Hétérogénéité fonctionnelle et biodiversité : effets des interfaces et de la mosaïque agricole sur la biodiversité

Remi Duflot, Françoise Burel, Stéphanie Aviron, Aude Ernoult, Flore Ballaud, Romain Georges

▶ **To cite this version:**

Remi Duflot, Françoise Burel, Stéphanie Aviron, Aude Ernoult, Flore Ballaud, et al.. Hétérogénéité fonctionnelle et biodiversité : effets des interfaces et de la mosaïque agricole sur la biodiversité. Colloque IALE France, Centre National du Machinisme Agricole, du Génie Rural, des Eaux et Forêts (CEMAGREF). Saisissez le nom du laboratoire, du service ou du département., Aix en Provence, FRA., Nov 2011, Aix en Provence, France. 28 p. hal-01458613

HAL Id: hal-01458613
https://hal.science/hal-01458613

Submitted on 6 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Hétérogénéité fonctionnelle et biodiversité : effets des interfaces et de la mosaïque agricole sur la biodiversité

Rémi DUFLOT
Ecobio et SAD Paysage

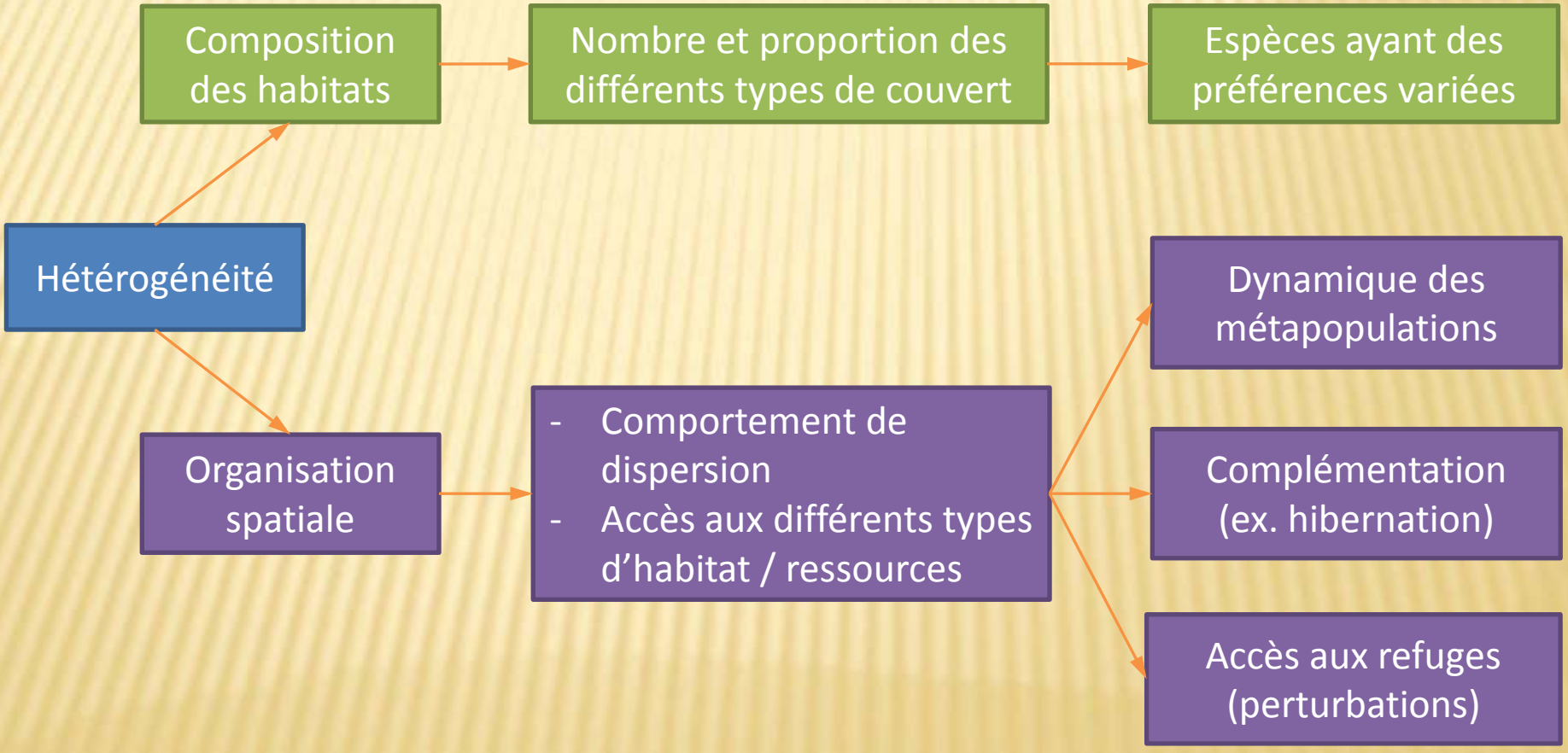
duflot.remi@gmail.com

Co-auteurs

- Francoise BUREL
- Stéphanie AVIRON
- Aude ERNOULT
- Flore BALLAUD
- Romain GEORGES

Hétérogénéité et diversité

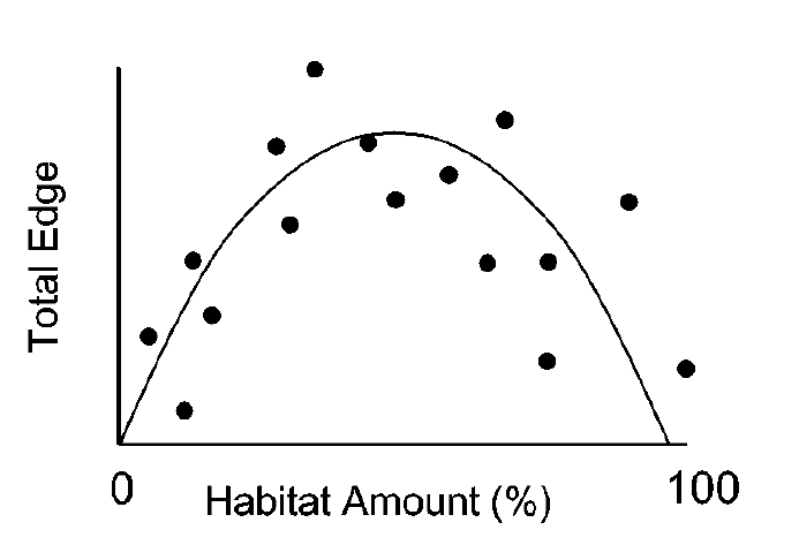
L'hétérogénéité est un facteur majeur pour le maintien de la biodiversité dans les paysages agricoles.



