(s)/Question(s)
de recherche

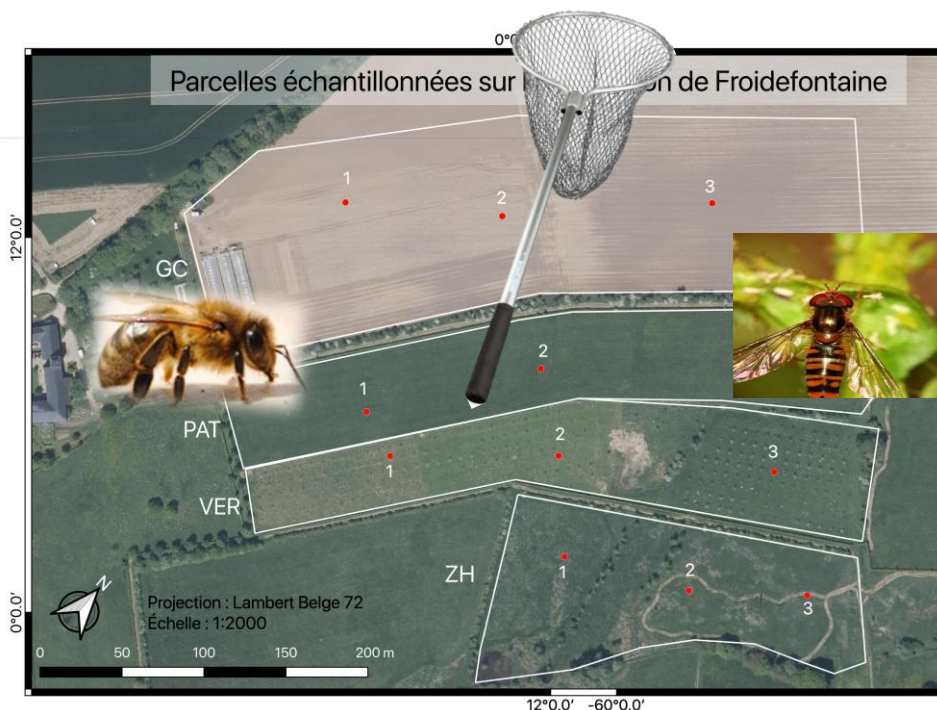


Méthodologie de
collecte

Design
expérimental



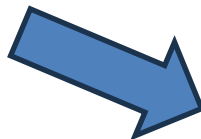
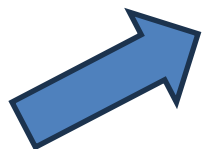
Pantrap coloré



→ Méthodes complémentaires



Hypothèse(s)/Question(s)
de recherche



Méthodologie de
collecte

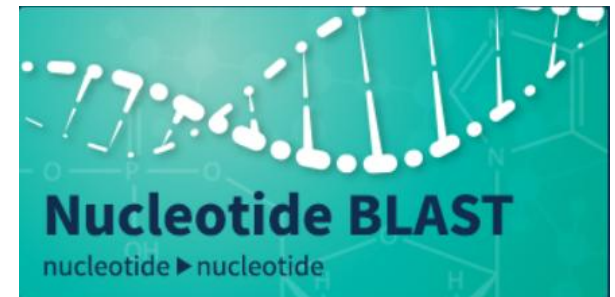
Design
expérimental

Préparation et
identification des
spécimens



Notions d'espèce – morpho-espèce

- Concept flou
- Niveau taxonomique ? *Famille* / *Genre* / *Espèce* ?
- Taxonomie
 - Besoin de taxonomistes, travail fastidieux
 - Approche moléculaire ➔ barcoding



Importance des clés et collections entomologiques

- Besoin du matériel entomologique:
 - Types, paratypes...
- Clés à jour en fonction des spécificités spatio-temporelles
- Importance d'infrastructure permettant de stocker cette information - temporelle

Belgian Journal

**Les abeilles du genre
(Hymenoptera : Apidae)
au Burundi, de bons pollinisateurs**

Alain PAULY ⁽¹⁾, Benoît NZIGIDAHERA ⁽²⁾, Conna
MPAWENIMANA ⁽²⁾, Bernadette

⁽¹⁾ Institut royal des Sciences naturelles de Belgique
Belgique (alain.pau)

⁽²⁾ Institut National pour l'Environnement et la

⁽³⁾ Agricultural Research Council

⁽⁴⁾ Université du Burundi, Faculté des Sciences





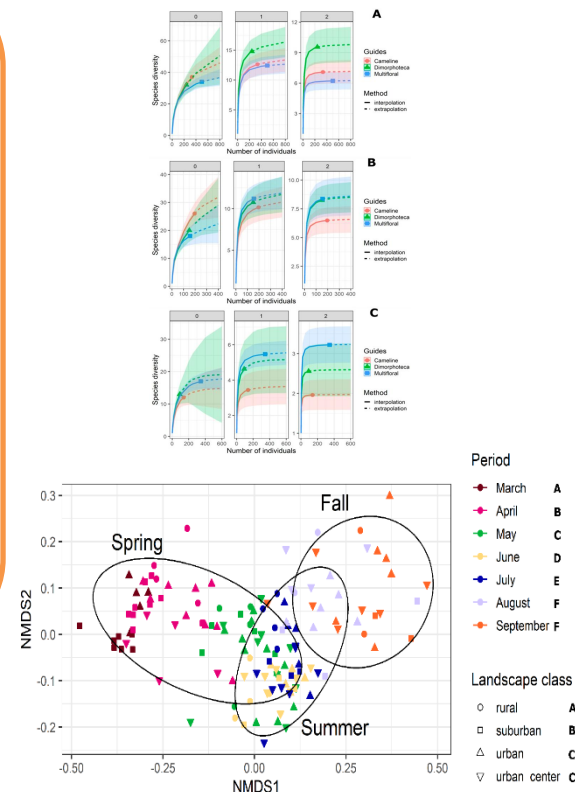
Hypothèse(s)/Question(s)
de recherche

Méthodologie de
collecte

Design
expérimental

Préparation et
identification des
spécimens

Encodage et
construction de
base de données



Analyse statistique de la
structure des
communautés/biodiversité

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	Num_ID	Pin or not	Code	Traitement	Type bande	Famille	Genre	Sp		ID	Date	Ville	Lieu	Pays
	21	Yes	BD_07	Cameline	Cameline3	Halictidae	Lasioglossum	morio	Lasioglossum/morio	L_morio	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	
	28	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	malachurum	Lasioglossum/malachurum	L_malachurum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	
	29	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	calceatum	Lasioglossum/calceatum	L_calceatum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	
	30	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	morio	Lasioglossum/morio	L_morio	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	
	31	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	malachurum	Lasioglossum/malachurum	L_malachurum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	
	32	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Halictus	tumulorum	Halictus/tumulorum	Ha_tumulorum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	
	33	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	pauillum	Lasioglossum/pauillum	L_pauillum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé Belgique	



Hypothèse(s)/Question(s)
de recherche

Préparation et
identification des
spécimens

Production(s)
scientifique(s),
conclusion(s), limitation(s)
et perspective(s) de l'étude



Biodiversity Data Journal 9: e60665
doi: [10.3897/BDJ.9.e60665](https://doi.org/10.3897/BDJ.9.e60665)



Taxonomic Paper

Distribution of wild bee (Hymenoptera: Anthophila) and hoverfly (Diptera: Syrphidae) communities within farms undergoing ecological transition

Grégoire Noel[‡], Julie Bonnet[‡], Sylvain Everaerts[‡], Anouk Danel[‡], Alix Calderan[‡], Alexis de Liedekerke[§], Clotilde de Montpellier d'Annevoie^{||}, Frédéric Francis[‡], Laurent Sertejn[‡]

[‡] Functional and Evolutionary Entomology, Gembloux Agro-Bio Tech – University of Liège, TERRA, Gembloux, Belgium
[§] Ferme de Froidefontaine, Havelange, Belgium
[|] Department of Geography, Institute Transitions, University of Namur, Namur, Belgium
^{||} Ferme d'Emeville, Havelange, Belgium

Corresponding author: Grégoire Noel (gregoire.noel@uliege.be)

Academic editor: Paolo Biella

Received: 11 Nov 2020 | Accepted: 09 Jan 2021 | Published: 14 Jan 2021

Citation: Noel G, Bonnet J, Everaerts S, Danel A, Calderan A, de Liedekerke A, de Montpellier d'Annevoie C, Francis F, Sertejn L (2021) Distribution of wild bee (Hymenoptera: Anthophila) and hoverfly (Diptera: Syrphidae) communities within farms undergoing ecological transition. Biodiversity Data Journal 9: e60665.

<https://doi.org/10.3897/BDJ.9.e60665>

discussion des résultats

de la
université



Hypothèse(s)/Question(s)
de recherche

Méthodologie de
collecte

Design
expérimental

Préparation et
identification des
spécimens

Encodage et
construction de
base de données

Analyse statistique de la
structure des
communautés/biodiversité

Production(s)
scientifique(s),
conclusion(s), limitation(s)
et perspective(s) de l'étude

Interprétation et
discussion des résultats

Comment mesurer la biodiversité ?

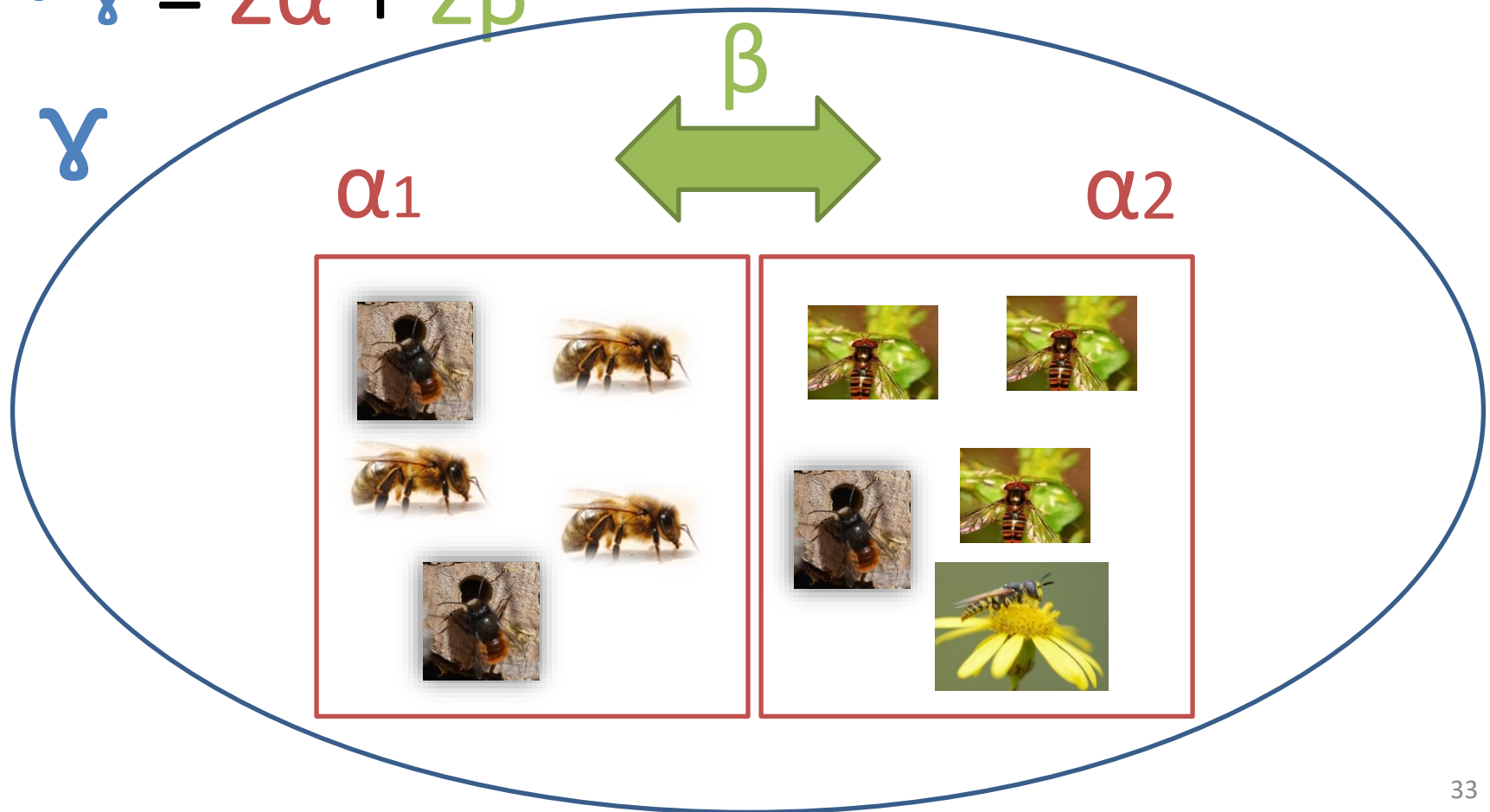
OU

Comment analyser la structure des communautés d'insectes (pollinisateurs) ?

