

# Concilier production et conservation dans les écosystèmes fortement gérés (milieux agricoles et forêts productives)



**Laura Henckel**

[laura.henckel@inrae.fr](mailto:laura.henckel@inrae.fr)

**INRAE**

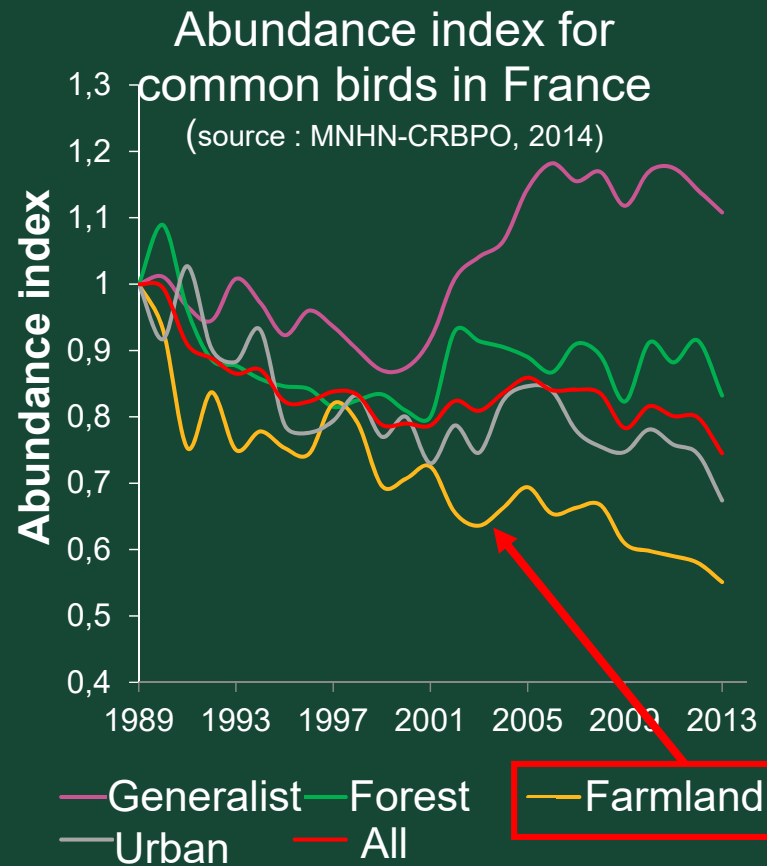




# Introduction

- Si l'intensification des systèmes agricoles et forestiers ont permis d'accroître considérablement la production, les limites de ces systèmes apparaissent aujourd'hui : érosion des sols, déclin de la biodiversité et des services écosystémiques, pollution, plafonnement des rendements
- Il est donc plus qu'urgent de repenser nos systèmes de production pour les rendre à la fois durables et résilients (notamment vis-à-vis des changements climatiques)
- Cela requiert à la fois une meilleure compréhension des processus d'assemblage des communautés écologiques à différentes échelles, mais également une explicitation des liens entre biodiversité et fonctionnement des écosystèmes.
- La biodiversité locale étant toujours influencée en partie par le contexte paysager, les services écosystémiques qu'elle supporte doivent également s'appréhender à plus grande échelle que la parcelle ou l'exploitation.
- De plus des tailles d'effets sont souvent nécessaires au maintien de la biodiversité et des services
- Pour ces raisons quantifier et modéliser à plus large échelle les impacts des systèmes de production est crucial pour évaluer et concevoir des systèmes agroécologiques innovants

# Cas des écosystèmes agricoles



**-30 % en 24 ans**



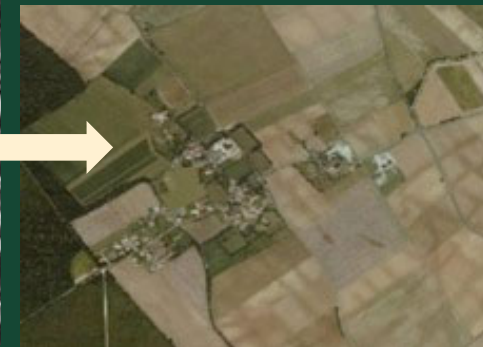
Baisse de la qualité des habitats  
(intensification des pratiques)

Effet direct (mortalité, ...)  
Effet indirect (reproduction, ...)

1958



2007



Baisse de la diversité des habitats

Effets potentiels sur l'abondance et la diversité des espèces

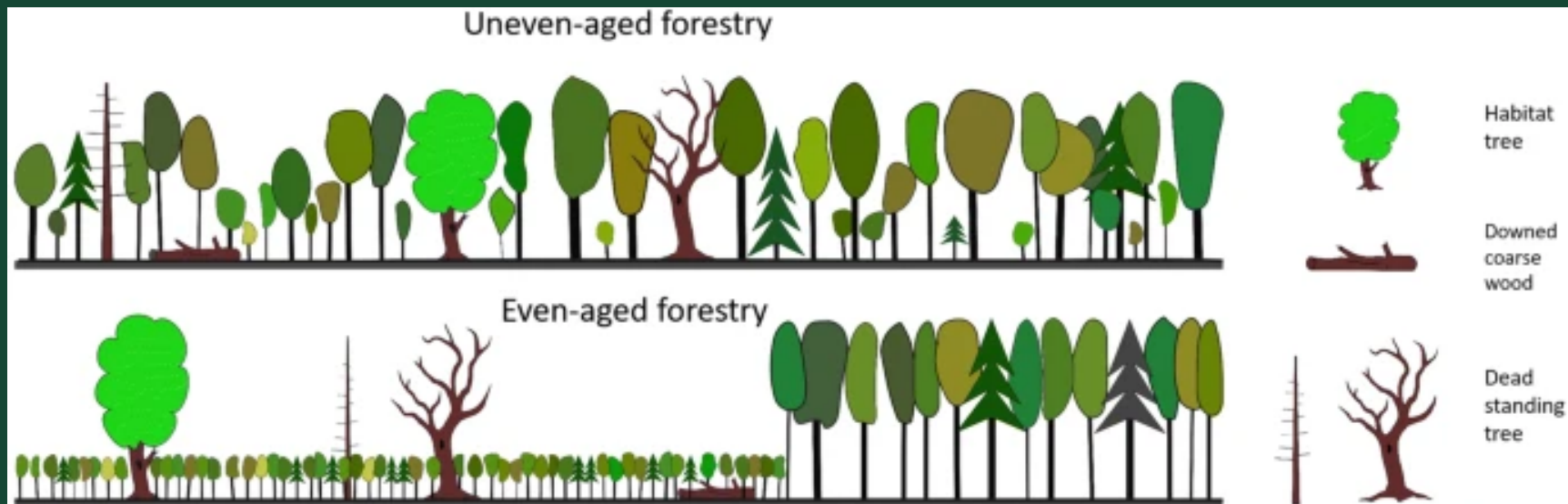


# Cas des écosystèmes forestiers



L'intensification des pratiques se retrouvent également dans les écosystèmes forestiers:

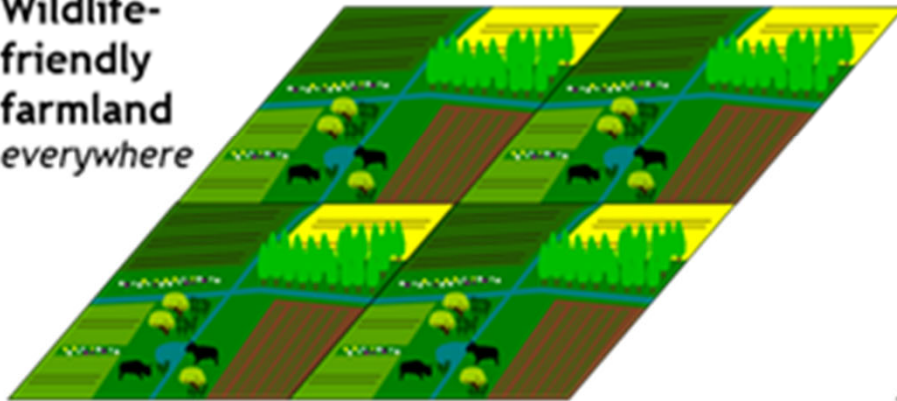
- Diminution du nombre d'espèces plantées
- Peuplements d'âge uniforme
- Coupe à blanc
- Raccourcissement des rotations ( $\searrow$  moyenne d'âge)
- Baisse des zones « jachère » ou protégées et de la disponibilité en bois mort



# Deux grandes hypothèses

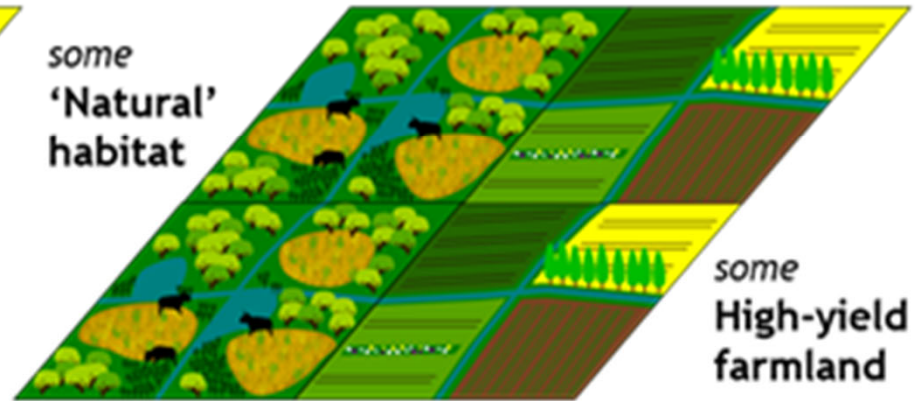
## Land sharing

Wildlife-friendly farmland everywhere



## Land sparing

some 'Natural' habitat



some High-yield farmland



## Plan

Mes activités de recherche se sont donc concentrées autour de différentes questions:

1. Le rétablissement de la diversité des cultures au sein des paysages agricoles peut-il permettre à lui seul de restaurer la biodiversité?
2. Quel est l'impact à large échelle des systèmes agro-écologiques telles que l'agriculture biologique?
3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?
4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?



# 1. Le rétablissement de la diversité des cultures au sein des paysages agricoles peut-il permettre à lui seul de restaurer la biodiversité?



Thèse, projet BiodivERsA « FarmLand » (2012-2015)

8 régions

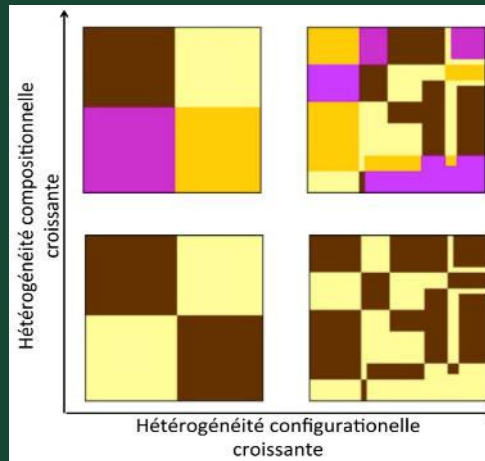


229 paysages  
1km<sup>2</sup> sur (sur 2 ans)

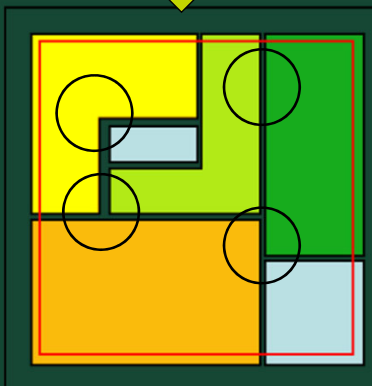


4 points/paysage  
(x2)