(Benton et al., 2003; Tscharntke, 2005; Le Roux, 2008; Fahrig, 2011)

Séparer la composition de l'organisation spatiale

- La composition et l'organisation spatiale des paysages sont corrélées
  (Fahrig, 2003)



- Hétérogénéité est souvent :
  - évaluée par la proportion des habitats
  - sans tenir compte de l'organisation spatiale
  - ou en utilisant une mesure corrélée avec la quantité d'habitat

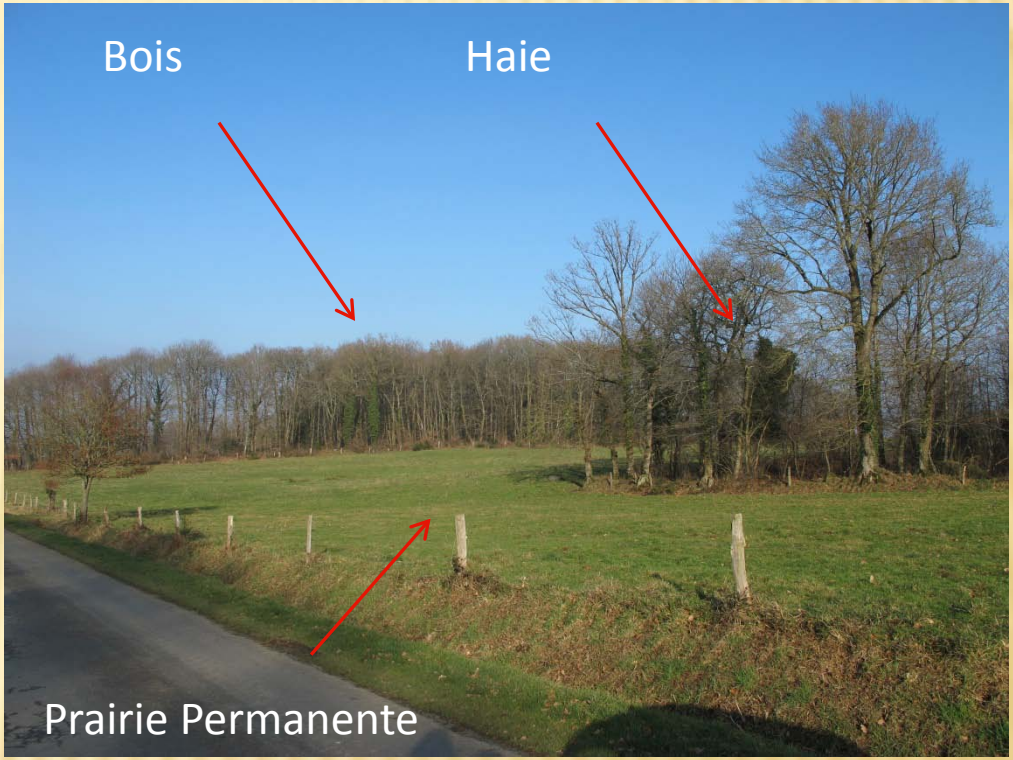
- L'hétérogénéité de la mosaïque agricole reste peu étudiée

-> pourrait influencer les espèces qui utilisent les cultures dans leur cycle de vie

Les habitats semi-naturels (SNH) et interfaces

-> Deux structures importantes des paysages agricoles pour la biodivertsité

Habitats semi-naturels *(Billeter, 2008)*:
Rôle clé pour la préservation
Habitats et corridors
Refuges
Sources de recolonisation des habitats perturbés

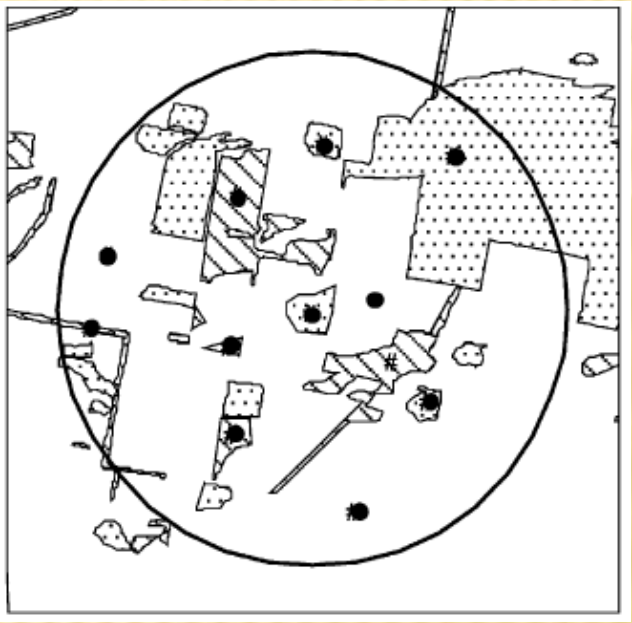


Interfaces:
Mouvements entre patches
Mesure de l'hétérogénéité spatiale
3 types d'interface - culture / culture
- SNH / SNH
- culture / SNH

Question: Quelle est l'importance des interfaces entre SNH et parcelles cultivées dans le maintien de la biodiversité des paysages agricole ?

Créer un double gradient

-> Objectif : un dispositif expérimental sans corrélation entre % SNH et longueur d'interfaces



Besoin de :

1/ Travailler à l'échelle du paysage ("whole mosaic")

2/ Echantillonner plusieurs patches et types d'habitat
-> mesurer la diversité à l'échelle du paysage = Gamma

3/ Sélectionner les paysages en fonction des paramètres à tester

Mesurer d'autres paramètres de l'hétérogénéité :
-> Intégrer l'effet de la mosaïque des cultures

- Proportion des différents types de culture
- Hétérogénéité totale
- Densité de bordures (Edge Density)

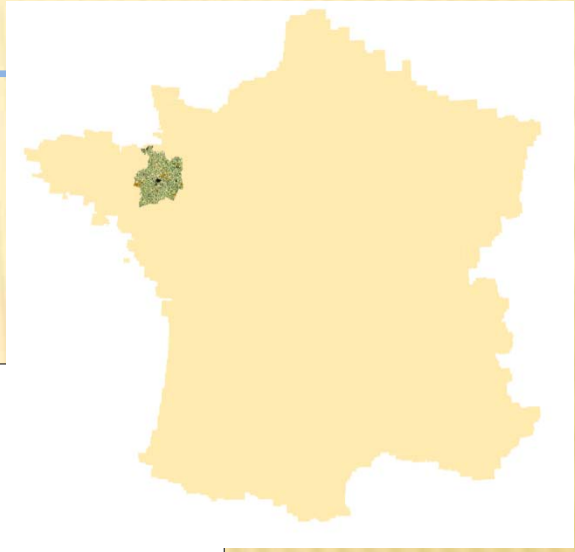
$$\text{Heterogeneity} = -\sum_{q=1}^{na} Pq \times \ln(Pq)$$