Niveaux de l'étude - Diversité α , β , γ

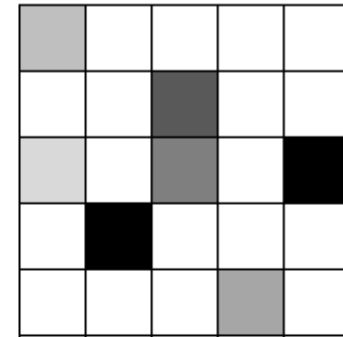
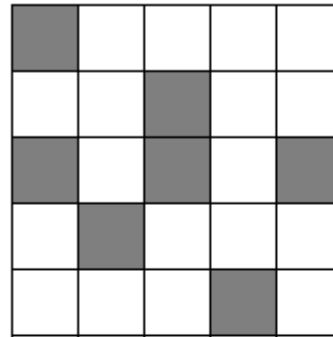
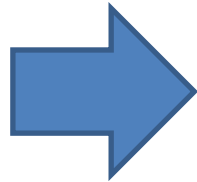
- Différents niveaux d'emboîtement de la distribution des organismes

- $\gamma = \Sigma\alpha + \Sigma\beta$

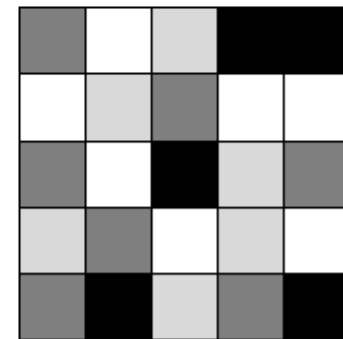
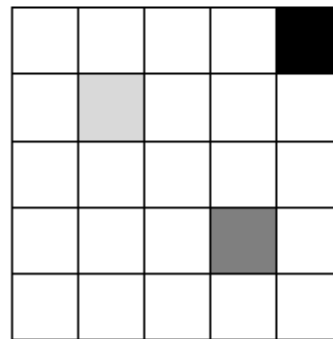
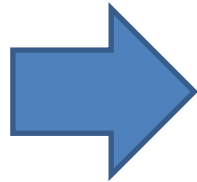


Diversité α – deux composantes

?



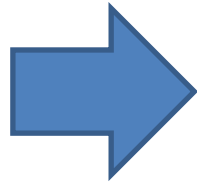
?



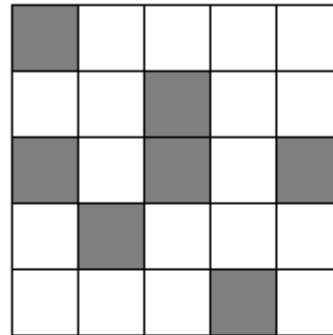
Diversité α – deux composantes

- **Composantes:** Richesse et équitabilité
(=Evenness)

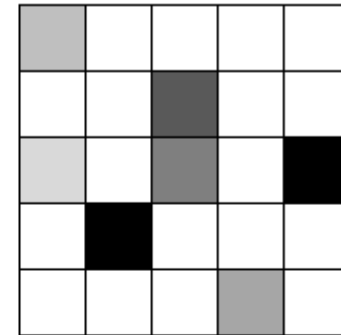
Richesse constante



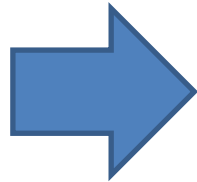
2 species



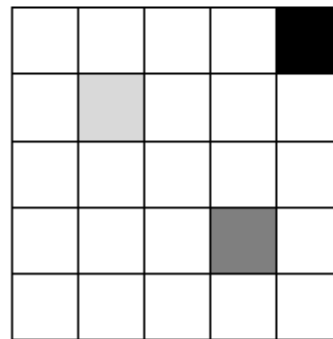
7 species



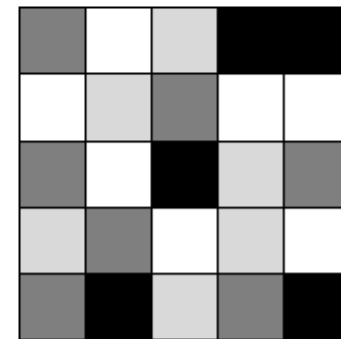
Équitabilité constante



4 species

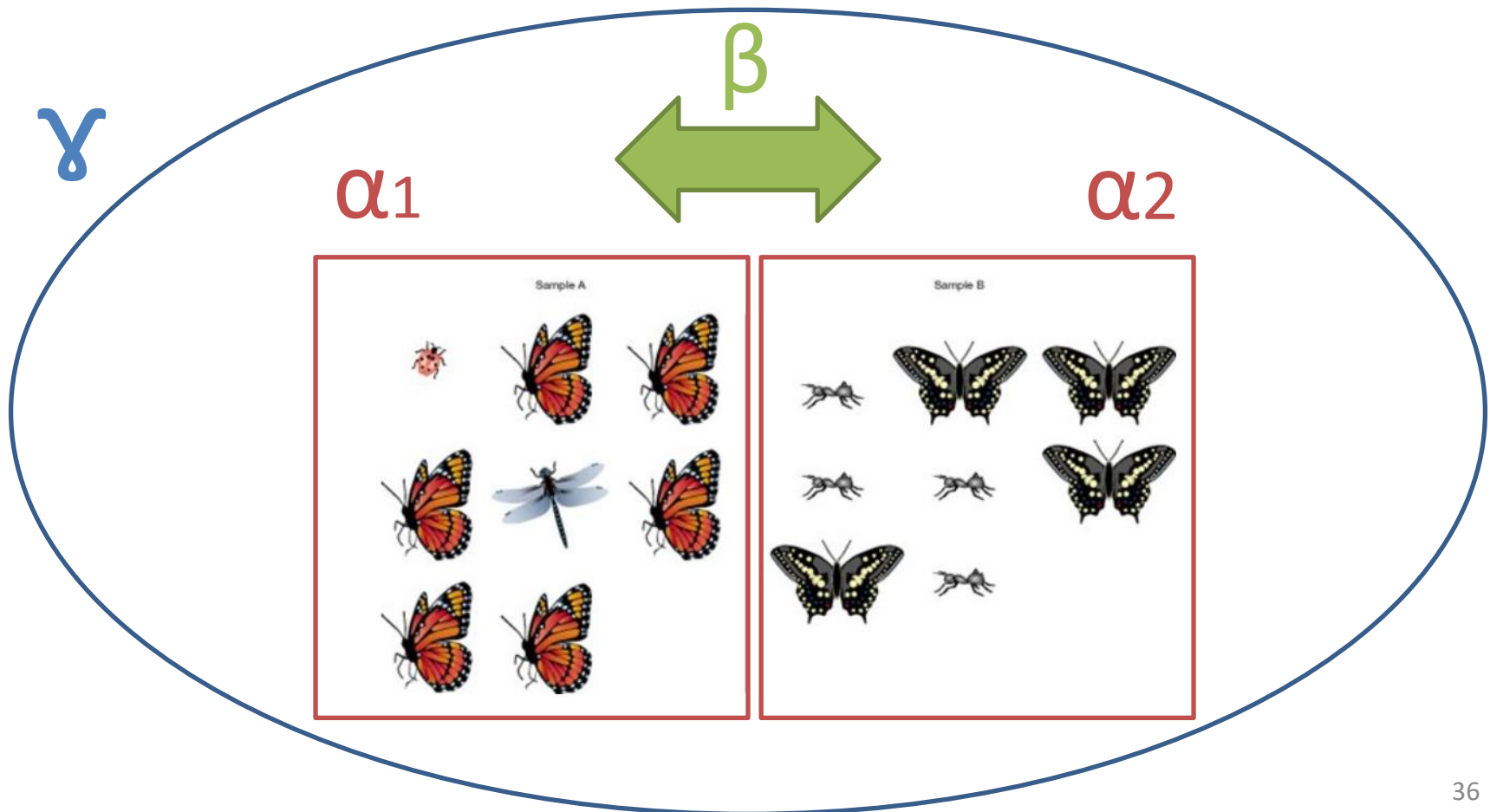


4 species



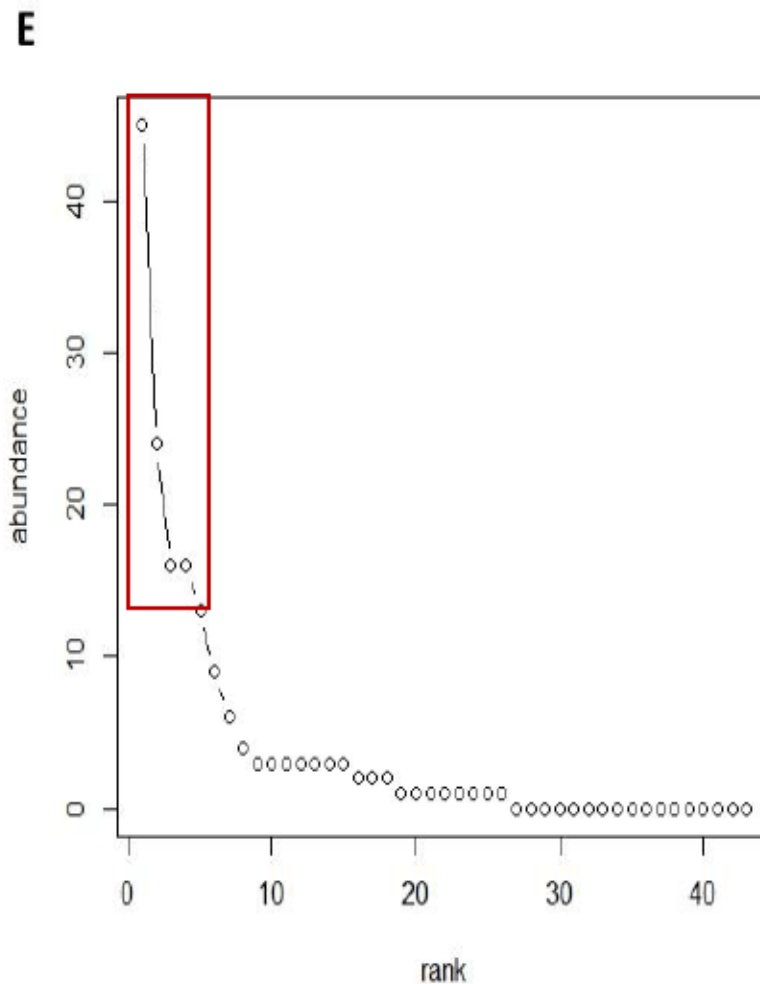
Mesure de diversité neutre α

Attention chaque diversité alpha peut être représentée par un site



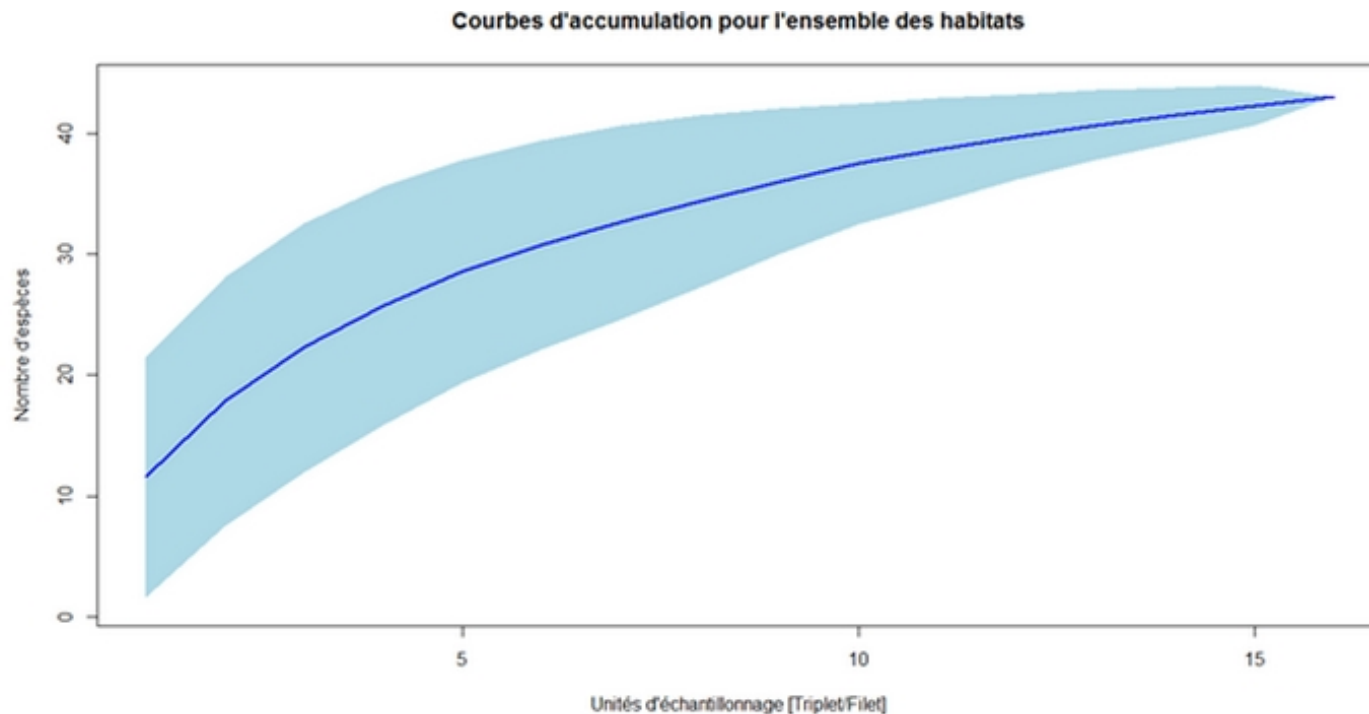
Rang d'abondance

- Distribution des données
- Pattern de dominance prononcé ?



Courbes d'accumulation

- **Hypothèse** : Surface de taille finie
- Est-ce que mon échantillonnage a été exhaustif ?



Richesse spécifique

- Estimateurs Chao et Jackknife
- A partir des données d'abondance
- ➔ intensive en calcul mais bon estimateur
- Technique d'estimation non paramétrique

Tableau 2 – Nombre d'espèces par habitat de la ferme de Froidefontaine

Habitat	Nombre d'espèces Observées	Nombre d'espèces estimées (Chao1)
Ferme	43	56,20
GC	14	14,429
PAT	29	34,6
VER	32	50,20
ZH	26	33

$$S_1 = S_{obs} + \frac{F_1^2}{2 F_2}$$

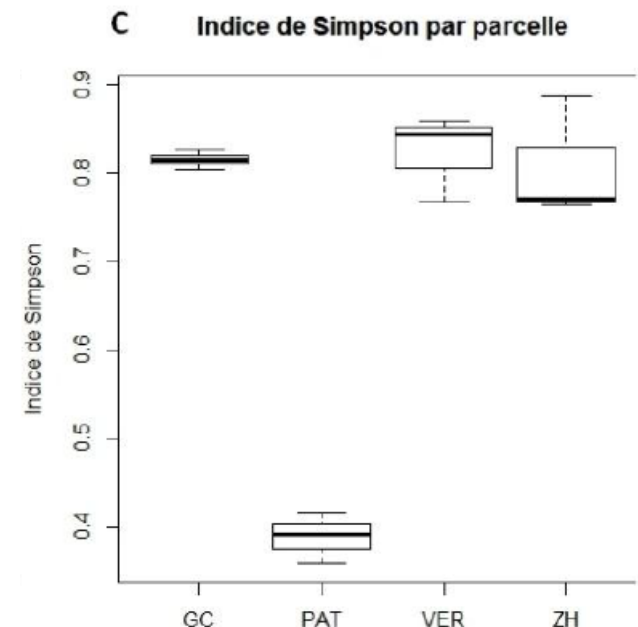
Indice Gini-Simpson

- p_s = probabilité que deux individus pris au hasard appartiennent à la même espèce s
- $[0;1[\rightarrow$ proche de 1 \rightarrow communauté diverse
- Si distribution régulière \rightarrow E diminue

$$E = 1 - \sum_{s=1}^S p_s^2$$

Table 8.1 Calculating Simpson's original diversity index (Simpson's S).