Durée: 10 min  
Rayon: 100m



→ Diversité  $\alpha$  : Richesse spécifique moyenne des 4 points

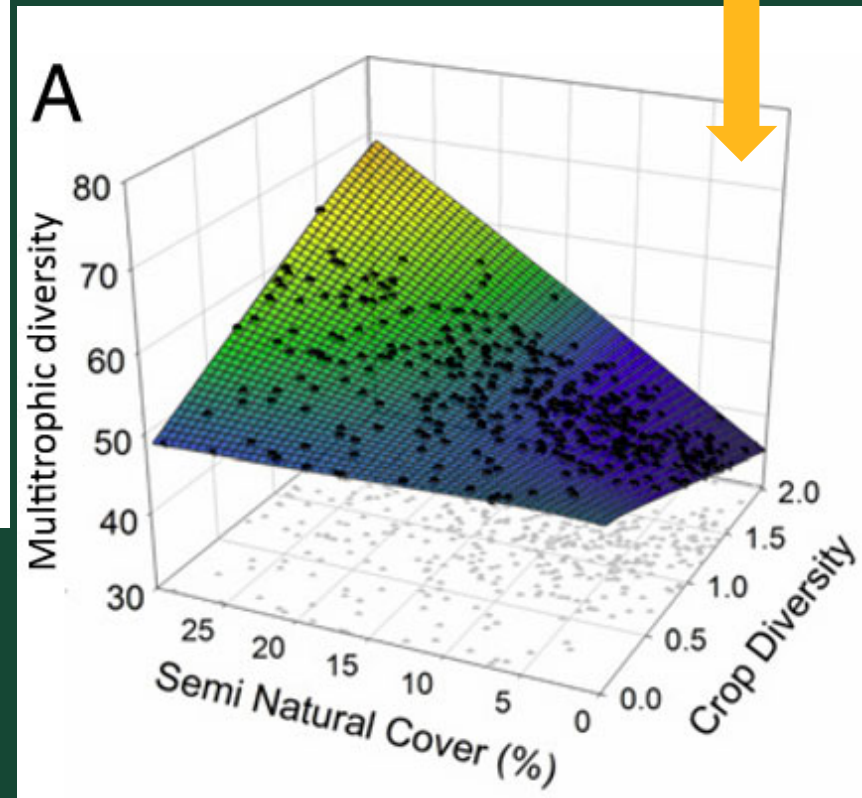
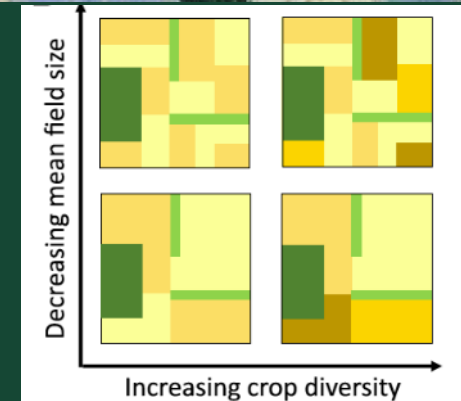
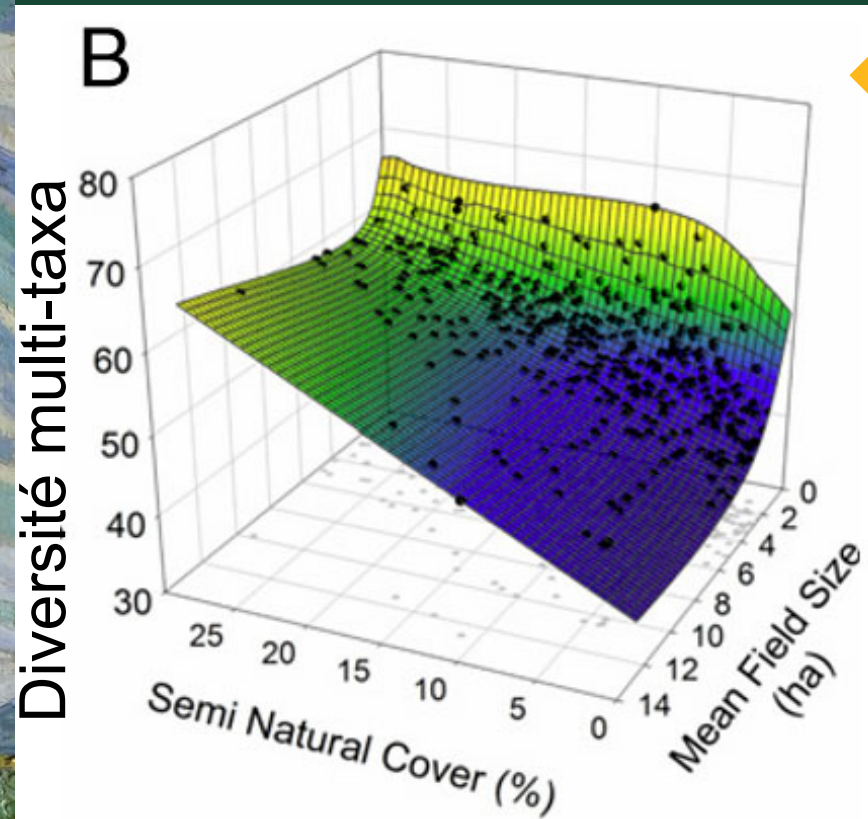


Données  
assolement  
par paysage



# 1. Le rétablissement de la diversité des cultures au sein des paysages agricoles peut-il permettre à lui seul de restaurer la biodiversité?

## Résultats du projet FarmLand







## 1. Le rétablissement de la diversité des cultures au sein des paysages agricoles peut-il permettre à lui seul de restaurer la biodiversité?

### CONCLUSIONS axe 1

- Augmenter la diversité des cultures (composition et configuration) peut permettre de restaurer la biodiversité des paysages agricoles
- Mais cela n'est possible qu'en maintenant en parallèle des éléments semi-naturels au sein des paysages car l'hétérogénéité des cultures seule ne suffit pas dans les milieux trop intensifs
- Nécessité de combiner différentes mesures sur un même territoire-> favoriser par une approche « land sharing »

## 2. Quel est l'impact à large échelle des systèmes agro-écologiques telles que l'agriculture biologique?

- 465 parcelles blé dont 78 en AB
- 4 ans (2009 à 2012)
- Suivi sur la flore

### Variables environnementales locales:

- Mode de gestion (AB / conv)



AB



Conv

- Position (centre / bordure)