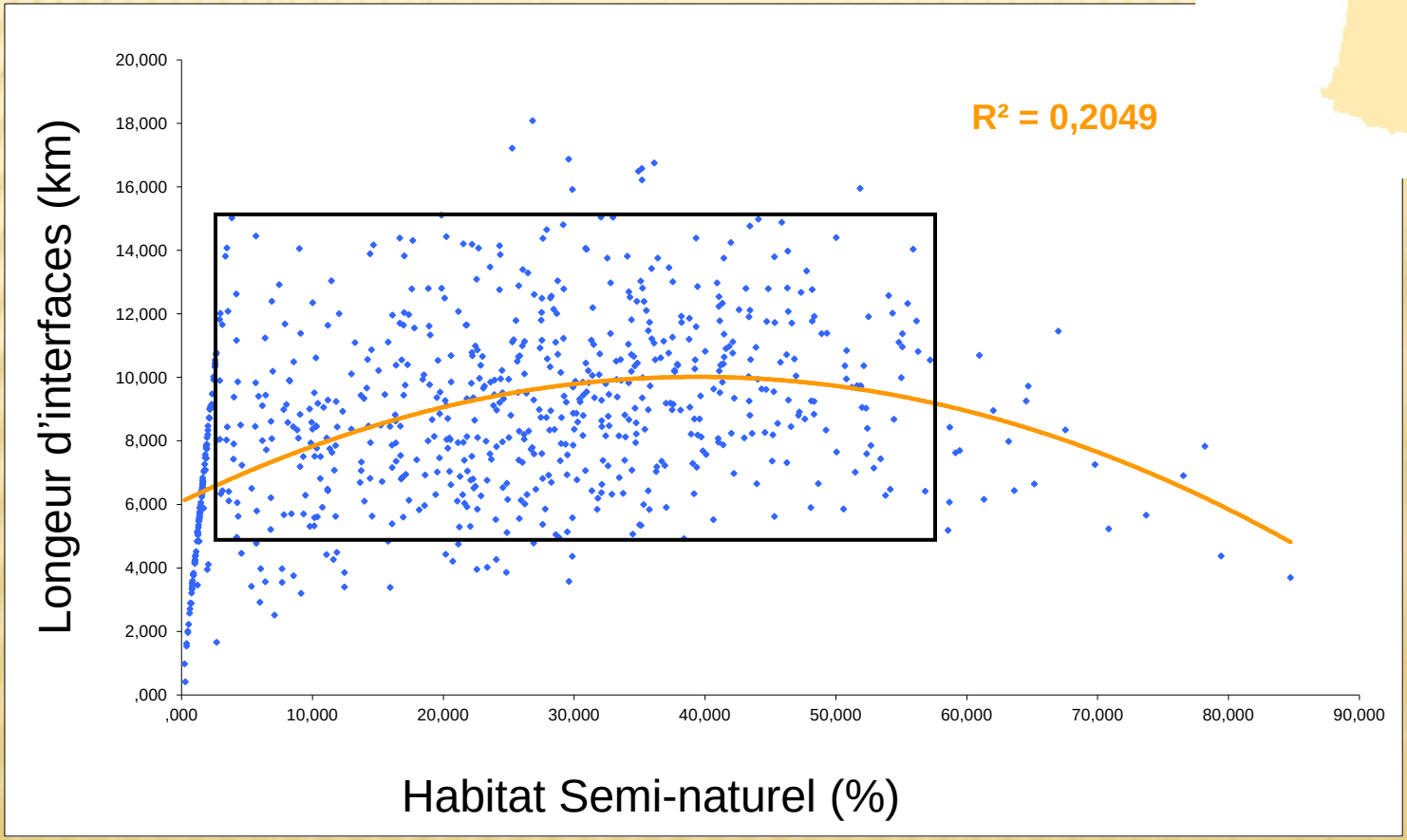
(Bennett, 2006 ; Crist, 2003; Burel & Baudry, 2003*)*

Sélection des sites d'étude

Screening de plus de 8000 kilomètres carrés

- Sélection de 20 sites sans corrélation entre % SNH et longueur d'interfaces SNH / Culture