Abundance	P	p^2
10	0.667	0.444
2	0.133	0.018
1	0.067	0.004
1	0.067	0.004
1	0.067	0.004
$\Sigma = 15$	$\Sigma = 1.000$	$\Sigma = 0.476$



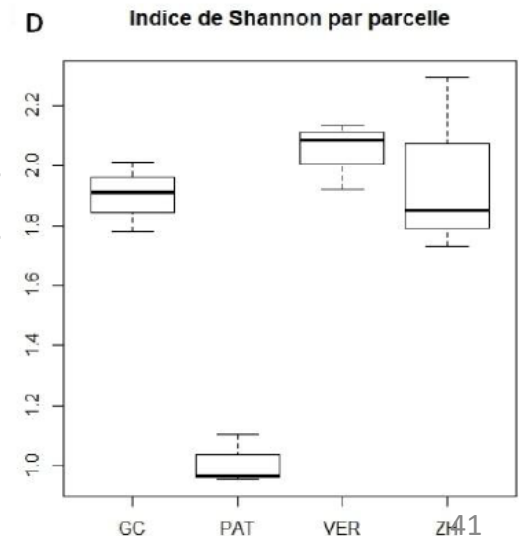
Indice de Shannon-Weaver

- Théorie de l'information
- Probabilité qu'un organisme choisi au hasard appartienne à l'espèce s est notée p_s
- Valeurs comprises entre 0 et $\log(\text{\#espèce})$
- Sensible au nombre espèce rare

$$H = - \sum_{s=1}^S p_s \ln p_s$$

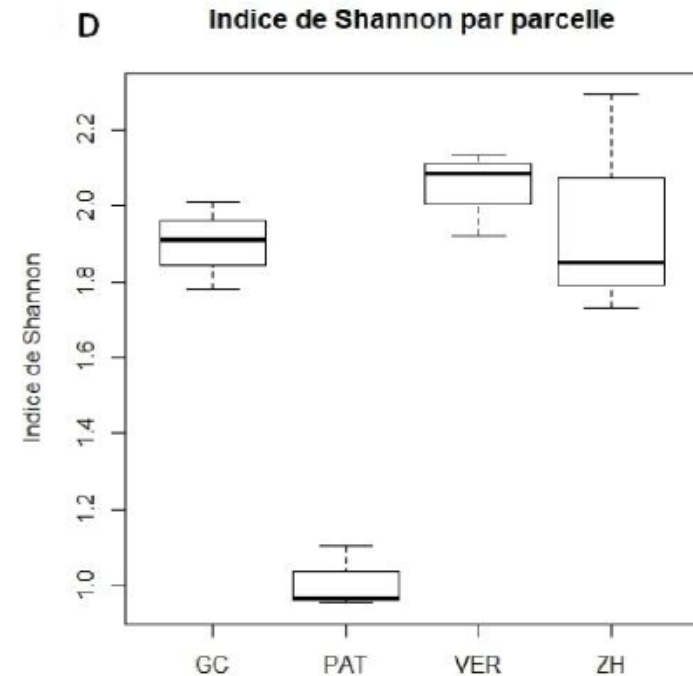
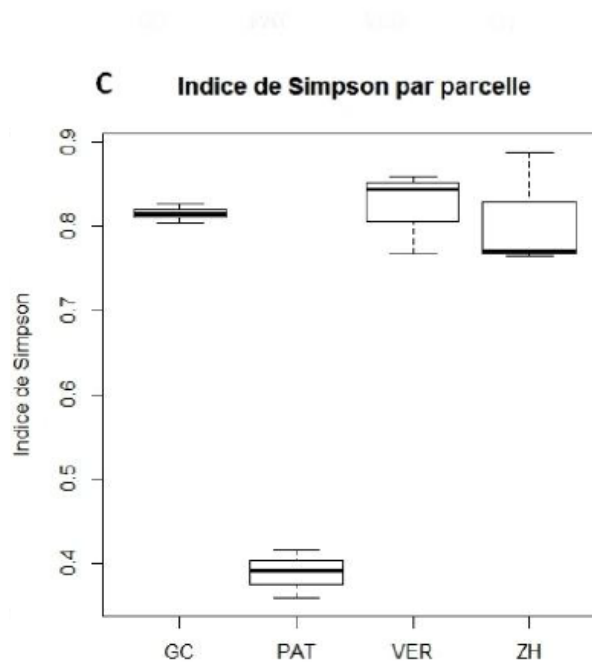
Table 8.2 Calculating the Shannon diversity index.

Abundance	P	$P \cdot \ln(P)$
10	0.667	-0.270
2	0.133	-0.269
1	0.067	-0.181
1	0.067	-0.181
1	0.067	-0.181
$\Sigma = 15$	$\Sigma = 1.000$	$\Sigma = -1.081$



Intérêt mesure diversité α

- Comparaisons indices α entre différentes communautés/sites.
- Biais d'estimation ?



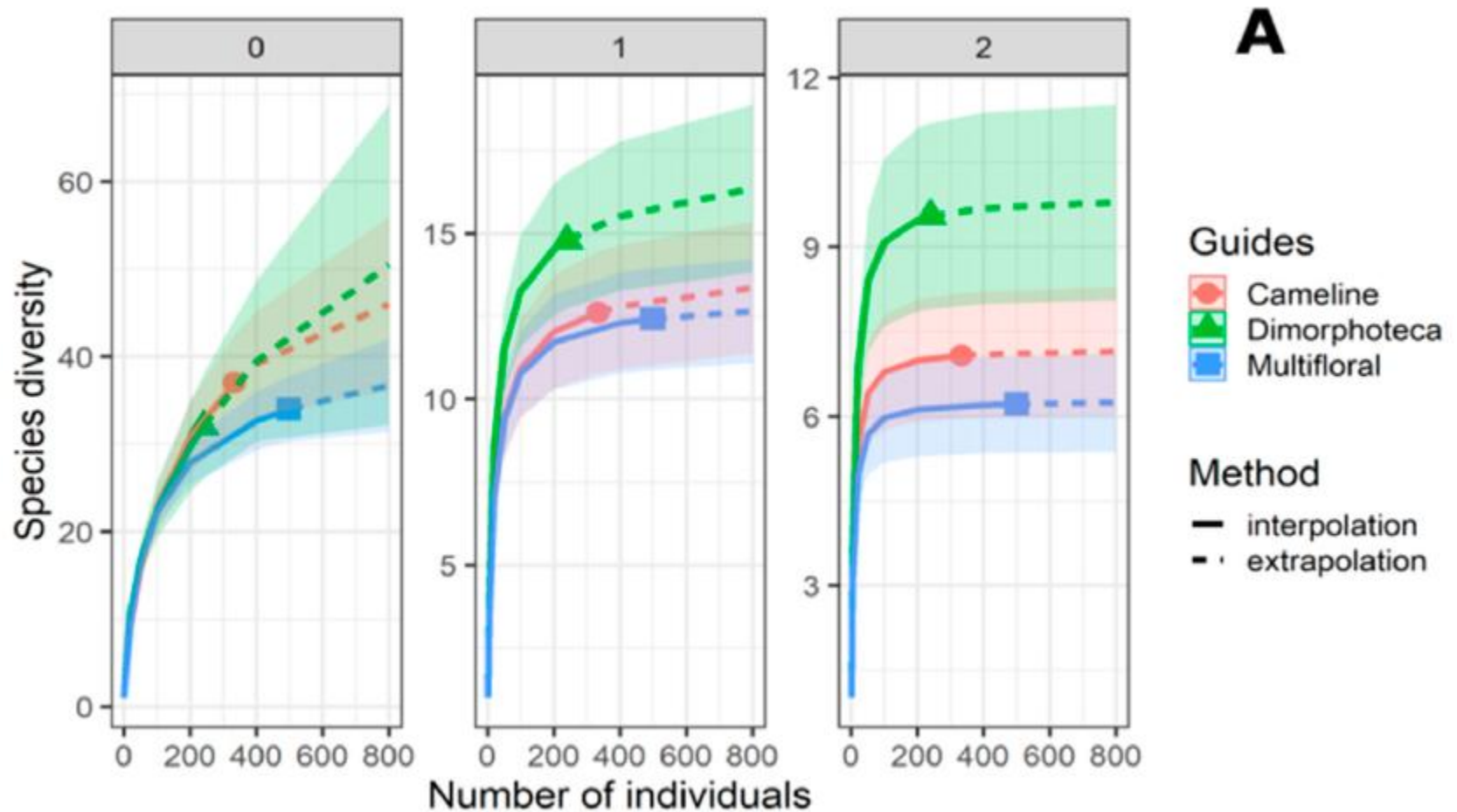
Nombres de Hill

- Besoin de **standardisation** prenant en compte le principe de réplication et de linéarité:
Nombre d'espèces effectif (Jost L. , 2006)
- Uniformisation indices de diversité (Hill N.O., 1973)
- Nombre de Hill : $q=0$; $q=1$; $q=2$

$${}^qD = \left(\sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)} .$$

Application nombre de Hill

Package R : iNEXT (Hsieh *et al.*, 2016)



Diversité β

- Communauté 1



- Communauté 2



La diversité β représente les différences de composition d'espèces entre des systèmes sélectionnés

Diversité β

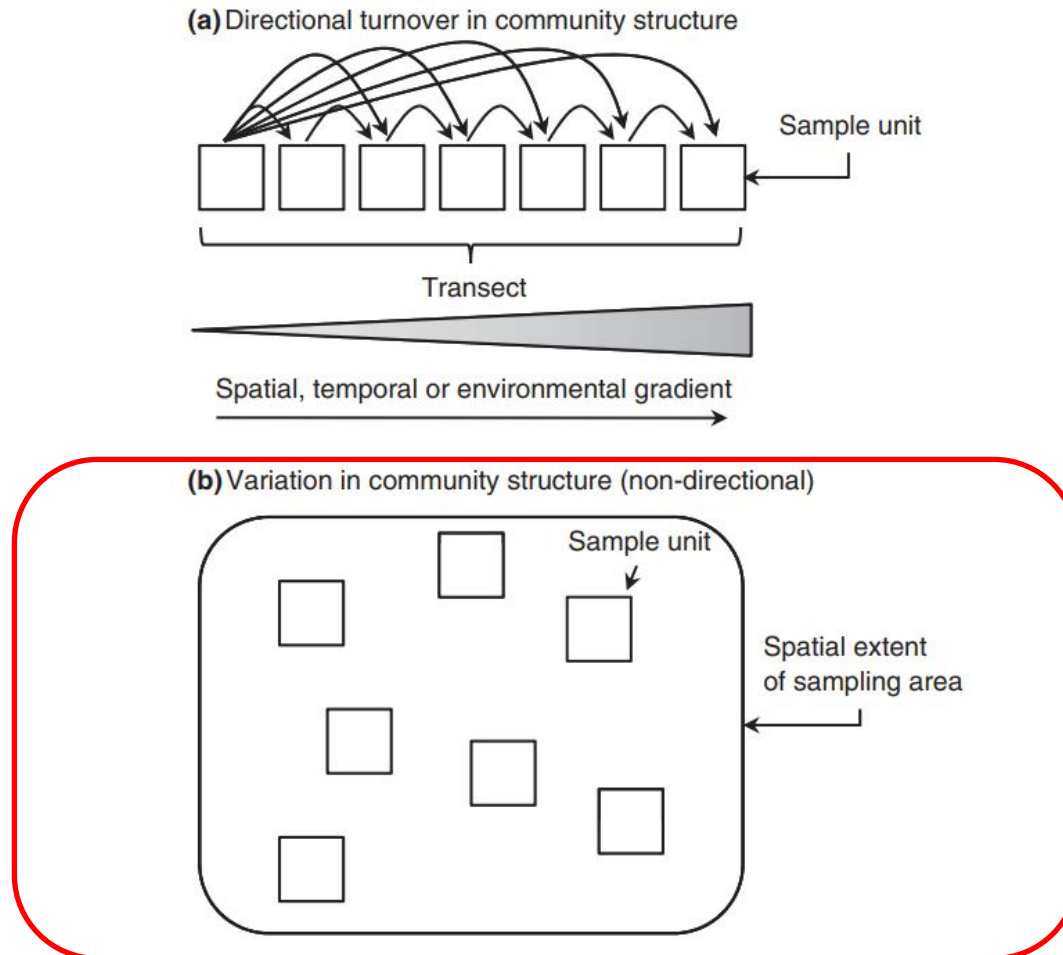


Figure 2 Schematic diagram of two conceptual types of β diversity for ecology: (a) turnover in community structure along a gradient and (b) variation in community structure among sample units within a given area.