Centre



Bordure

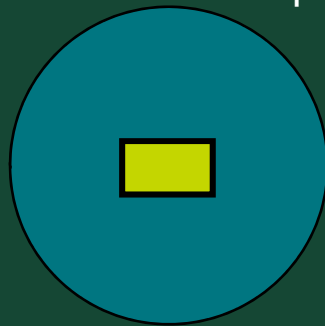


Zone atelier Plaine et Val de Sèvre (450km<sup>2</sup>)  
Poitou-Charente

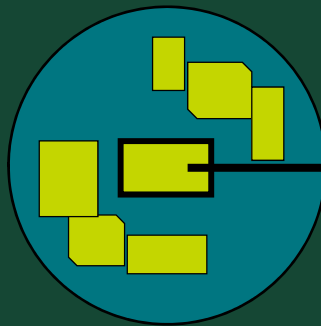


### Variables régionales:

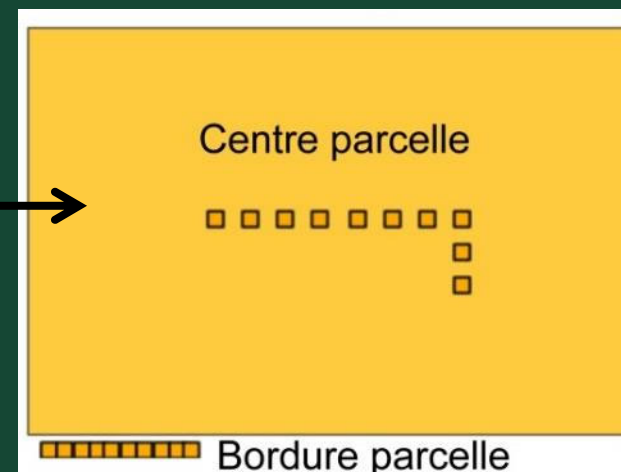
- % Bio dans paysage



→ GLMM

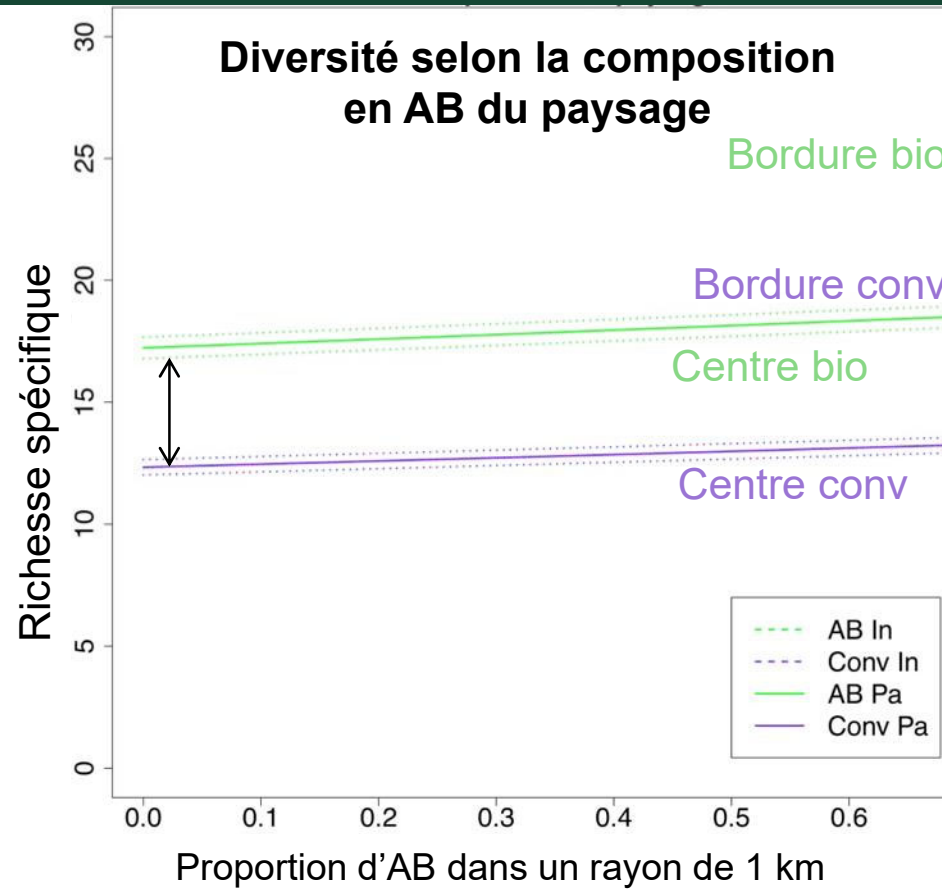


→ Richesse de la parcelle

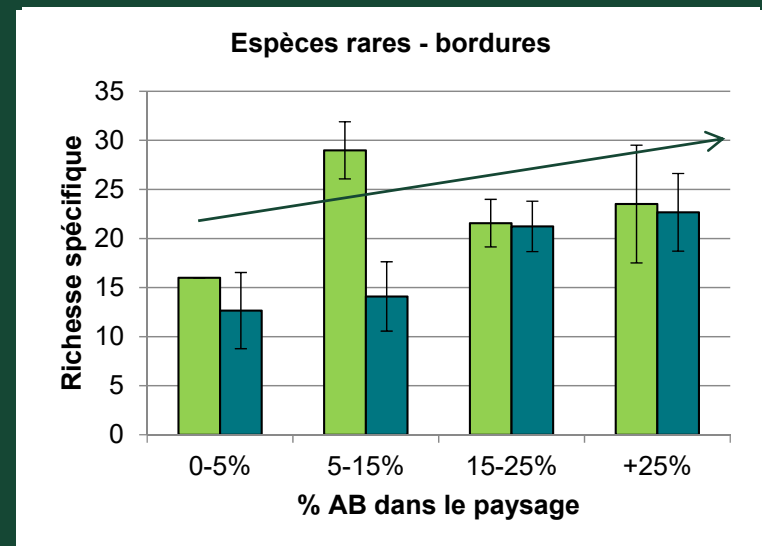





## 2. Quel est l'impact à large échelle des systèmes agro-écologiques telles que l'agriculture biologique?



- Richesse spécifique + élevée en AB qu'en Conv
- Richesse + élevée en bordure qu'au centre
- Richesse + élevée en présence d'AB dans le paysage (pouvant surpasser l'effet local dans les bordures)



-AB dans le paysage  richesse tant des parcelles AB que Conv  
 -Mais + spécialement dans les bordures et pour les espèces rares.