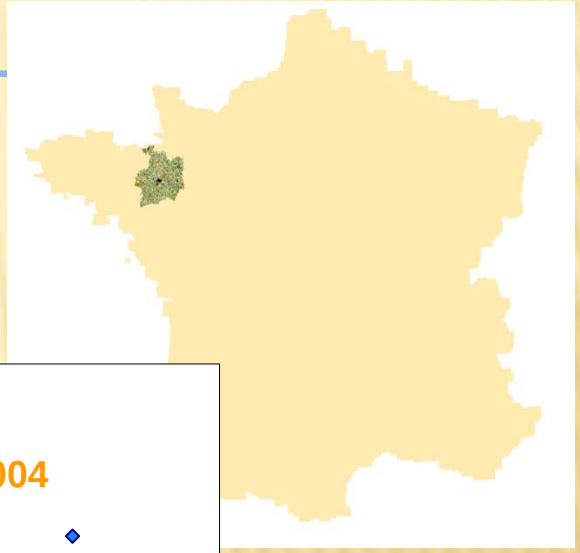


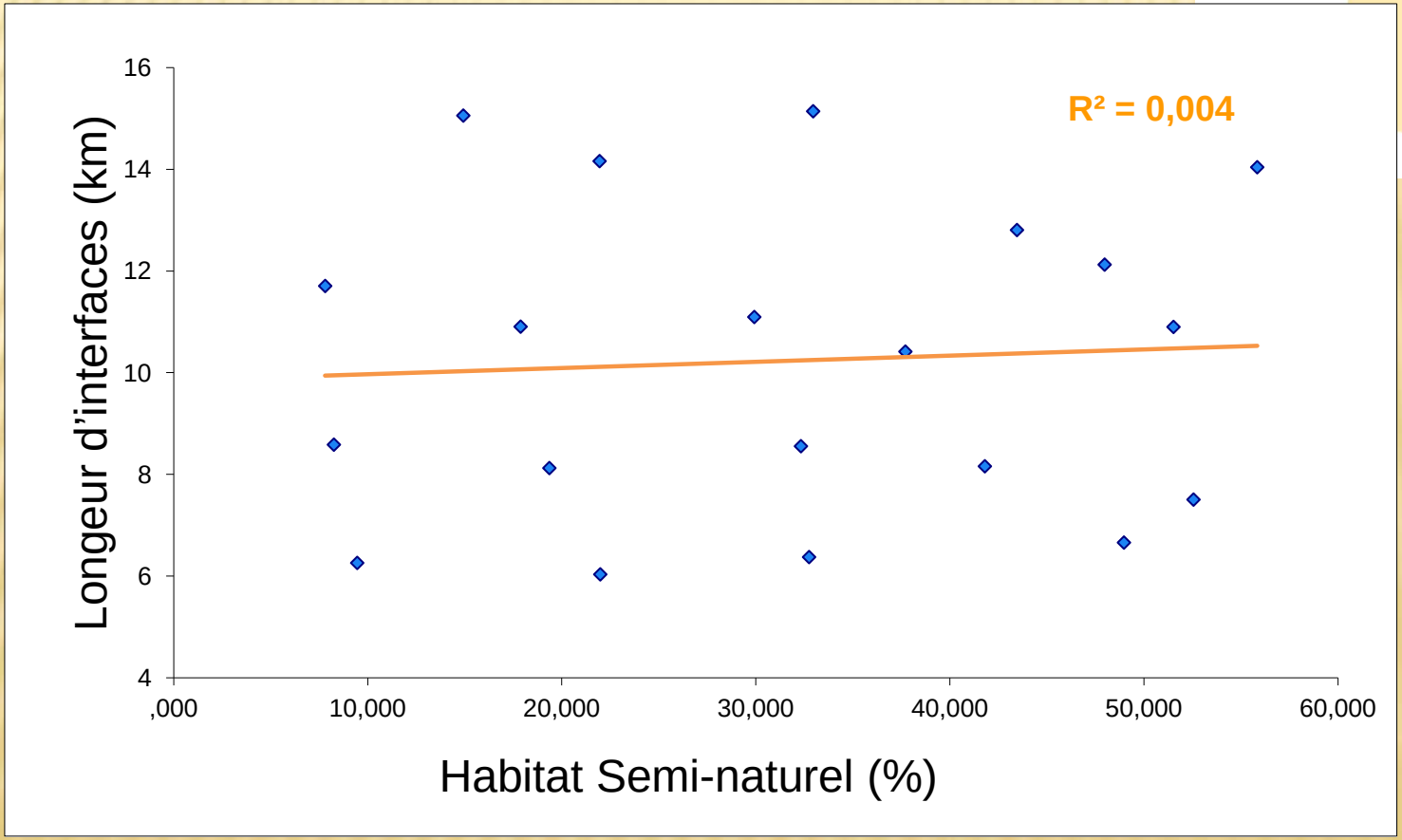


Sélection des sites d'étude

Screening de plus de 8000 paysages carrés 1km x 1km:

- Sélection de 20 sites sans corrélation entre
  % SNH et longueur d'interfaces SNH / Culture

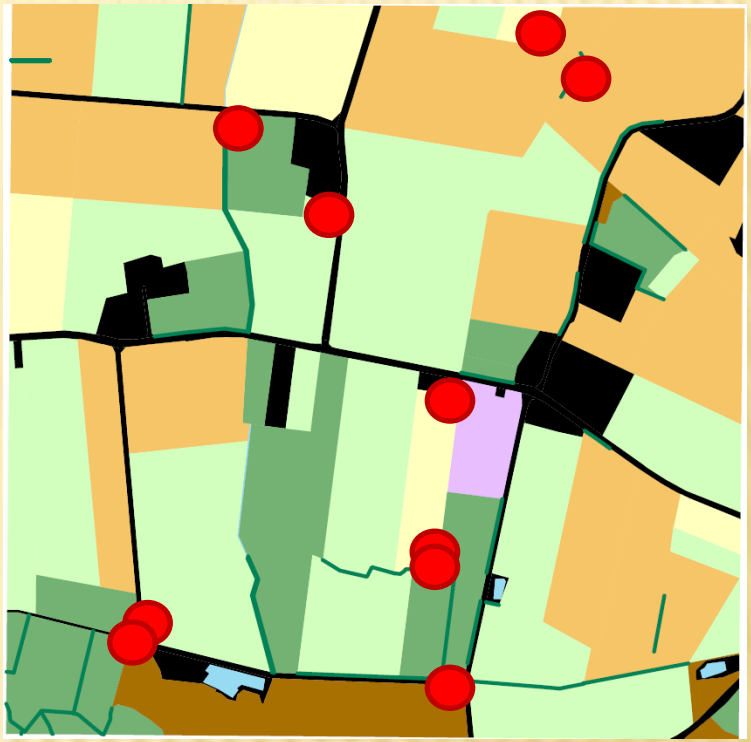




Etude de la biodiversité

Deux modèles d'étude

- Carabidés (pièges Barber)
- Plantes vasculaires (quadrats)



Plan d'échantillonnage stratifié

2 réplications pour 5 types d'habitat

- Boisement
- Haie
- Prairie permanente
- Prairie temporaire
- Céréale d'hiver (blé)

-> 10 points d'échantillonnage / paysage = 200 relevés par modèle

Données carabes pas encore disponibles

-> je présenterai les résultats sur la flore.

Hypothèses

I. La diversité Gamma augmentent avec le % SNH

- Plus d'habitat favorable disponible

I. La diversité Gamma augmente avec la longueur d'interfaces

- Favorise les échanges entre patches et habitats

II. Rôle important des cultures pour certaines espèces

- Carabes de cultures, plantes adventices

Diversité Gamma / Flore

Construction d'un model linéaire multiple (avec puis sans interactions)

Gamma ~ % SNH * Interfaces

-> Aucune variable du gradient ni interaction n'a d'effet significatif sur la diversité Gamma

Même avec un gradient avec une étendue importante des paramètres

	% Habitat semi-naturel	Interface SNH / Culture (km)
MIN	18,7	5,5
MAX	53,8	17,3

Contradiction avec les hypothèses d'origine et les travaux publiés

-> on parle de diversité Gamma et non Alpha (d'un seul habitat)

Diversité Gamma / Flore

-> Model explicatif de la variation de diversité Gamma

	significativité	Effet
% Maïs	**	-
% Haie (surface)	*	-
Densité de bordures[(1)]	*	+

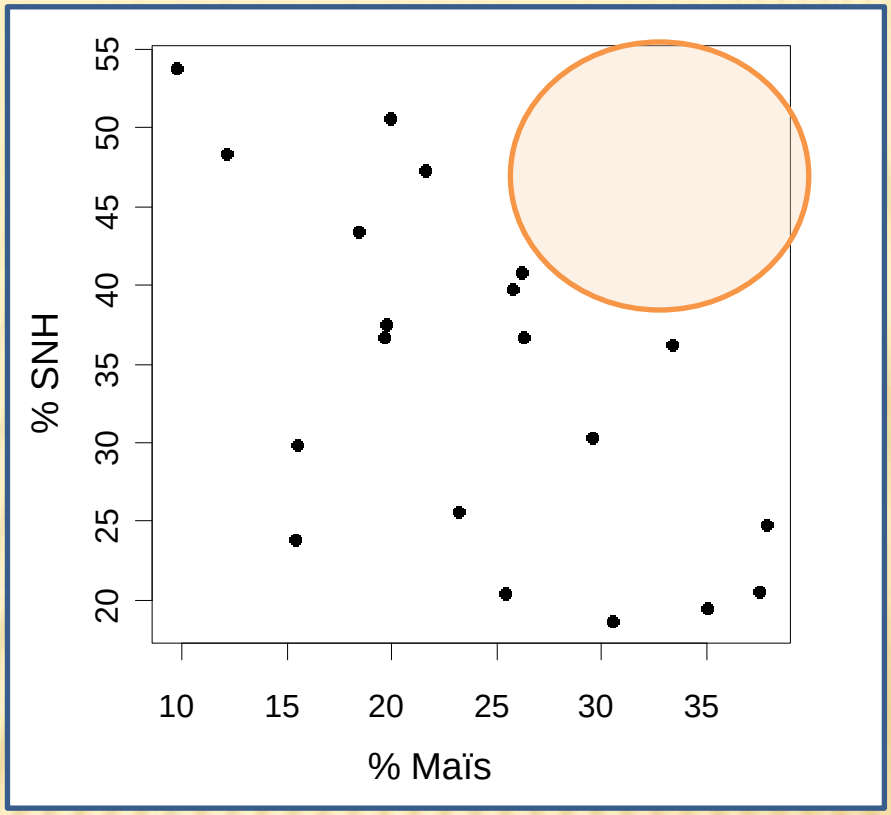
[(1)] Edge Density in Fragstat

R^2 = 44 % P-value = 0,006**

<u>Variance non expliquée</u>

- Pratiques d'exploitation
- Gestion des prairies, des haies, bois
- Variations environnementales locales (ex: bois et prairies humides)