- **Dynamique dans le temps et l'espace**

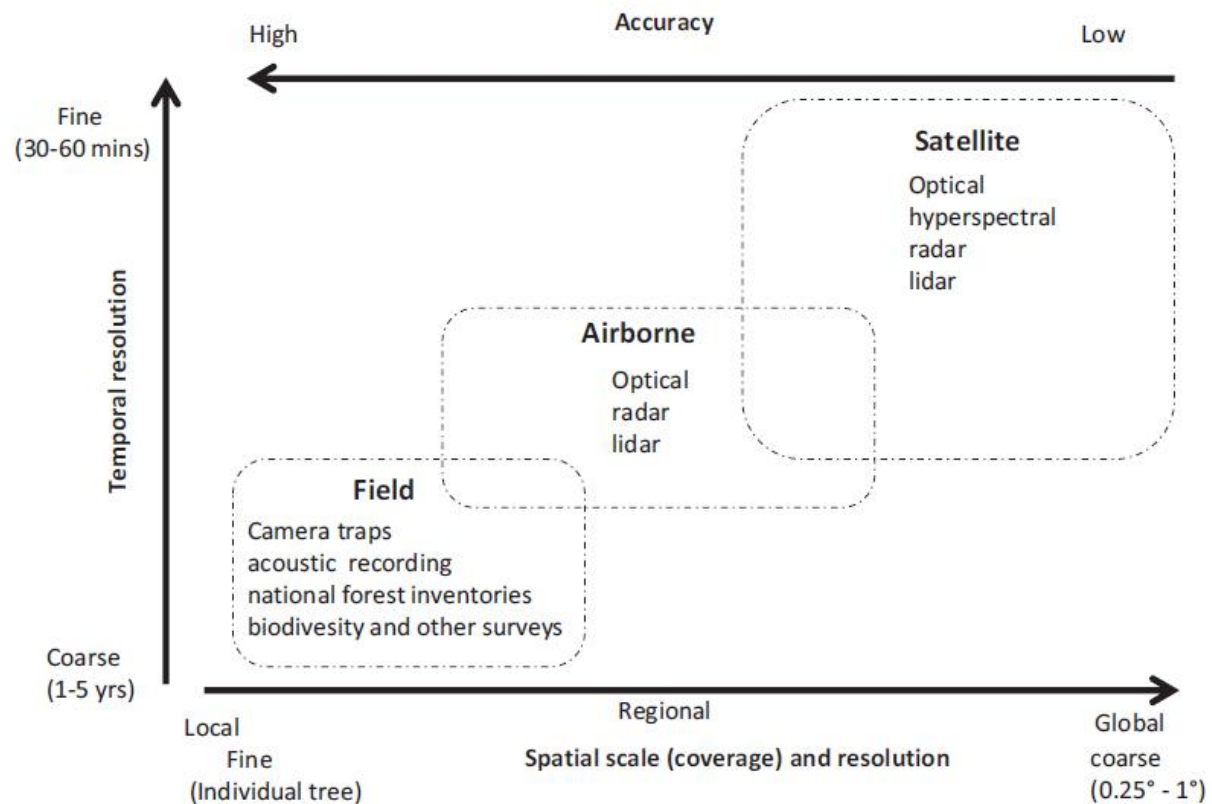


Fig. 3 Spatial scale and temporal resolution of different methods for monitoring forest carbon stocks and biodiversity.

Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses

Teja Tscharntke^{1,*}, Jason M. Tylianakis², Tatyana A. Rand³, Raphael K. Didham^{2,4,5}, Lenore Fahrig⁶, Péter Batáry^{1,7}, Janne Bengtsson⁸, Yann Clough¹, Thomas O. Crist⁹, Carsten F. Dormann¹⁰, Robert M. Ewers¹¹, Jochen Fründ¹, Robert D. Holt¹², Andrea Holzschuh¹³, Alexandra M. Klein¹⁴, David Kleijn¹⁵, Claire Kremen¹⁶, Doug A. Landis¹⁷, William Laurance¹⁸, David Lindenmayer¹⁹, Christoph Scherber¹, Navjot Sodhi²⁰, Ingolf Steffan-Dewenter¹³, Carsten Thies¹, Wim H. van der Putten²¹ and Catrin Westphal¹

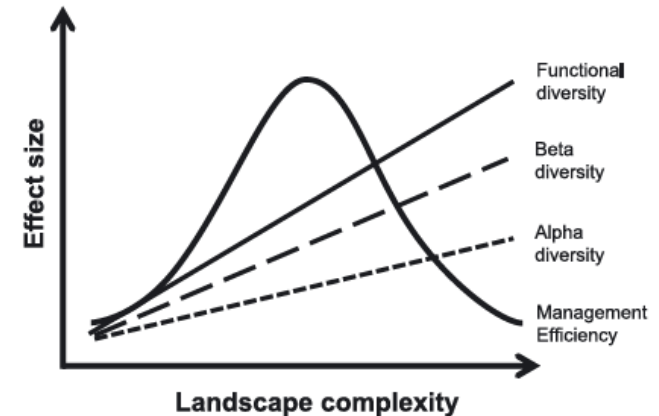
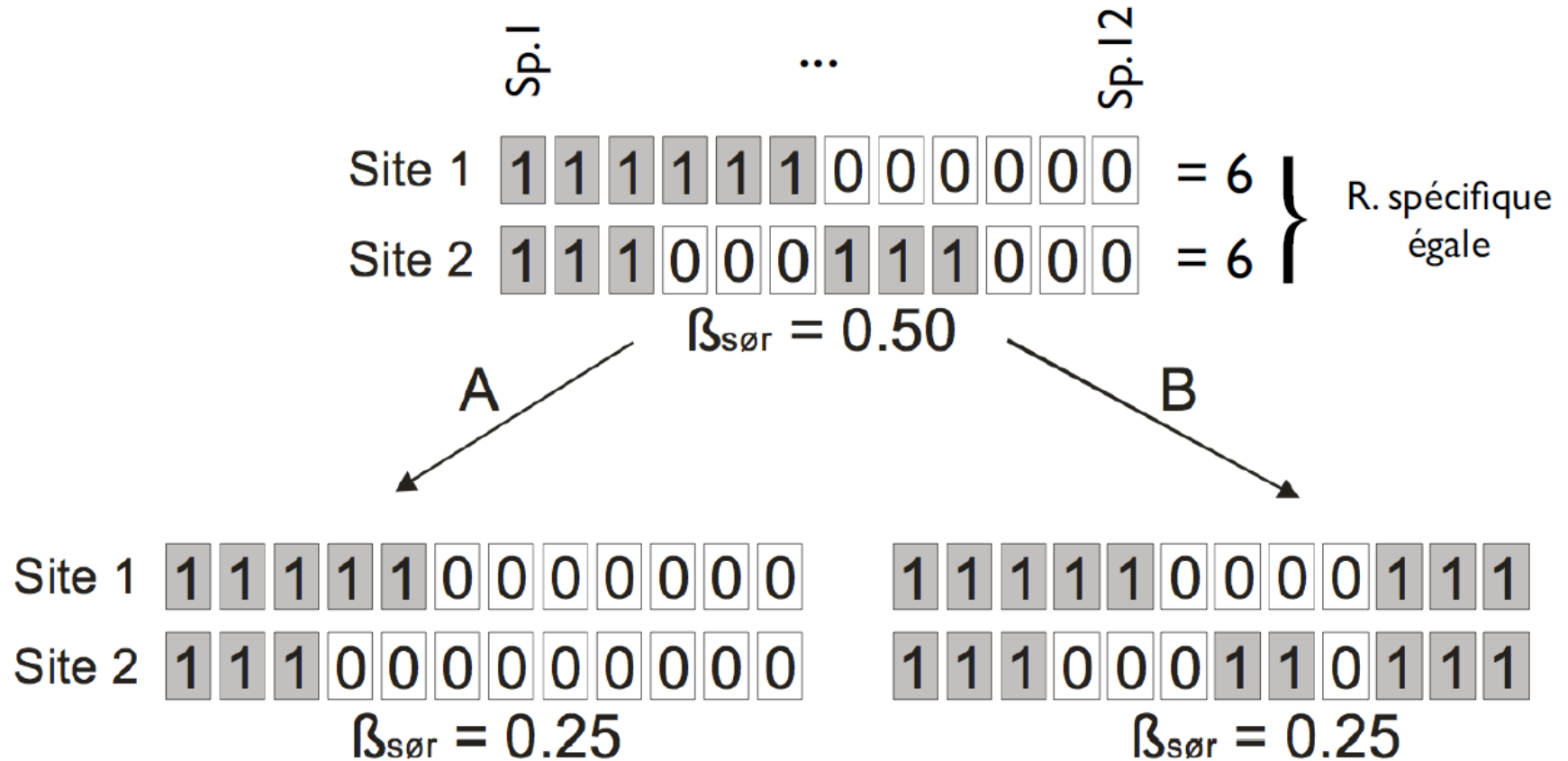


Fig. 1. Schematic overview of major landscape hypotheses, described in Table 1, showing effect sizes along a landscape complexity gradient (i.e. along increasing noncrop area and higher habitat type diversity). Increasing landscape complexity enhances alpha diversity less than beta diversity (Section A: the first two hypotheses). Both alpha and beta diversity contribute to overall functional biodiversity and associated insurance potential (Section C: fifth and sixth hypotheses). Population movements (Section B) are not necessarily related to changes in landscape complexity. Efficiency of conservation management (Section D) shows a hump-shaped relationship to landscape complexity.

- Données quantitatives ou de présence-absence
- Différentes approches :
 - Indices résumant la diversité β
 - Prennent en compte la composante de variations à travers des analyses multivariées (PCA, cluster ...)

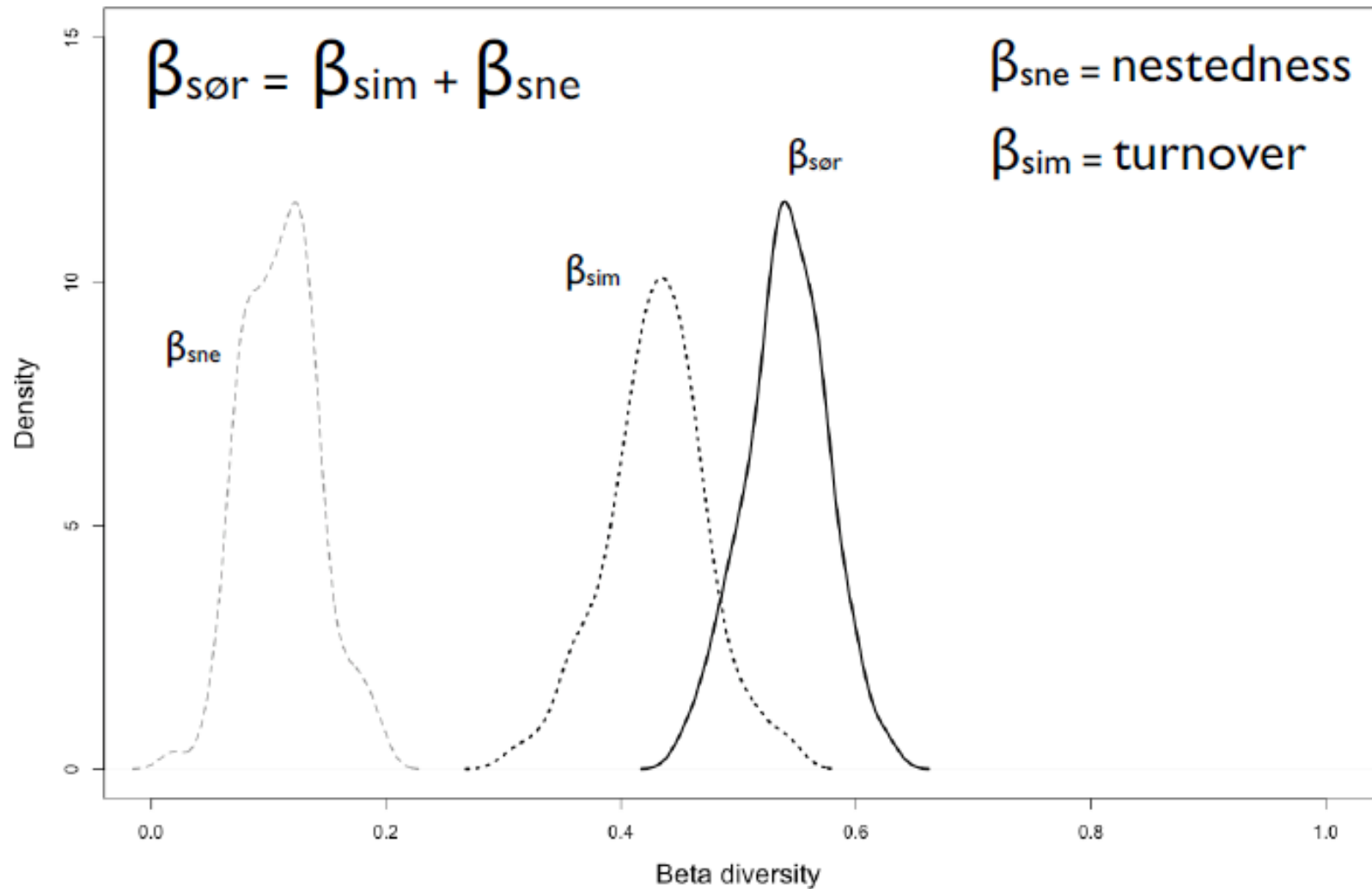
- Whittaker (1960) : $\beta = S/\text{moy}(\alpha)$ présence-absence dataset pour n site d'échantillonnage
- Ratio \rightarrow Indice multiplicatif

Analyse du partitionnement de la diversité β



Les trajectoires A et B mènent toutes deux au mêmes indices de diversité $\beta_{sør}$
 On va donc partitionner $\beta_{sør}$ en d'autres composantes analytiques plus fines

Analyse du partitionnement de la diversité β (2)



La majeure partie de β_{sor} est représentée par β_{sim} = le remplacement d'espèces (turnover) est + important que l'emboîtement (nestedness) entre sites d'échantillonnage

- Deux approches : avec ou sans gradient (spatial, temporelle ou envi.) expliquant la variation de la composition des communautés
- Introduction par Ellison (2010) de la $\text{Var}(Y)$ indépendant de α et γ
- Méthode multivariée d'ordination sont par conséquent considéré comme des méthodes d'analyses de la diversité β