 AB  Conv



## 2. Quel est l'impact à large échelle des systèmes agro-écologiques telles que l'agriculture biologique?

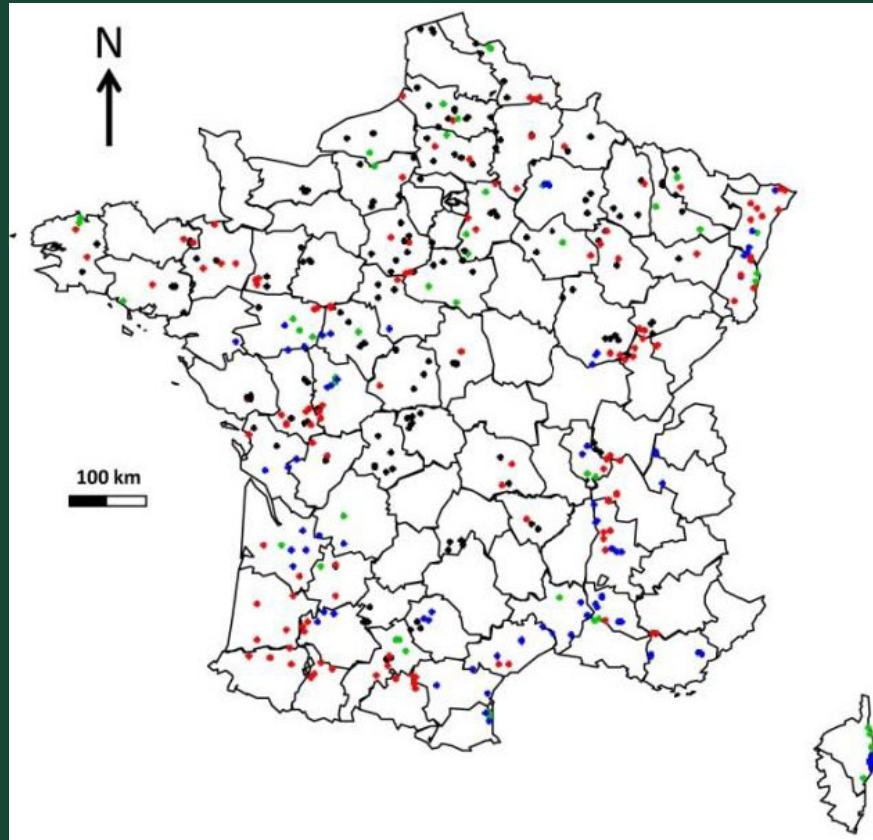
### CONCLUSIONS axe 2

- Richesse plus élevée dans les champs AB que conventionnel
- Mais l'effet paysage de l'AB peut excéder l'effet local dans les bordures de champs: une bordure de champ conventionnel entourée d'AB sera plus riche qu'une bordure de champ AB entouré de conventionnel
- Cet effet est encore plus important pour les espèces rares
- **Effet de masse: une concentration de pratiques agroécologiques au sein des paysages pourra agir comme source de biodiversité, bénéficiant également aux parcelles + intensives**



### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

## Le réseau 500 ENI



- 523 parcelles au total, réparties en France métropolitaine
- 2012-> aujourd'hui
- 20% de parcelles en agriculture biologique

### Répartition des parcelles 500 ENI

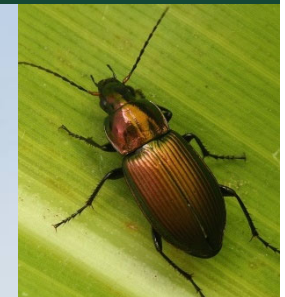
- Grandes cultures, tête de rotation blé
- Grandes cultures, tête de rotation maïs
- Vigne
- Maraichage (tête de rotation salade)

Plantes

Oiseaux

Coléoptères

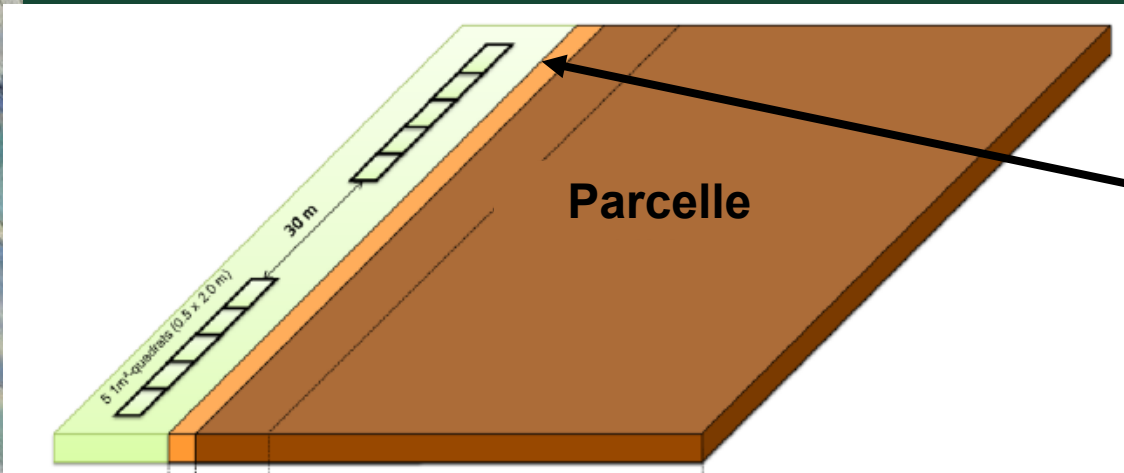
Vers de terre



### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

## Protocole des relevés botaniques

10 quadrats, en 2 lots de 5 quadrats continus espacés de 30 m



Quadrat de 2m \* 0,5m  
(1m<sup>2</sup>)

Bordure  
Interface cultivé  
Champs cultivé

- Présence-absence des espèces dans les 10 quadrats
- > indice d'abondance entre 0 et 10



### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

## Données collectées

### Données collectées pour chaque parcelle, chaque année)

- Information générales sur la parcelle : ex: coordonnées, région, surface, orientation, inclinaison, type d'exploitation (bio/conventionnel)
- Cultures (détail du cycle cultural, date de semis et récolte de chaque culture)
- Traitements phytosanitaires (date, dose, produits)
- Fertilisation (date, dose, produits)
- Opérations de travail du sol (date, profondeur, type d'outil)
- Caractéristique de la bordure, milieux adjacents et liste des interventions

### Données additionnelles:

#### **Données phytosanitaires**

Classification des substances actives (HRAC, IRAC, FRAC), cible des herbicides (feuille, tige, racine) et spectre (total, large, graminées, dicotylédones)

-> source: Ephy, Syngenta, Pesticides Properties DataBase, INRAE (Bruno Chauvel)

#### **Données « sol »**

-> source « SoilGrids »

#### **Données paysage calculées dans un rayon de 1km**

-> source: RPG, BD topo et OSO (Theia)



### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

## Objectifs et hypothèses de l'étude

1. Quelle est l'importance relative des conditions locales, des caractéristiques du sol, du paysage et des pratiques culturales dans l'assemblage des communautés de plantes de bordures de champs?
2. Comment les pratiques culturales et en particulier les traitements phytosanitaires impactent les communautés de plantes des bordures de champs ? -> focus herbicide

#### 4 hypothèses :

**H1 Effet mode d'action:** les différences de modes d'action des herbicides expliquent majoritairement les différences de composition d'espèces entre parcelles -> herbicide total, large spectre, spé dicotylédone ou spé graminée

**H2 Effet dose/dose recommandée:** peu importe le type d'herbicides, la dose est le facteur le plus important

**H3 Effet date de traitement:** les traitements les plus récents ont le plus d'impact

**H4 Effet combiné:** les facteurs précédent agissent en interaction forte, ou combinés à d'autres facteurs (fertilisation, climat, etc.)

# Description des modèles statistiques

Variables de réponse: **richesse spécifique**, diversité de Shannon, % **héméroptères**, % graminées

M0: Conditions	M1: Sol	M2: Paysage	M3: Bordure	M4 Pratiques parcelle
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Date</li> <li>-Année</li> <li>-Coordonnées</li> <li>-Altitude</li> <li>-Exposition</li> <li>-Surface</li> <li>-Risque débordement (position bordure, pente, Position bas)</li> <li>-Région agricole</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-CEC</li> <li>-Teneur en argile</li> <li>-Teneur en carbone organique</li> <li>-Ph</li> <li>-Teneur en sable</li> <li>-Teneur en limon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Prairie, céréale hiver, bois, vigne</li> <li>-Diversité des cultures dans le paysage</li> <li>-Bio dans le paysage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Largeur</li> <li>-Adj route</li> <li>-Adj culture</li> <li>-Adj fosse</li> <li>-Adj haie bois</li> <li>-Adj prairie herbeuse</li> <li>-Adj zone humide</li> <li>-Adj autre</li> <li>-Broyage-fauchage-ramassage</li> <li>-Broyage-fauchage-ramassage-sans ramassage</li> <li>-Diversité de la bordure (nb el. adj. diffèrent)</li> <li>-nb d'interventions</li> </ul>	<p>Dose N, Dose P, Dose K, type fertilisation, diversité rotation, dose cuivre, dose soufre</p> <p style="text-align: center;"><u>Par culture</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-<b>Dose</b> par type d'herbicide</li> <li>-<b>Date</b> des derniers traitements de chaque type</li> <li>-<b>Interactions dose:date</b></li> </ul> <p style="text-align: center;"><u>Toute culture</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-<b>IFT Biocontrôle</b></li> <li>-<b>IFT hors herbicide,</b></li> <li>-<b>nb jour depuis dernier traitement herbicide (max 1 an)</b></li> </ul>



### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

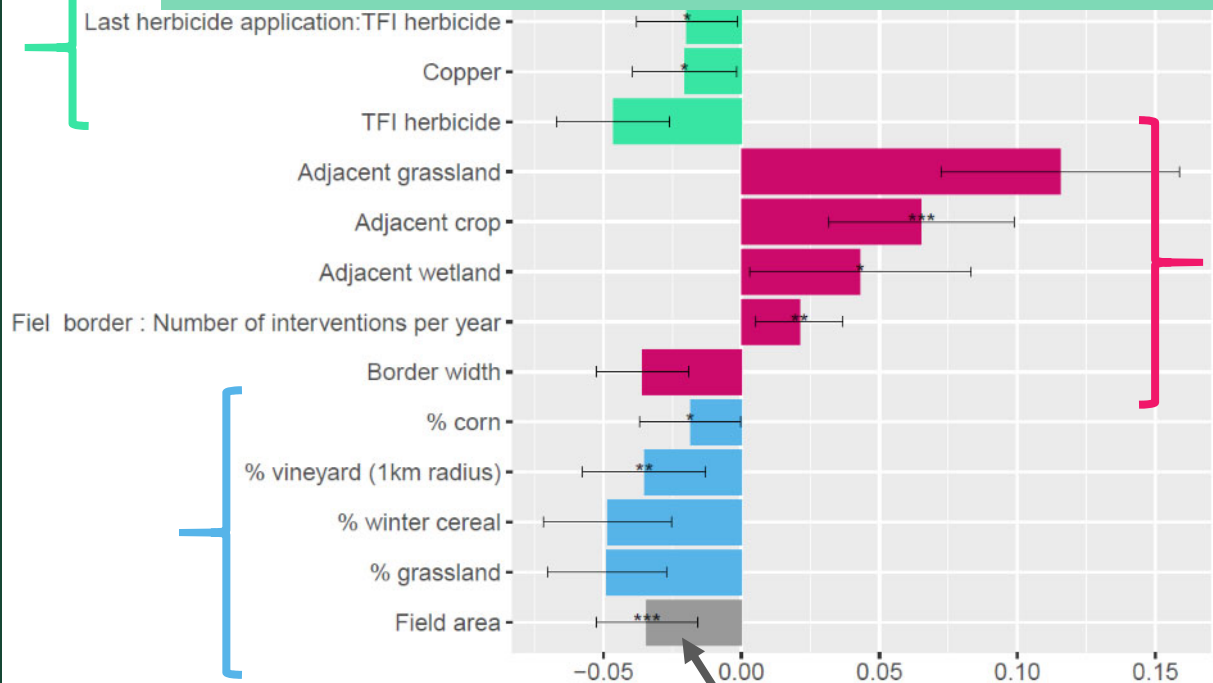


Modèle toute



Richesse spé.