Effet Négatif du Maïs / Flore



Paysages avec pourcentage élevé de maïs -> peu d'habitat semi-naturel

La proportion de maïs est aussi un indicateur d'intensification agricole

- maïs = culture avec plus d'herbicide
- associé à l'élevage -> effluents

Effet Négatif des haies / Flore

Source : Site internet ZA Pleine-Fougère

- Effet négatif des haies
- Résultat surprenant
- à l'inverse des résultats existants

Mais on travaille sur Gamma
Etudes existantes centrées sur l´alpha

- Hypothèse : Barrière à la dispersion des graines d'espèces prairiales par le vent (cf. présentation Aude Ernoult)

- Echantillonnages milieux ouverts sur représentés (biais dans le calcul du Gamma)
  (4 Prairies + 2 céréales vs 2 haies + 2 bois)

Effet positif sur les éléments boisés, effet qui pourrait être masqué.

Effet positif des bordures/ Flore

Densité de bordures = quantité d'interface en générale

- Interfaces SNH / culture
- Interfaces Culture / culture
- Interfaces SNH / SNH
- Interfaces avec le bâti

Effet positive des interfaces / Flore

- Réseau de bordures
  -> forte connectivité

- Bordures de champs et d'habitat semi-naturel favorable à la flore

Bordure Culture / Route

-> Intérêt de considérer également la matrice agricole en plus des SNH

-> Bordures au sein des cultures sont aussi très importantes (hypothèse)

Conclusion

- % SNH et longueur d'interfaces SNH / Culture n'ont pas d'effet sur la diversité floristique à l'échelle du paysage (Gamma)

  - Contradiction avec les études montrant un effet positif
    - résultats centrés sur la diversité locale (Alpha)

- Intérêt de considérer également la matrice agricole en plus des SNH

  - Effet négatif du % Maïs (indicateur d'intensification agricole)
  - Effet positif des bordures en générales dont les interfaces Culture / Culture

- Effet négatif des haies sur la diversité Gamma
  - Résultat surprenant même si études existantes centrées sur l'Alpha
  - Hypothèses :

    Haies = barrières pour les espèces d'espèces prairiales ayant une dispersion par le vent

Remerciement

IALE France pour l'invitation

Directeurs et stagiaires

References

- Benton *et al.*, 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends in Ecology & Evolution*

- Tscharntke *et al.*, 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity - ecosystem service management. Ecology Letters

- Le Roux *et al.*, 2008. Agriculture et biodiversité. Valoriser les synergies: Expertise scientifique collective, rapport, INRA

- Fahrig, 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*

- Fahrig *et al.*, 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecology letters*

- Boitani *et al.*, 2007. Ecological networks as conceptual frameworks or operational tools in conservation. *Conservation Biology*

- Billeter *et al.*, 2008. Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study. *Journal of Applied Ecology*

- Bennett, 2006. Properties of land mosaics: Implications for nature conservation in agricultural environments. *Biological Conservation*

- Crist, 2003. Partitioning Species Diversity across Landscapes and Regions: A Hierarchical Analysis of α, β, and Υ Diversity. *The American Naturalist*

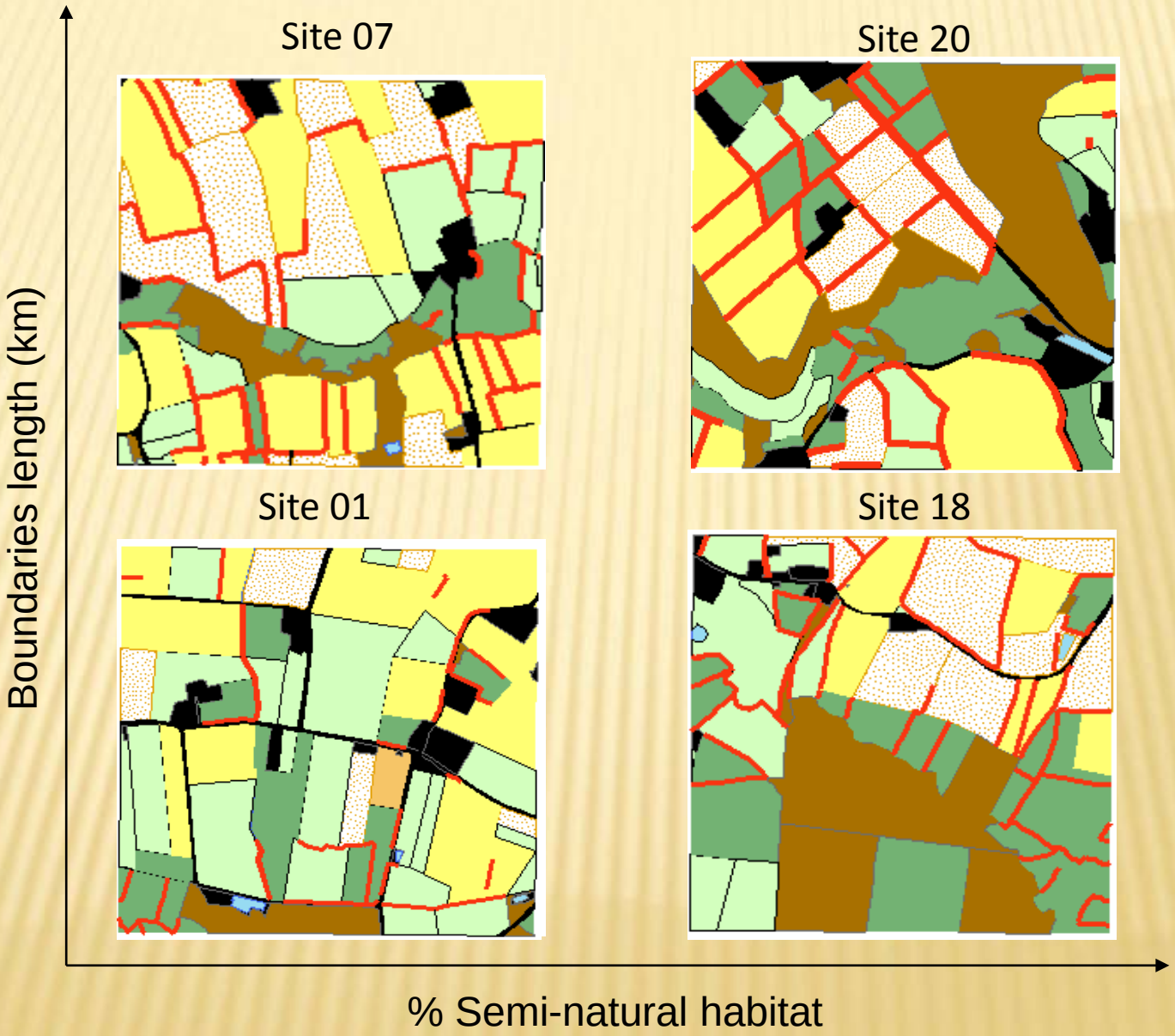
- Burel & Baudry, 2003. Landscape ecology : Concepts, methods and applications. Science Publishers, Inc. Enfield, NH, USA