- Total Variance = Var(Y)
- Décomposition: « Local Contributions of the sites to Beta Diversity » (LCBD) et « Species Contribution to Beta Diversity » (SCBD)

1964

FORUM

Ecology, Vol. 91, No. 7

Ecology, 91(7), 2010, pp. 1964–1969
© 2010 by the Ecological Society of America

Diversity partitioning without statistical independence of alpha and beta

JOSEPH A. VEECH^{1,3} AND THOMAS O. CRIST²

¹Department of Biology, Texas State University, San Marcos, Texas 78666 USA

²Department of Zoology, Miami University, Oxford, Ohio 45056 USA

Ecology, 91(7), 2010, pp. 1969–1974
© 2010 by the Ecological Society of America

Independence of alpha and beta diversities

LOU JOST¹

Baños, Tungurahua, Ecuador

- LCBD_i = Contribution du site i
- Test de permutation p/r LCBD moyen
 - H₀ = les espèces sont distribuées de manière aléatoire parmi les sites indépendamment l'un de l'autre
- « The degree of uniqueness for significance by random, terms of community composition »
- Mise en avant de certains sites particuliers par rapport à la moyenne

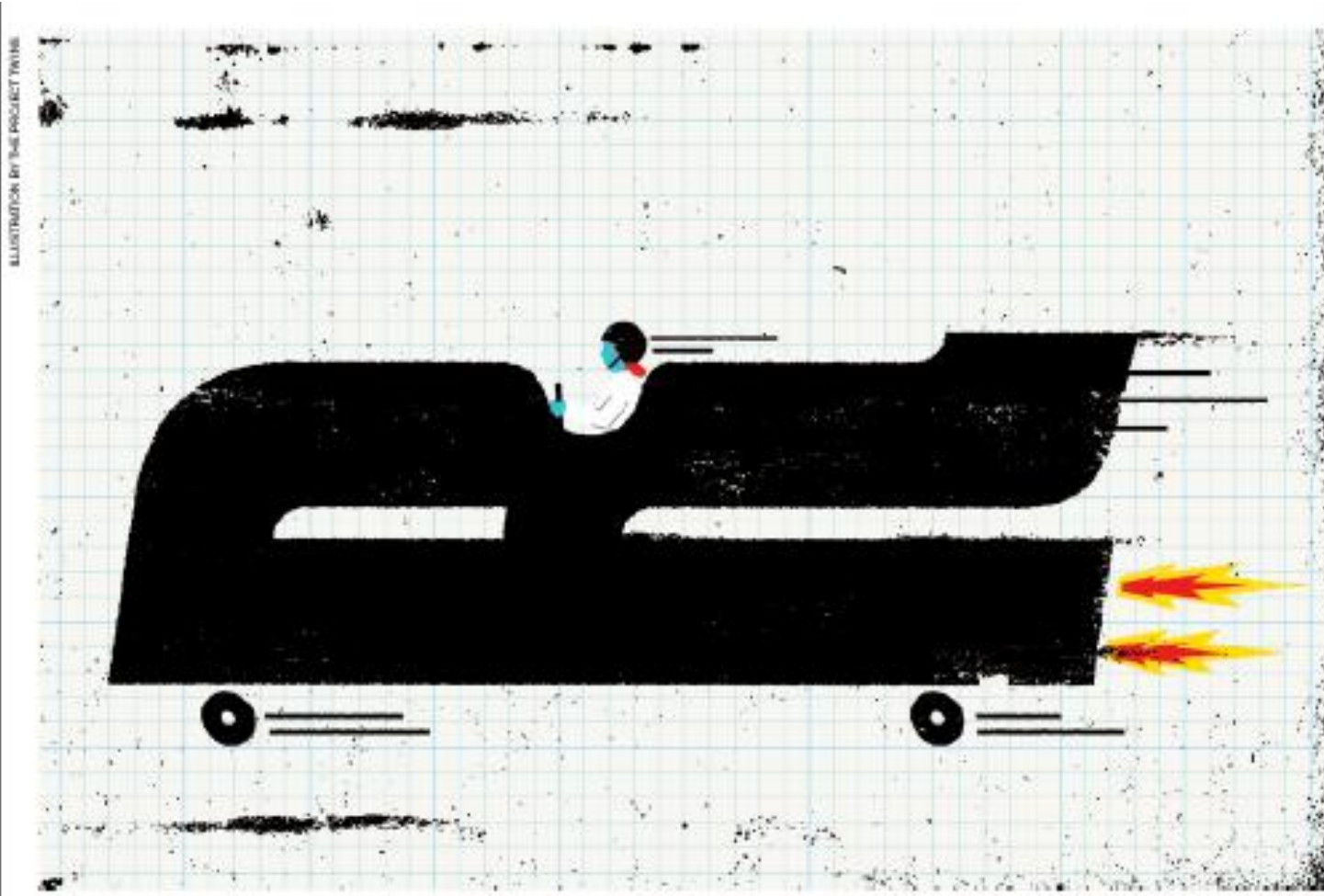
$$SS_i = \sum_{j=1}^p s_{ij}$$

$$LCBD_i = SS_i / SS_{\text{Total}}$$

- Seulement calculable avec jeux de données « site-by-species » et non pas une matrice de dissimilarité (car les abondances relatives sont perdues dans leur calcul)
- Test de permutation p/r SCBD moyen
 - Variation significative de l'espèce parmi tous les sites échantillonnés

$$SS_j = \sum_{i=1}^n s_{ij} \quad \text{SCBD}_j = SS_j / SS_{\text{Total}}$$

En Pratique ?



Démonstration

Script

```

8 library(ape)
9
10 nex <- read.nexus ("~/Dropbox/ETUDE ROCHEFORT/Apoidea_Hedtke_BMCEvolBiol.nex")
11 nex$tip.label # visualize taxa in .nex file
12 species = data.frame(nex$tip.label)
13 write.csv(species, file="~/Dropbox/ETUDE ROCHEFORT/species.csv", row.name=TRUE) # to sort outside of R
14
15 keep_raw <- read.csv2 ("~/Dropbox/ETUDE ROCHEFORT/Rochefort_beas_taxa.csv"), "Spaces" # extract rightma
16 keep_uscore <- gsub (" ", "_", keep_raw, fixed=TRUE) # replace whitespace with underscore to match name for
17 keep_taxa <- keep_uscore[keep_uscore %in% nex$tip.label] # keep only those that are found in the tree tip
18 drop_taxa <- nex$tip.label[!(nex$tip.label %in% keep_taxa)] # select taxa to be removed, i.e. everything
19
20 selected_phylo <- drop.tip (nex, drop_taxa) # remove unwanted taxa
21
22 selected_phylo$tip.label # visualize taxa in subset file
23 plot(selected_phylo, type = "u")
24 plot(selected_phylo, type = "c")
25 plot(selected_phylo, use.edge.length = FALSE)
26
27 write.nexus (selected_phylo, file="~/Dropbox/ETUDE ROCHEFORT/tree_subset.nex") # save to output file
28
29 # selecting one from each genus (here, simply the first one)
30
31 keep_taxa_genera <- matrix(unlist(strsplit(keep_taxa, "_", fixed=TRUE)), nrow=2)[1,] # extracting genera p
32 available_genera <- unique(keep_taxa_genera)
33 selected_taxa_to_keep <- NULL
34
27.1 (Untitled)
R Script

```

Console

```

[1] "Bombus_terrestris"      "Lasioglossum_calceatum"  "Lasioglossum_fulvicorne"
[4] "Melitta_nigricans"     "Halictus_quadricinctus"  "Lasioglossum_malachurum"
[7] "Lasioglossum_morio"    "Bombus_pascuorum"        "Halictus_rubicundus"
[10] "Andrena_cinerea"       "Lasioglossum_mediterraneum" "Trachusa_byssina"
[13] "Bombus_lapidarius"     "Panurgus_dentipes"       "Bombus_sylvestris"
[16] "Dasypoda_hirtipes"     "Lasioglossum_pauillum"   "Lasioglossum_zonulum"
[19] "Bombus_pratorum"       "Bombus_vestalis"         "Bombus_hortorum"

> plot(selected_phylo, type = "u")
> plot(selected_phylo, type = "c")
> plot(selected_phylo, use.edge.length = FALSE)
>

```

Workspace History

Object	Size
Data	
Bees	11 obs. of 88 variables
Rochefort_France_dataset	198 obs. of 90 variables
Y.mat	11 obs. of 87 variables
Y.mat.bin	11 obs. of 87 variables
df	200 obs. of 3 variables
dist.s	100 obs. of 3 variables
species	1376 obs. of 1 variables
Values	
Beta	49.8689657828336

Files Plots Packages Help

Zoom Export Clear All

Figures

Bombus hortorum
Bombus sylvestris
Bombus vestalis
Bombus lapidarius
Bombus terrestris
Bombus pratorum
Bombus pascuorum
Andrena cineraria
Panurgus dentipes
Lasioglossum morio
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum mediterraneum
Lasioglossum malachurum
Lasioglossum pauillum
Lasioglossum fulvicorne
Lasioglossum zonulum
Halictus quadricinctus
Halictus rubicundus
Melitta nigricans
Dasypoda hirtipes
Trachusa byssina

<http://www.rstudio.org/>

Création d'une base de données (BDD) primaire

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Num_ID	Pin or not	Code	Traitement	Type bande	Famille	Genre	Sp		ID	Date	Ville	Lieu	Pays
21	Yes	BD_07	Cameline	Cameline3	Halictidae	Lasioglossum	morio	Lasioglossum/morio	L_morio	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
28	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	malachurum	Lasioglossum/malachurum	L_malachurum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
29	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	calceatum	Lasioglossum/calceatum	L_calceatum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
30	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	morio	Lasioglossum/morio	L_morio	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
31	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	malachurum	Lasioglossum/malachurum	L_malachurum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
32	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Halictus	tumulorum	Halictus/tumulorum	Ha_tumulorum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
33	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	pauillum	Lasioglossum/pauillum	L_pauillum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique

- **Une observation = ligne**
- **Une variable (discrète/continue) = colonne**
- Un maximum d'informations relatives aux captures individuelles doivent être synthétisées sur les étiquettes qui accompagneront chaque spécimen
- Vos bases de données doivent contenir toutes les informations que vous désirez

Gestion d'une base de données (BDD) primaire

C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Num_ID	Pin or not	Code	Traitement	Type bande	Famille	Genre	Sp		ID	Date	Ville	Lieu	Pays
21	Yes	BD_07	Cameline	Cameline3	Halictidae	Lasioglossum	morio	Lasioglossum/morio	L_morio	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
28	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	malachurum	Lasioglossum/malachurum	L_malachurum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
29	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	calceatum	Lasioglossum/calceatum	L_calceatum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
30	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	morio	Lasioglossum/morio	L_morio	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
31	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	malachurum	Lasioglossum/malachurum	L_malachurum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
32	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Halictus	tumulorum	Halictus/tumulorum	Ha_tumulorum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique
33	Yes	BD_06	Cameline	Cameline2	Halictidae	Lasioglossum	pauillum	Lasioglossum/pauillum	L_pauillum	10.v.2017	Golzinne	Champ expé	Belgique

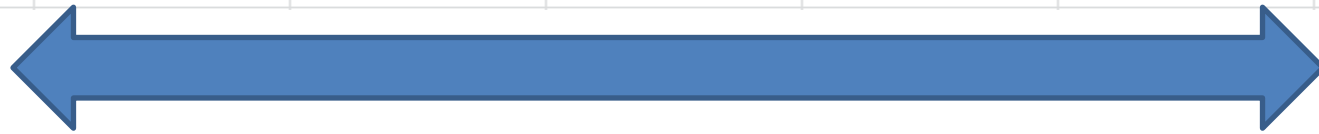
- Une observation = ligne
- Une variable (discrète/continue) = colonne
- Attention aux fautes d'orthographe → avoir une seule dénomination pour éviter les doublons
- Utilisation des 26 lettres de l'alphabet anglo-saxon (éviter les « é » « à »...)
- Attention aux espaces privilégier les « _ »

BDD secondaire

	A	B	C	D	E	F	G
1	Zone	PiegeSite	And_cineraria	And_fulva	And_nitida	And_vaga	Apis_mellifera
2	GC	GC1	1	0	0	0	0
3	GC	GC2	4	0	0	0	0
4	GC	GC3	9	0	0	0	0
5	PAT	PAT1	91	0	0	0	0
6	PAT	PAT2	79	0	0	0	0
7	PAT	PAT3	62	0	0	0	0
8	VER	VER1	4	0	0	0	0
9	VER	VER2	3	0	0	0	0
10	VER	VER3	11	0	0	0	0
11	ZH	ZH1	2	0	0	0	0
12	ZH	ZH2	7	0	0	0	0
13	ZH	ZH3	14	0	0	0	0
14	PAT	PAT	14	1	1	0	1
15	VER	VER	1	0	0	1	6
16	GC	GC	0	0	0	0	0
17	ZH	ZH	1	0	0	0	5



Co-variables = Facteurs



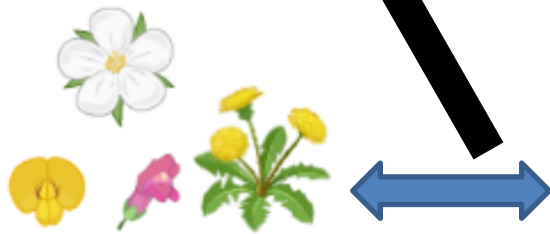
Variables = N espèces entomologiques

BDD adapté à la plupart des packages R : Vegan,
entropart,... + changement de format en .csv

Cas d'étude: Bande fleuries en interculture dans un système de blé d'hiver



Quel est la capacité d'attraction sur des insectes pollinisateurs de
différentes bandes fleuries en interculture ?