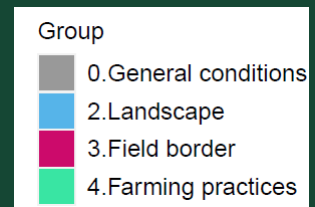
#### Effet relatifs des différents facteurs sur la richesse spécifique



Comparativement à l'effet des pratiques, on note un effet « bordure » encore plus marqué:

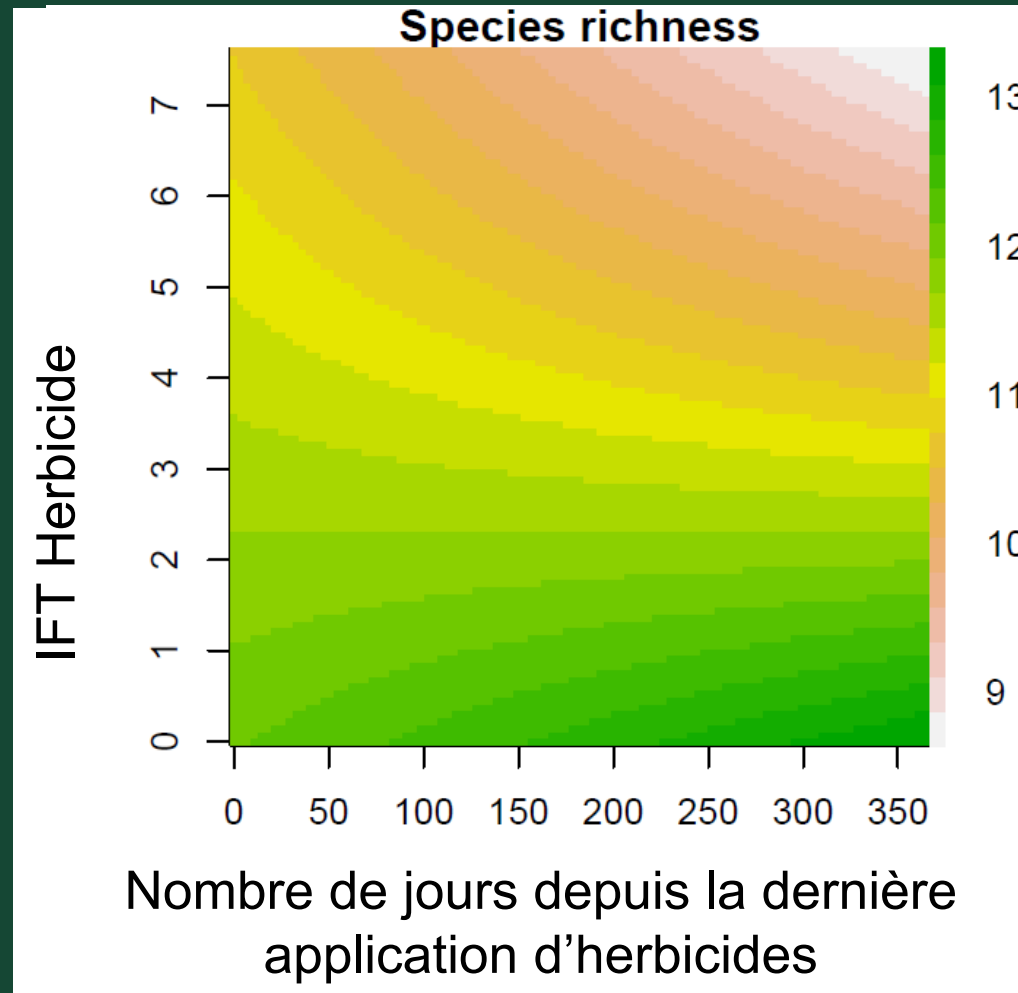
- Effet + de la proximité de prairie, de culture ou de zone humide
- Effet positif de la fréquence des interventions en bordure (cf théorie perturbation intermédiaire)
- Effet négatif de la largeur de la bordure (remplacement des adventices par des espèces uniquement prairiales?)

Effet du paysage (1km<sup>2</sup>)  
 -Effet négatif du % en céréale (corrélé avec l'axe 1 de l'ACP=paysage intensif)  
 -Effet négatif des prairies à grande échelle (remplacement des adventices par des espèces uniquement prairiales?)