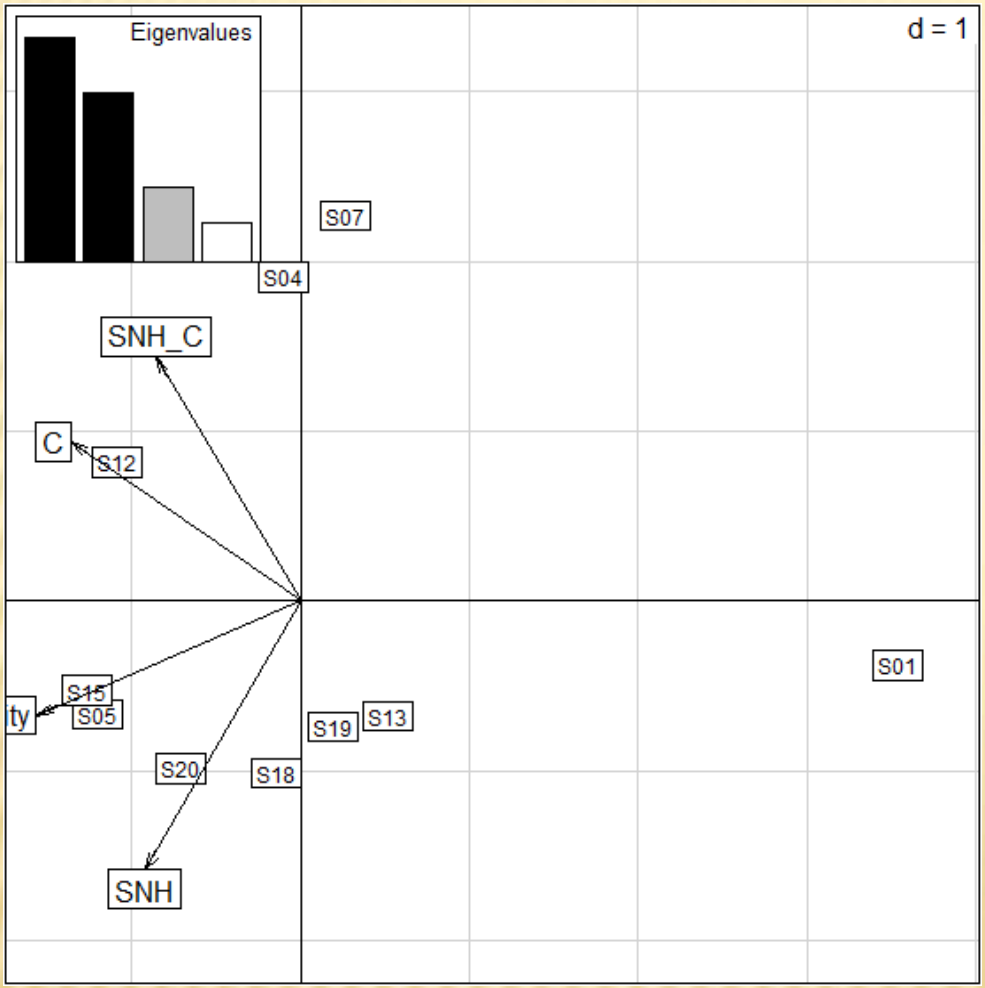
- Huston, 1994. Biological Diversity, the coexistence of species on changing landscapes. Cambridge University Press. p 95

Heterogeneity Effects

Mobility/Perception/Size of Organism		Actual Physical Heterogeneity of the Environment: LOW	Actual Physical Heterogeneity of the Environment: HIGH
		LOW	**HIGH**
	LOW	Effective Heterogeneity: LOW Competition Intensity: HIGH Species Diversity: LOW	Effective Heterogeneity: HIGH Competition Intensity: LOW Species Diversity: HIGHEST
	HIGH	Effective Heterogeneity: LOW Competition Intensity: HIGH **Species Diversity: LOWEST**	Effective Heterogeneity: LOW Competition Intensity: HIGH **Species Diversity: LOW**

Huston, 1994


Site 07
Site 20
Site 01
Site 18
Boundaries length (km)
% Semi-natural habitat



PCA on environmental variables
Axis 1 : 44%
Axis 2 : 33% (cumulated 77%)

Heterogeneity and Cerals are the main variable of Axis 1.

Site S01 has low X.C and low Heterogeneity

S04 et S18 medium / medium

S15, S05 and S11 have high X.C and high heterogeneity

(07/13/19/20)

-> The effect of heterogeneity and cereals are partially mixed

Résultats préliminaires

Les résultats carabes inclus

- 10 sites sur le gradient pour les carabes

-> Les paysages avec plus de céréales ont aussi plus d'hétérogénéité

- Deux premières périodes de piégeage (pooled) pour les carabes (out of 6)
  - 4 périodes en Mai/ Juin
  - 2 périodes en Septembre
- Les 20 sites pour la flore
- Diversité Gamma analysé avec des Model Linéaires Multiples

General

-> L'effet des variables sur la répartition des espèces est bien estimé

Coinertia RV-coeficient = 63% (carabes) / 44% (Plantes)

Carabes : 73 espèces ; 30 % présente dans moins de 3 sites

Plants: 278 espèces ; 46 % présente dans moins de 3 sites

-> Nos résultats sont sensibles aux espèces rare

Hypothèses

I. La diversité Gamma augmentent avec le % SNH
   - Plus d'habitat favorable disponible

II. La diversité Gamma augmentent avec la longueur d'interfaces
   - Favorise les échanges entre patches et habitats

III. Rôle important des cultures pour certaines espèces
   - Carabes de cultures, plantes adventices

IV. Hétérogénéité

a. L'hétérogénéité réduit les taux de dispersion, limite la compétition et pourrait donc augmenter la diversité

b. L'hétérogénéité limite les dynamiques de métapopulation, effet fragmentation, pourrait donc diminuer la biodiversité