Ressources florales

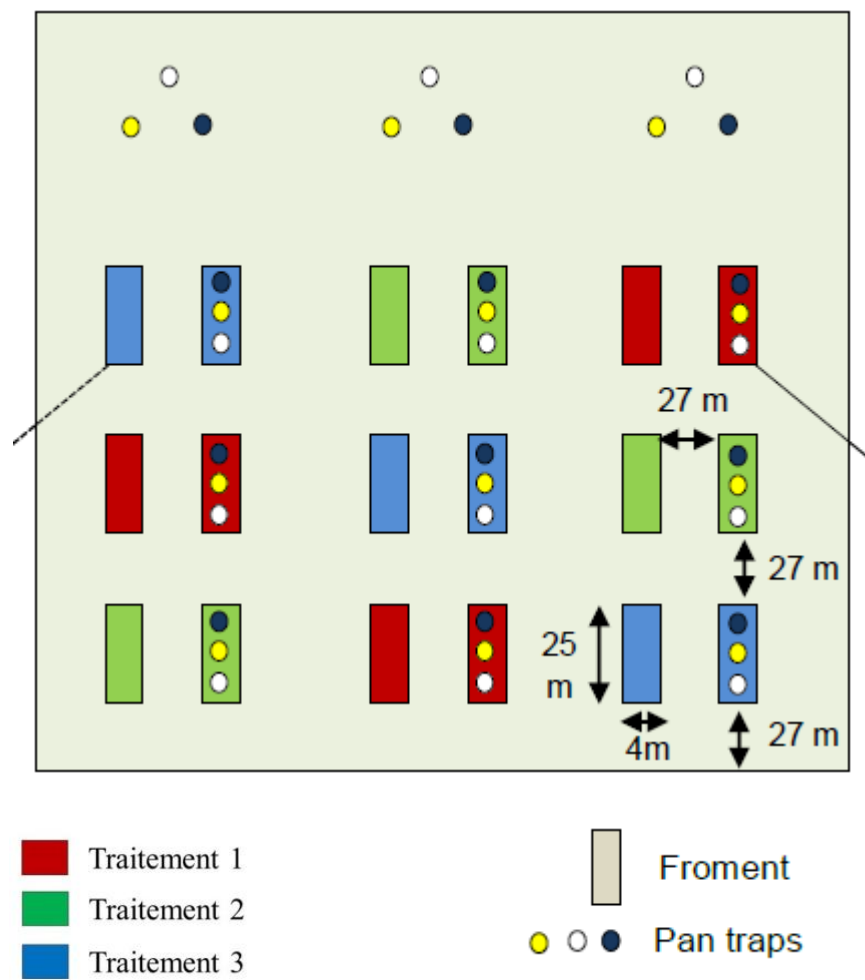
Pollinisateurs



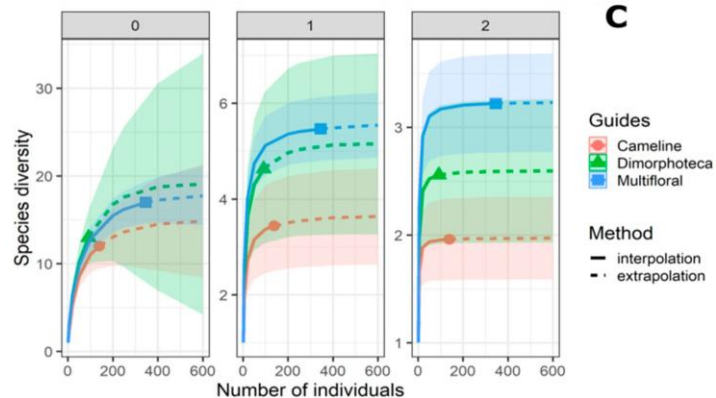
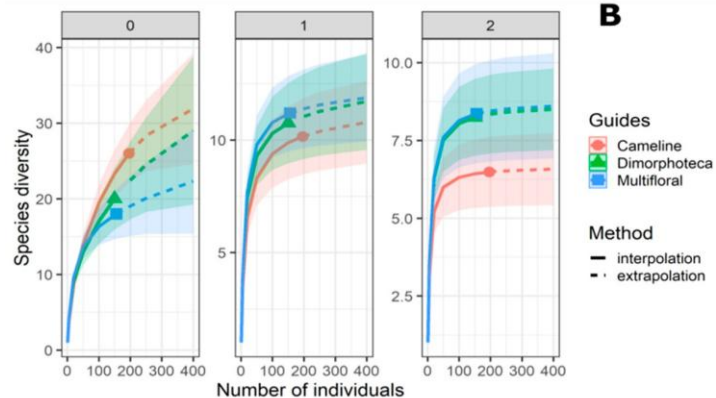
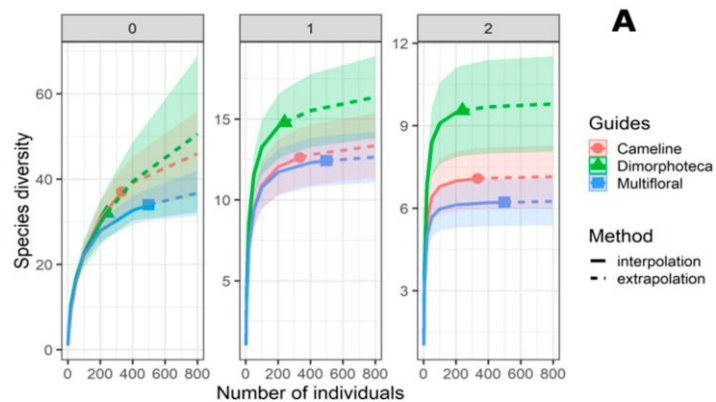
Site d'étude:

Deux bandes monoflorales et une bande mutliflorale

De Mai à Juillet 2017



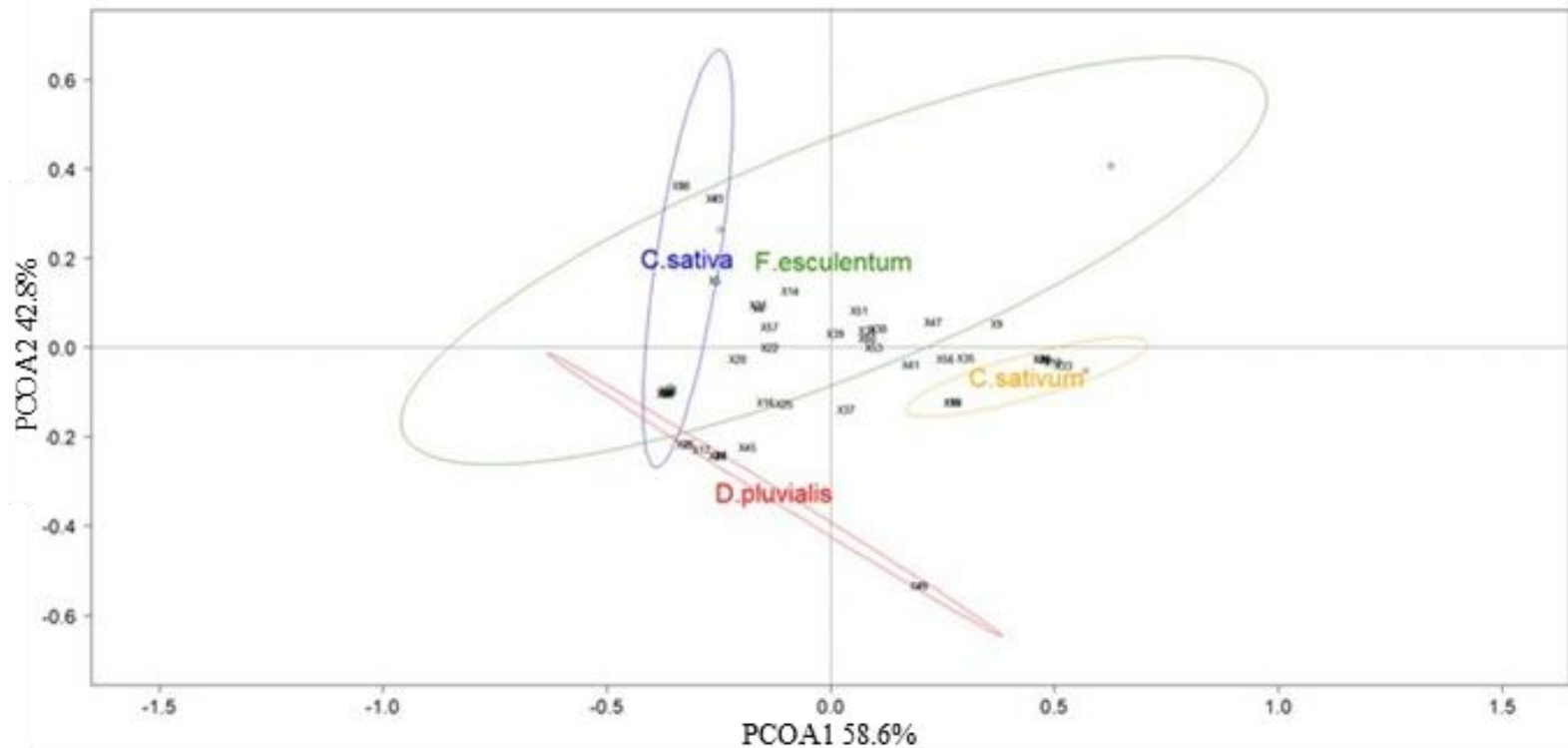
Résultats



- 1184 insects pollinisateurs appartenant à 61 espèces: 18 de syrphes (583 individus) 43 d'abeilles (601 individus).
- Sphaerophoria scripta* (Linnaeus 1758),
Eristalis tenax (Linnaeus 1758),
Lasioglossum pauxillum (Schenck 1853),
Lasioglossum morio (Fabricius 1793)
and *Andrena flavipes* (Panzer 1799)
- A. nitidiuscula* Schenck 1853 status de conservation


Résultats

- Composition différente de communautés en fonction des bandes fleuries



Article

Flower Strips in Wheat Intercropping System: Effect on Pollinator Abundance and Diversity in Belgium

Clara Amy ^{1,*}, Grégoire Noël ¹, Séverin Hatt ^{1,2}, Roel Uyttenbroeck ^{2,3}, Frank Van de Meutter ⁴ , David Genoud ⁵ and Frédéric Francis ¹

¹ Functional and Evolutionary Entomology, Department of Agronomy, Biology and Chemistry, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium; gregoire.noel@uliege.be (G.N.); severin.hatt@uliege.be (S.H.); frederic.francis@uliege.be (F.F.)

² TERRA—AgricultureIsLife, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium; roel_uyttenbroeck@hotmail.com

³ Biodiversity and Landscape, Department of Biosystems Engineering, Gembloux Agro-Bio Tech, University of Liege, Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium

⁴ The Research Institute for Nature & Forest (INBO), Herman Teirlinck building, Venue du Port, 1000 Brussels, Belgium; frank.vandemeutter@kuleuven.be

⁵ Diagnostic, Gestion, Expertise (DGE), 10 rue du Président Fallières, 11000 Carcassonne, France; dge-davidgenoud@orange.fr

* Correspondence: amy.clara@orange.fr; Tel.: +33-609-170-573



Cas d'étude 2: Biodiversité des Lépidoptères dans les forêts Est de Madagascar



Papillons tropicaux

Objectifs premier :

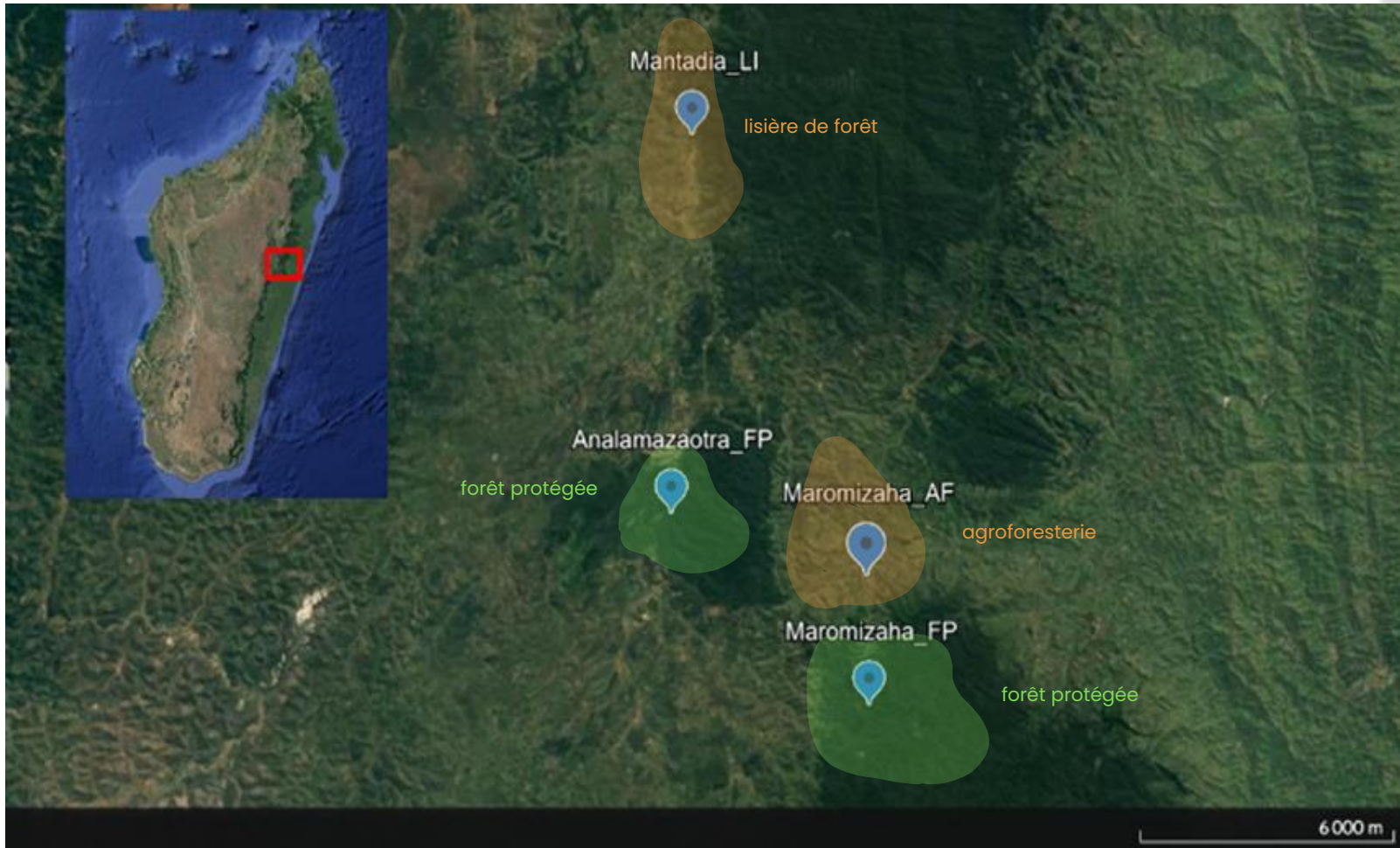
Diversité des papillons entre aires protégées et zones anthropisées

- + Modalités d'échantillonnage
- sensibles aux perturbation d'habitat
 - Abondance et la richesse spécifique
 - Taxonomie assez bien résolue
 - Facilité d'échantillonnage

= Indicateurs de santé environnementale



Zone d' étude : Région d'Andasibe, Forêts de l'Est



Méthodes de piégeages

Piège à Charaxes



Passif

Appât de bananes
fermentées

Relevés 2x/jour

Filet à papillons



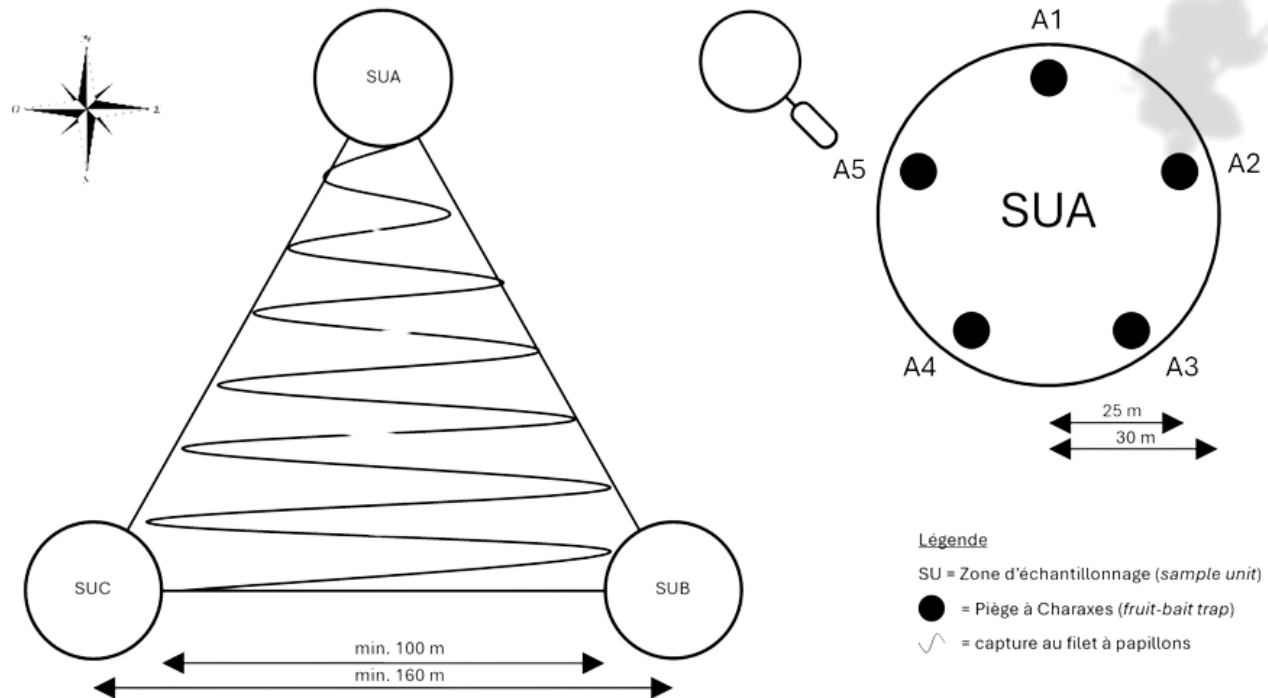
Actif

9 à 12h et 14 à 17h

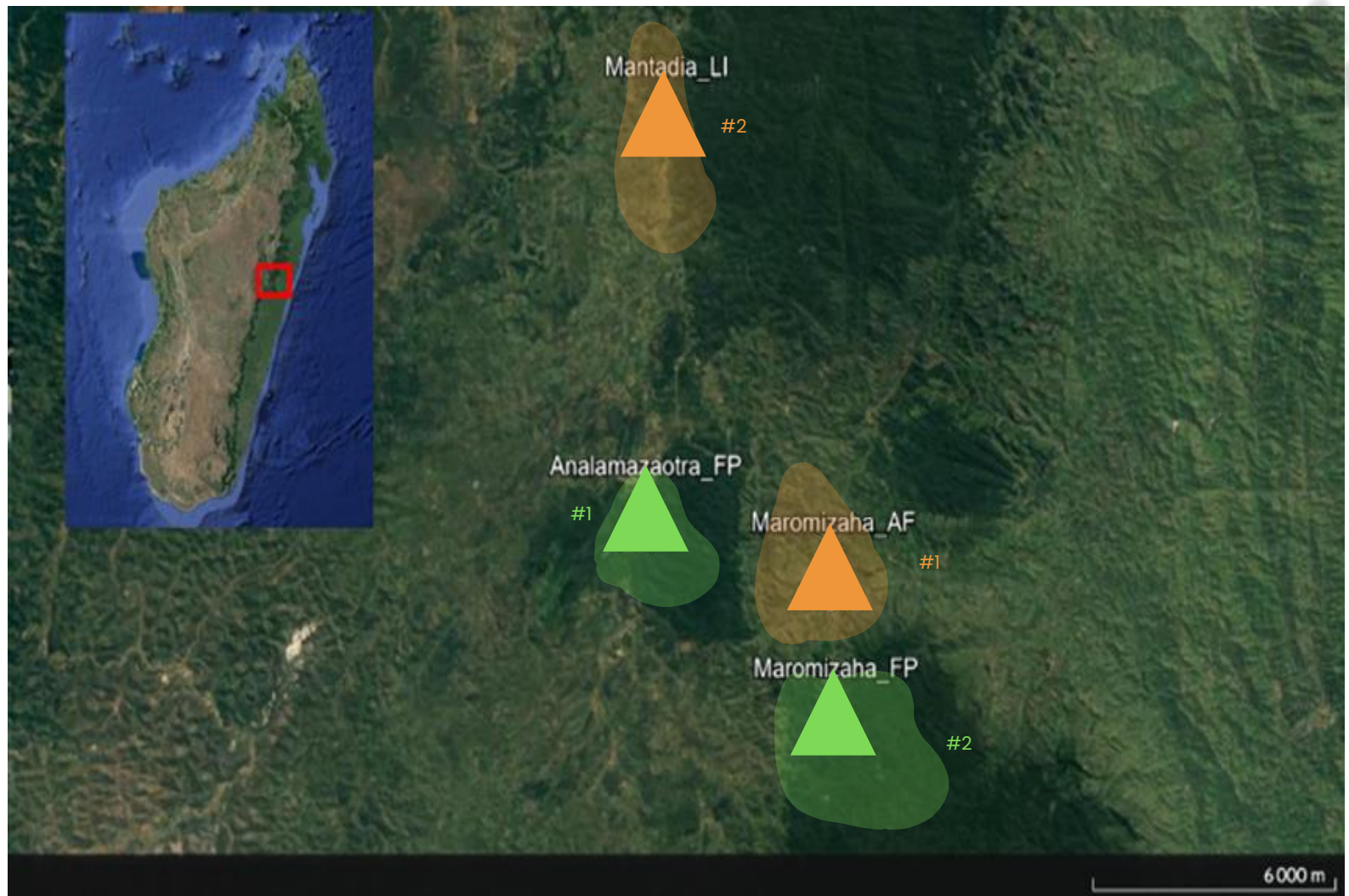
Méthodes de piégeage



Dispositif d' échantillonnage



Design experimental final



Traitement des collectes

Identification

Classification

Traits de vie

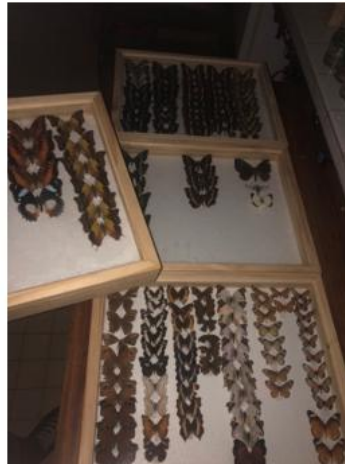


Mise en collection

Etiquetage

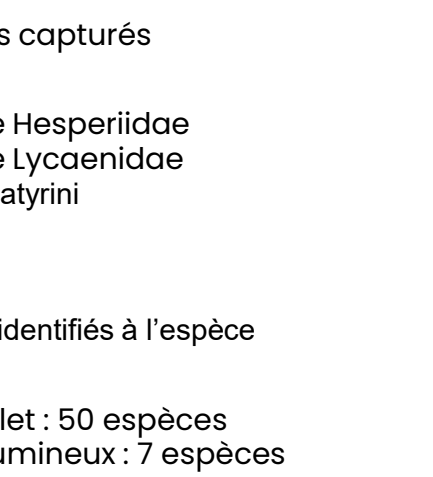
Encodage numérique

Boîte entomologique



Traits de vie

- Endémisme
 - Endémique à Madagascar
 - Cosmopolite
- Distribution (littérature)
 - Forestier
 - Généraliste



spécimens capturés

dont:

- Famille HesperIIDae
- Famille Lycaenidae
- Tribu Satyrini

$$\begin{array}{c} Y \Sigma \\ \Sigma \end{array}$$

papillons identifiés à l'espèce

dont :

- PC + Filet : 50 espèces
- Drap lumineux : 7 espèces

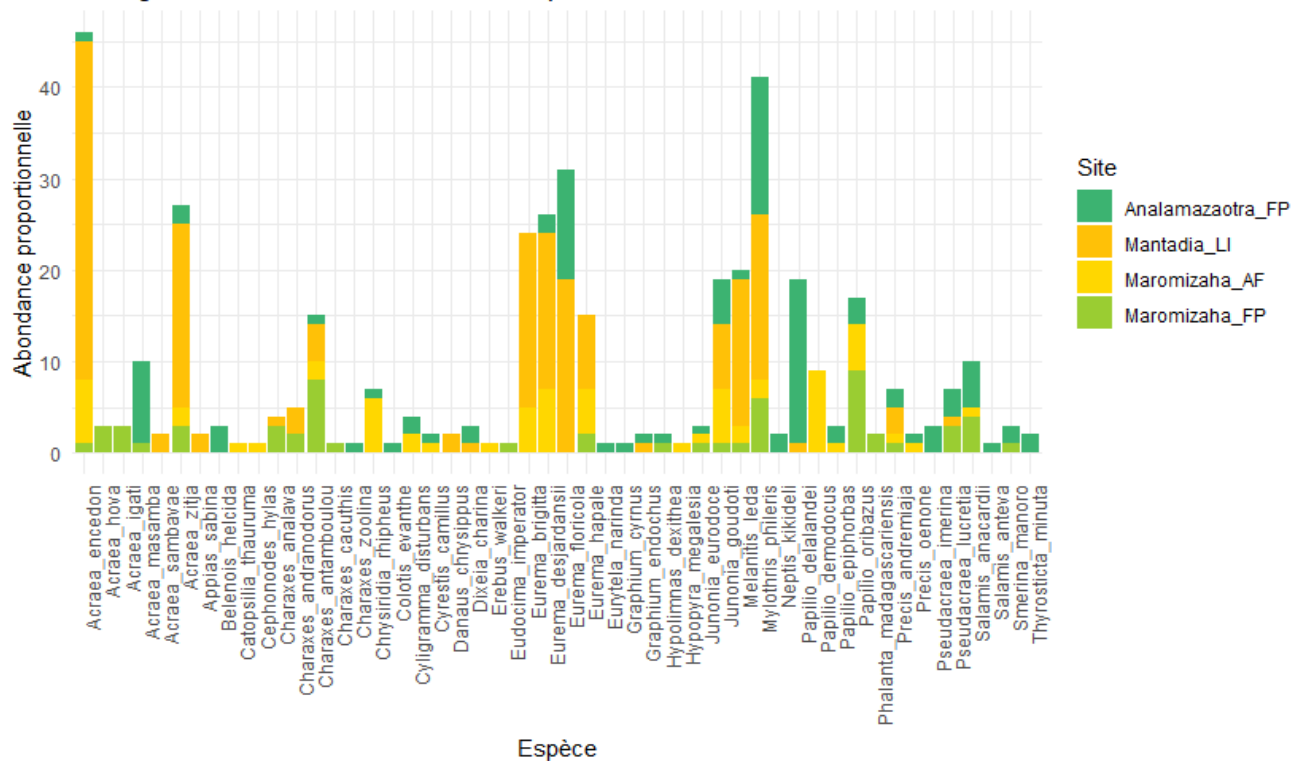
Description de la capture par type d'habitat

Modalité	Abondance	Richesse spécifique
Aire protégée	165	41
Zone anthropisée	253	33
Total général	418	50