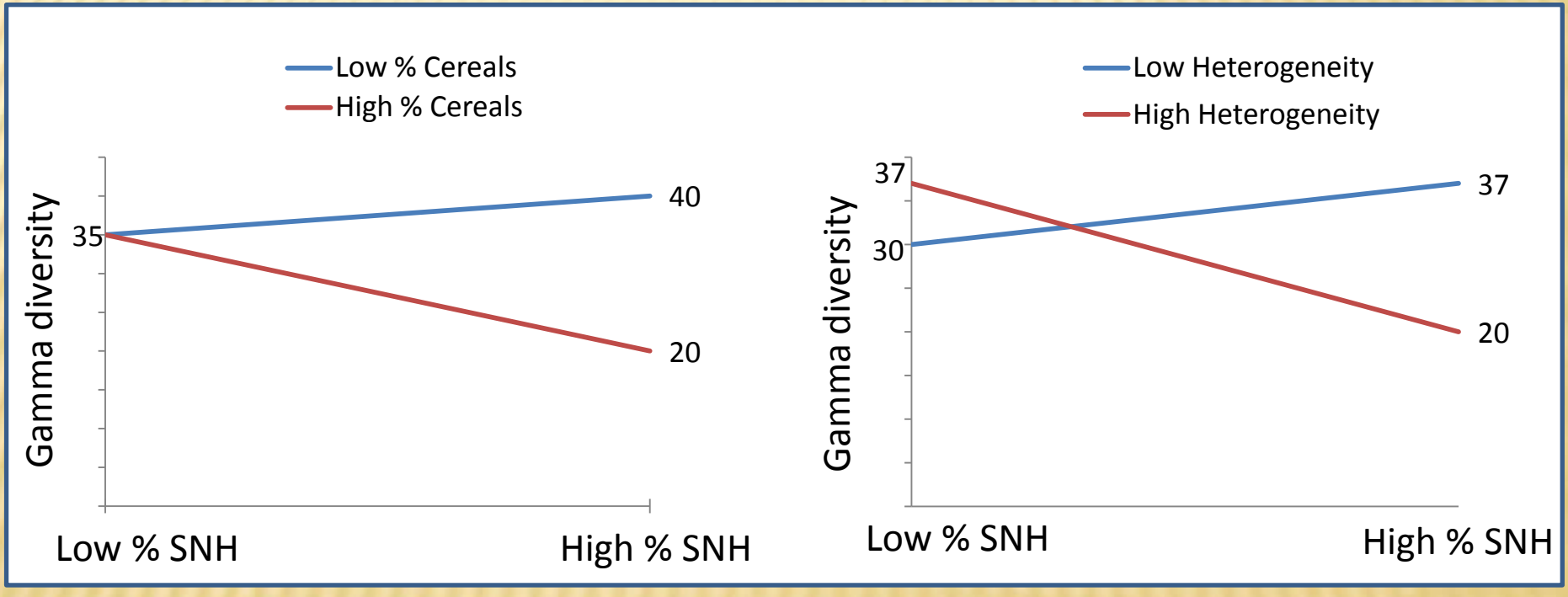
-> L'hétérogénéité pourrait avoir différent impact en fonction d'autres paramètres

(Huston, 1994)

Diversité Gamma / Carabes

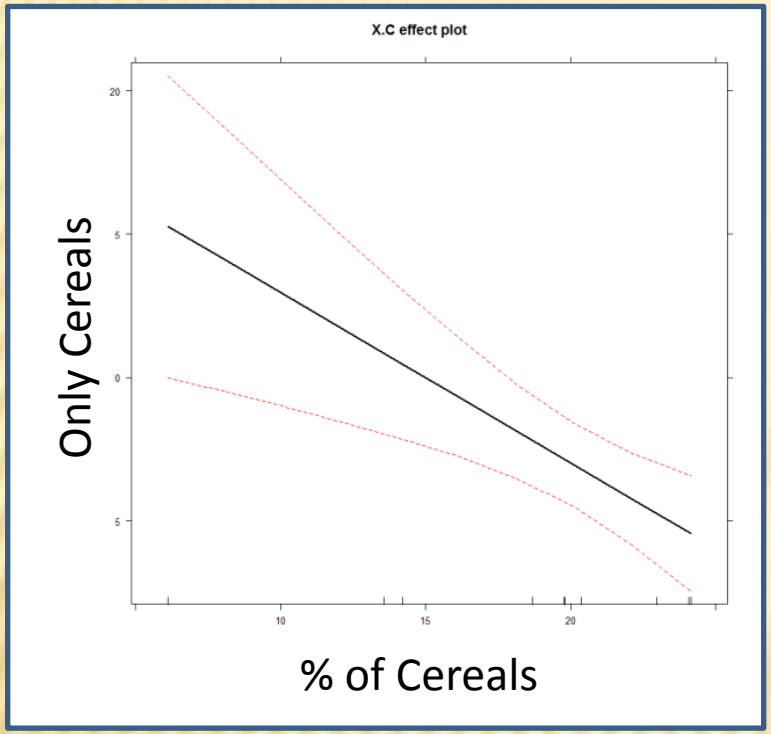
-> Pas d'effet de la longueur d'interfaces sur la biodiversité Gamma

-> L'effet du % SNH dépend largement du % de céréales et de l'hétérogénéité

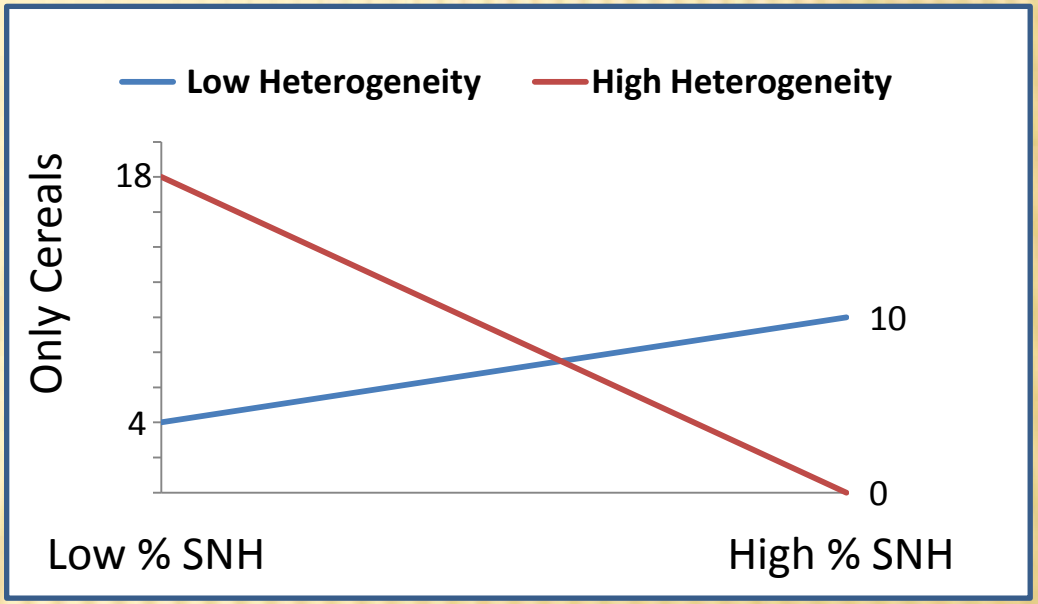


* Valeurs estimées par régression multiple

Espèces présentes uniquement dans les céréales



Interaction % SNH x Hétérogénéité



Le nombre d'espèces présentes uniquement dans les céréales diminue avec % de céréales

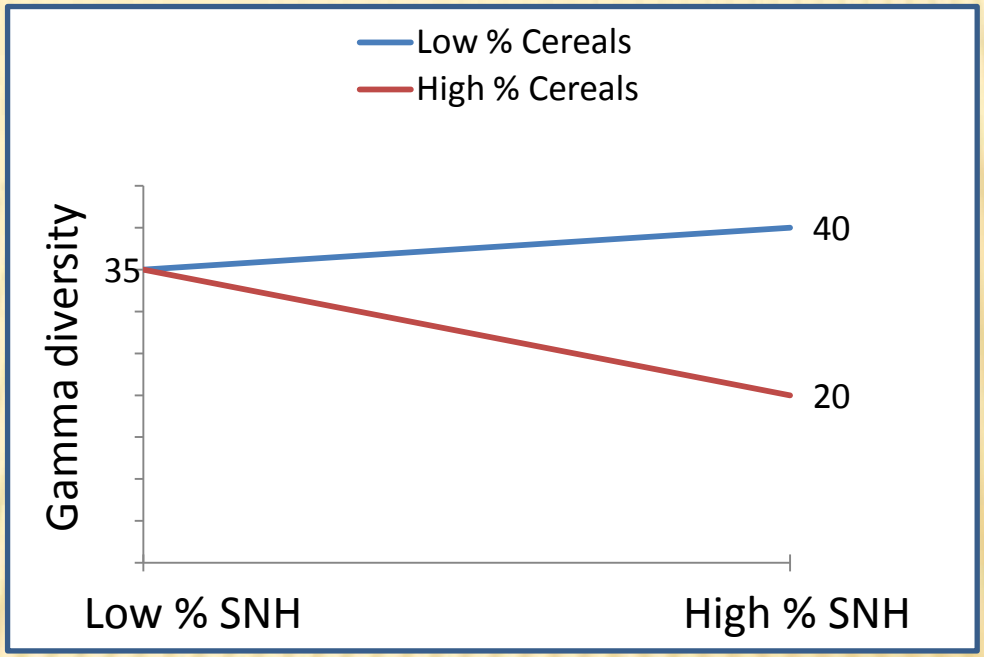
Interaction % SNH x Hétérogénéité présente les mêmes variations que la diversité Gamma

* Valeurs estimées par régression multiple

Diversité Gamma / Carabes

Hétérogénéité

% Céréales



% Céréales

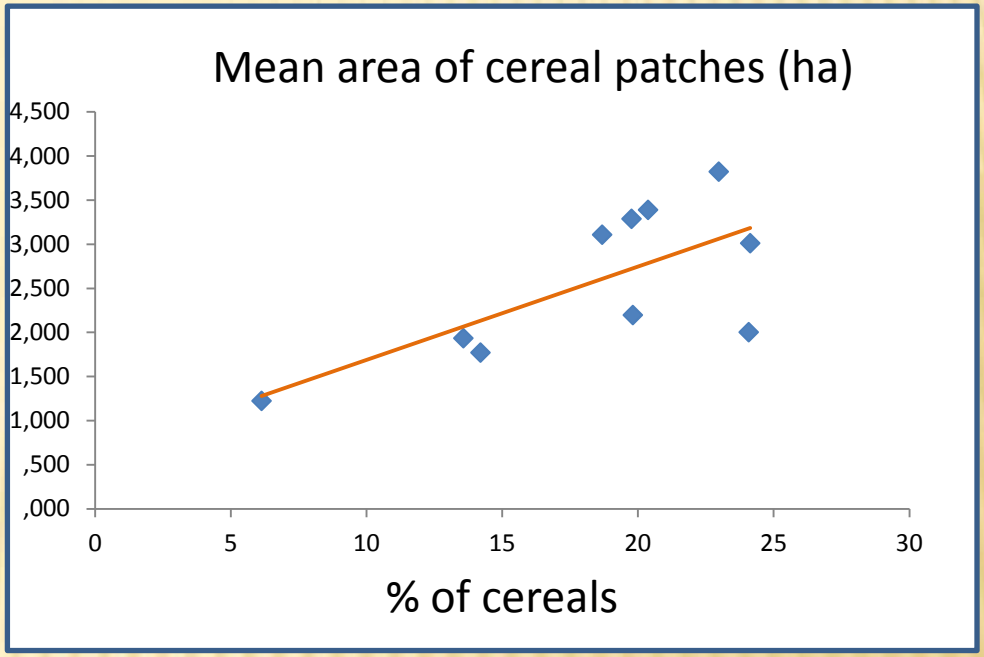
-> Variation de la diversité Gamma lié au nombre d'espèce présentes dans les céréales

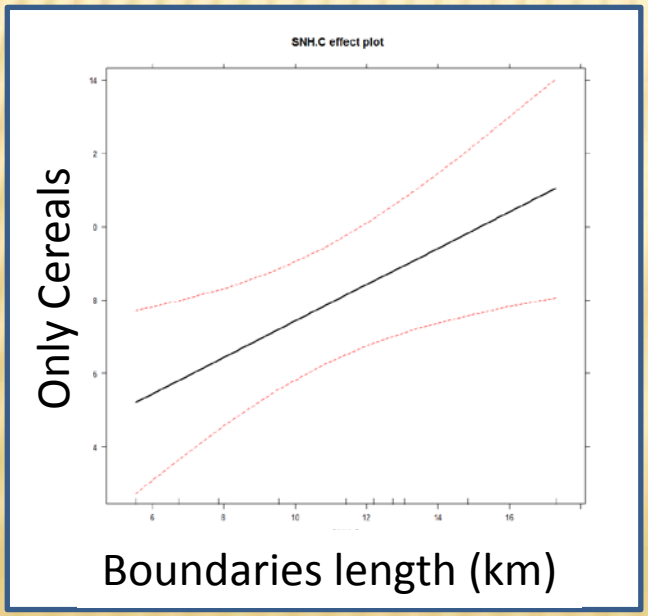
Faible % SNH : effet négatif du % Céréales équilibré par l'effet positif de l'hétérogénéité

% SNH élevé : l'effet négatif du % Céréales est dominant

* Valeurs estimées par régression multiple

Effet Négatif des Céréales





Plus de céréales = Patch de céréale plus grand
-> ratio interfaces / surface plus faible

-> Les interfaces influencent le nombre d'espèces présentes uniquement dans les céréales

Effet de l'Hétérogénéité

Les carabes de culture ont souvent des capacités de dispersion importante

Huston, 1994. The coexistence of species on changing landscapes

-> forte compétition et faible diversité

Hétérogénéité augmente

-> moins de dispersion -> moins de compétition

(explique les résultats à faible % SNH)

-> plus fragmentation -> moins complémentation / refuges…

(explique les résultats à haut % SNH)

Pictures: G. Bouger -O. Jambon (CNRS-Ecobio) et J.L. Roger (INRA-SadPaysage)