+ d'espèces
+ d'abondance



Histogramme de la distribution des espèces

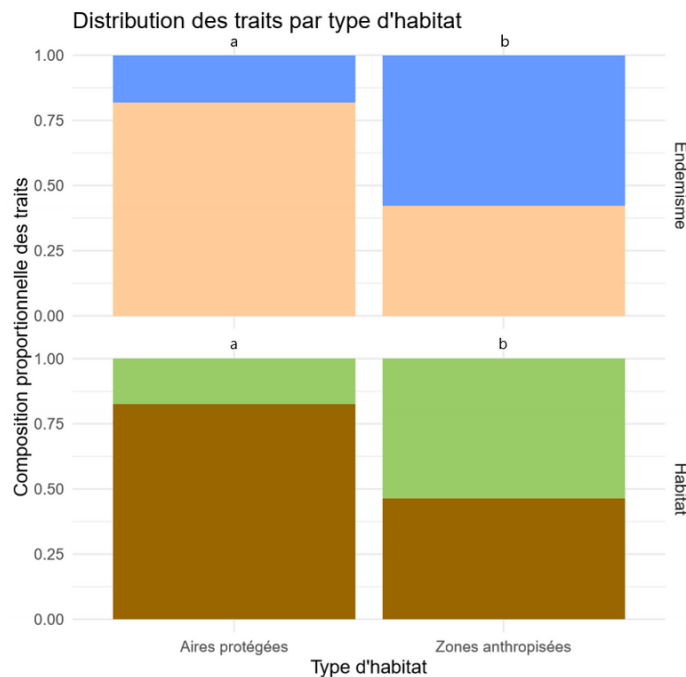


Zone anthropisée :
surreprésentation de
certains taxons

Aire protégée :
diversité plus
homogène



G-test : Analyse des traits de vie



Modalité	Ddl	p-valeur
Site	3	< 0,001 -> hautement significatif
Type d'habitat	1	< 0,001 -> hautement significatif

Aire protégée :

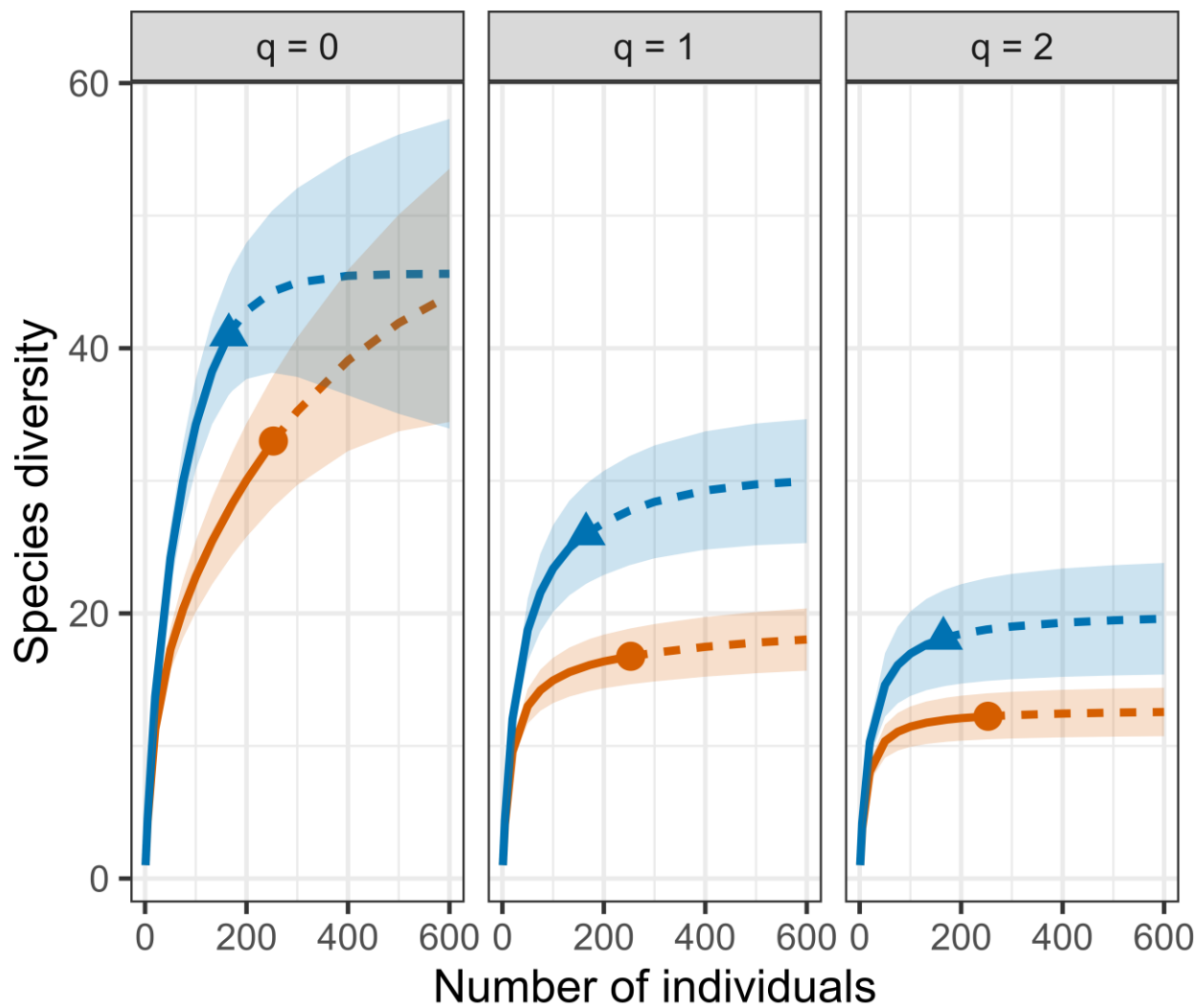
80% de papillons forestiers et endémiques

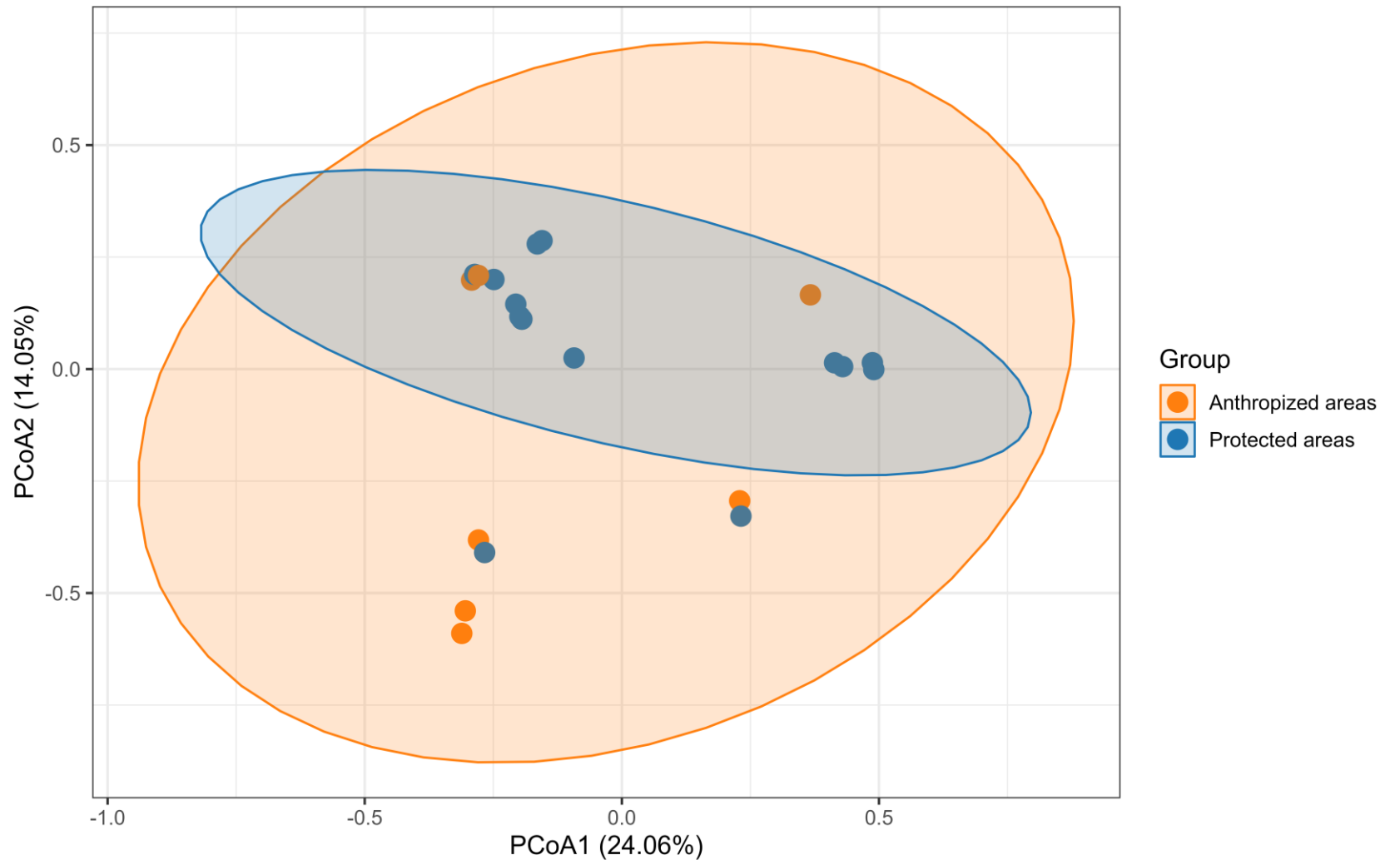
- Niches écologiques étroites
- Forte dépendance

Zone anthropisée :

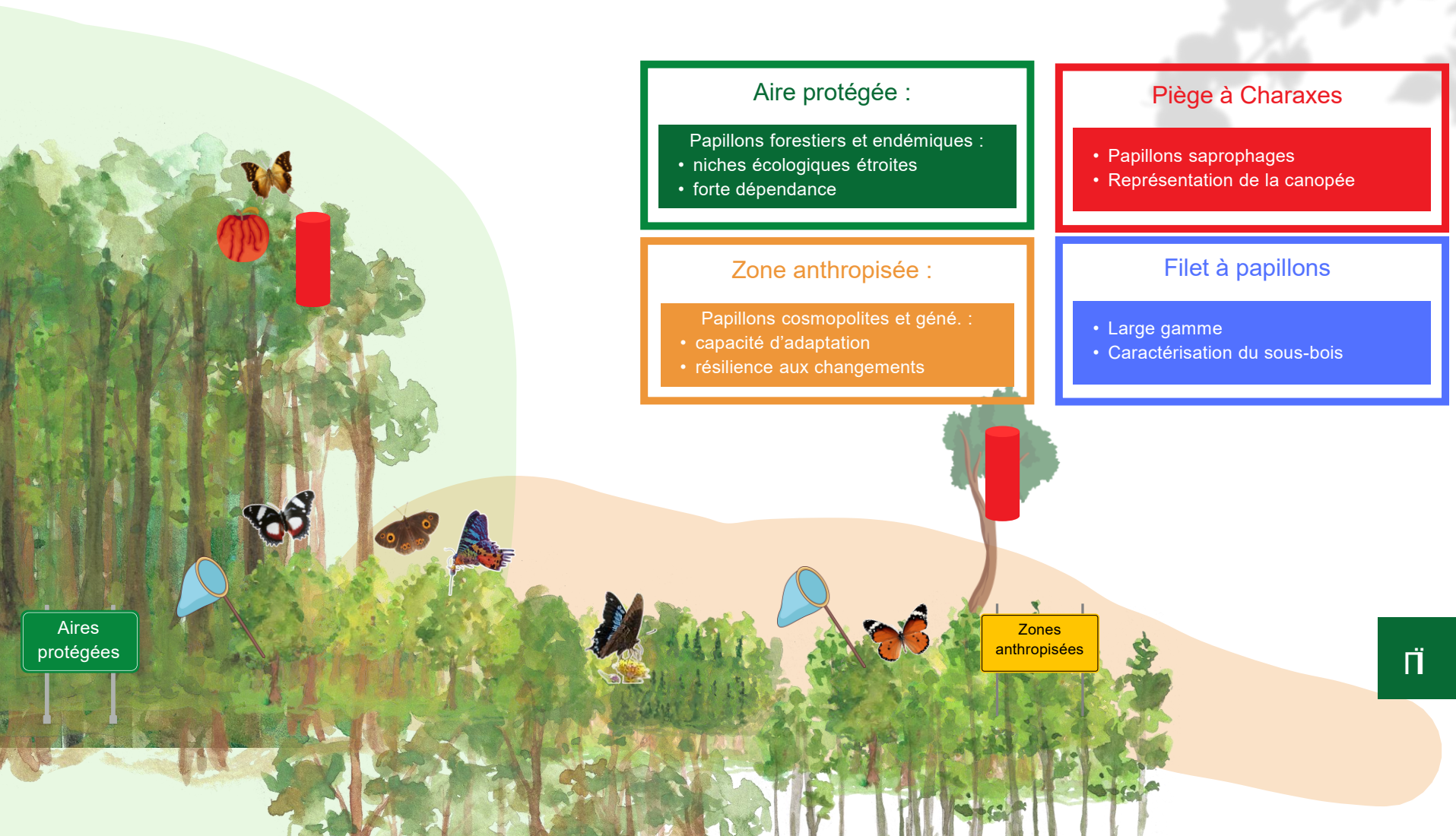
Papillons cosmopolites et généralistes

- grande capacité d'adaptation à une diversité de micro-habitats
- résilients aux changements





Conclusion



Article

Lepidopteran Biodiversity in Madagascar's Eastern Forests: Assessing Species Distribution Across Protected and Anthropized Landscapes

Robin Hannoteau ¹, Finaritra Ravalison ², Brayan Randrianarivelo ², Andrianjaka Ravelomanana ², Naya Trolin ¹, Rudy Caparros Megido ¹, Arnaud Segers ¹, Frédéric Francis ¹ and Grégoire Noël ^{1,*}

¹ Laboratory of Functional and Evolutionary Entomology, University of Liège, Gembloux Agro-Bio Tech, Belgium.

² Department of Entomology, Faculty of Science Mention E-CES, University of Antananarivo, Madagascar.

Utilisation du Logiciel R



NUMERICAL ECOLOGY

SOLUS

Pierre Legendre &
Louis Legendre

(1998)

Use R!

Daniel Borcard
François Gillet
Pierre Legendre

Numerical Ecology with R

(2011)

Springer



Merci de votre attention !