Effet négatif de la taille des parcelles

### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

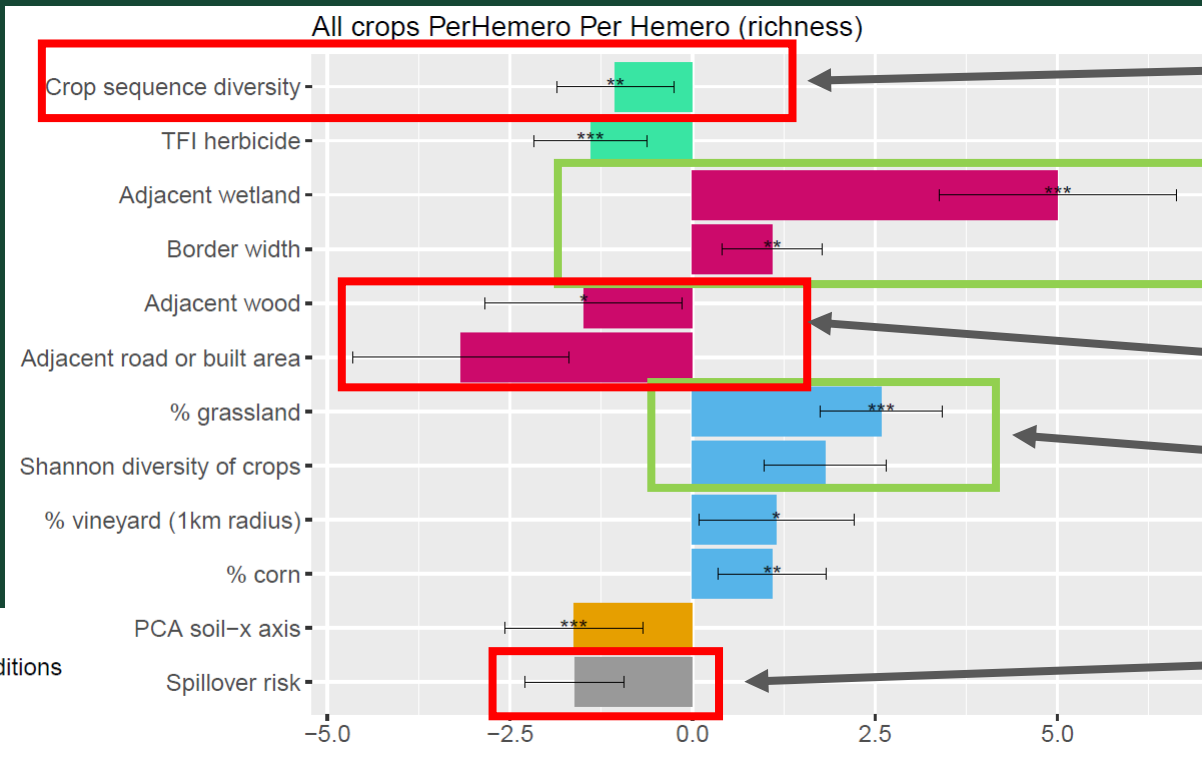


Fort effet négatif  
de la dose totale

Faible effet de la date

### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

#### Effet relatifs des différents facteurs sur le % d'hémérophobes



Effet négatif des rotations  
-> car multiplie les traitements différents?

Effet + zones humides et largeur bordure

Effet - bois et bâti

Effet + de la quantité de prairies dans le paysage et de la diversité des cultures

Effet - du risque de dérive



Modèle toute



Hémérophobes

- Group
- 0. General conditions
  - 1. Soil
  - 2. Landscape
  - 3. Field border
  - 4. Farming practices

Les effets paysagers et bordure expliquent majoritairement la richesse en espèces hémérophobes.

Mais les pratiques et notamment l'IFT herbicide joue un rôle non négligeable.

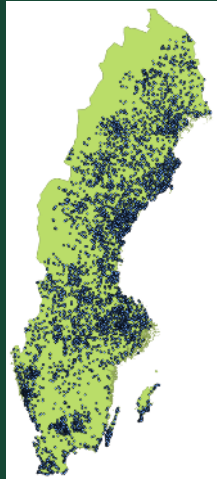


### 3. Quels sont les impacts des effets non-intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la biodiversité?

## CONCLUSIONS axe 3

- Malgré l'intégration de tous les autres facteurs (sol, paysage, bordure, etc.) nos résultats montrent des effets non intentionnels des pratiques agricoles et notamment des pesticides sur la flore de bordure de champs
- Globalement l'effet des pratiques a un poids relatif plus important sur la richesse floristique totale que sur la part d'espèces rares sensibles aux pratiques (très impactées par le paysage). Cependant on note un effet négatif de l'IFT herbicide sur ces espèces « rares » mais qui varie selon les cultures.
- Concernant l'effet des herbicides, le facteur le plus important semble être l'IFT. La date d'épandage importe moins. Cela suggère que les effets relativement long terme des herbicides sur l'assemblage des communautés, prévalent sur les effets court terme (date d'épandage).

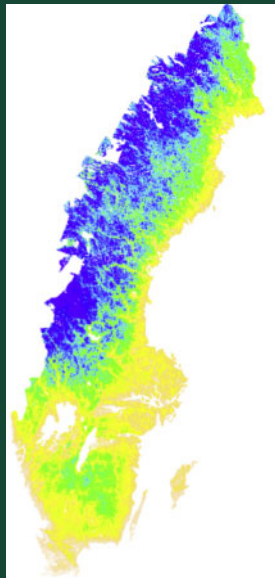
#### 4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?



- Protocoles de suivi : 8 espèces d'oiseaux, 6 espèces de polypores et 1 espèce de lichen (données sciences participatives ou standardisées)



- Modèles de distribution d'espèces basés sur des variables climatiques (température et précipitation) et de caractéristiques des forêts (composition, âge, connectivité, et.)



#### Scenarios de gestion:

- Couverture forestière permanente
- Longueur des rotations
- Arbres de retention
- Surface d'aires protégées

#### Scenarios climatiques

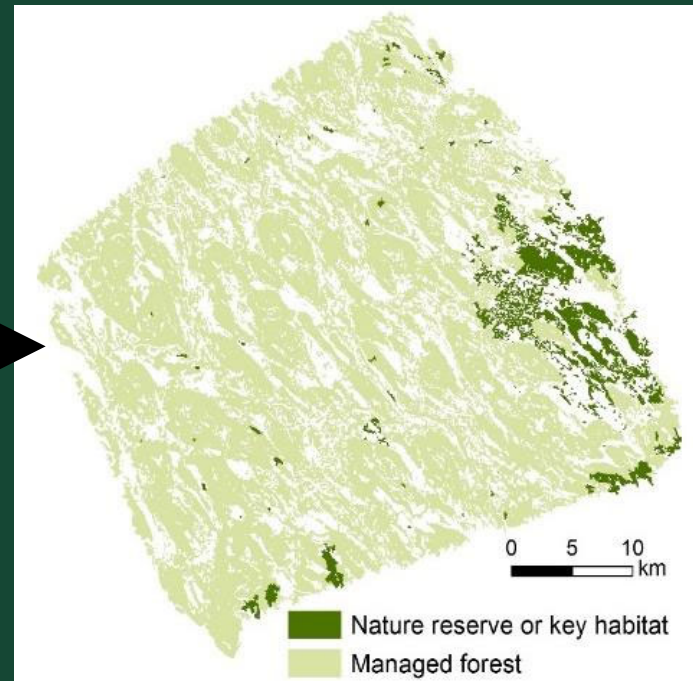
- Climat constant
- RCP4.5
- RCP8.5

**Horizon 2100**



4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?

## “Stackholder scenarios”



### Elaboration de scénarios co-construit:

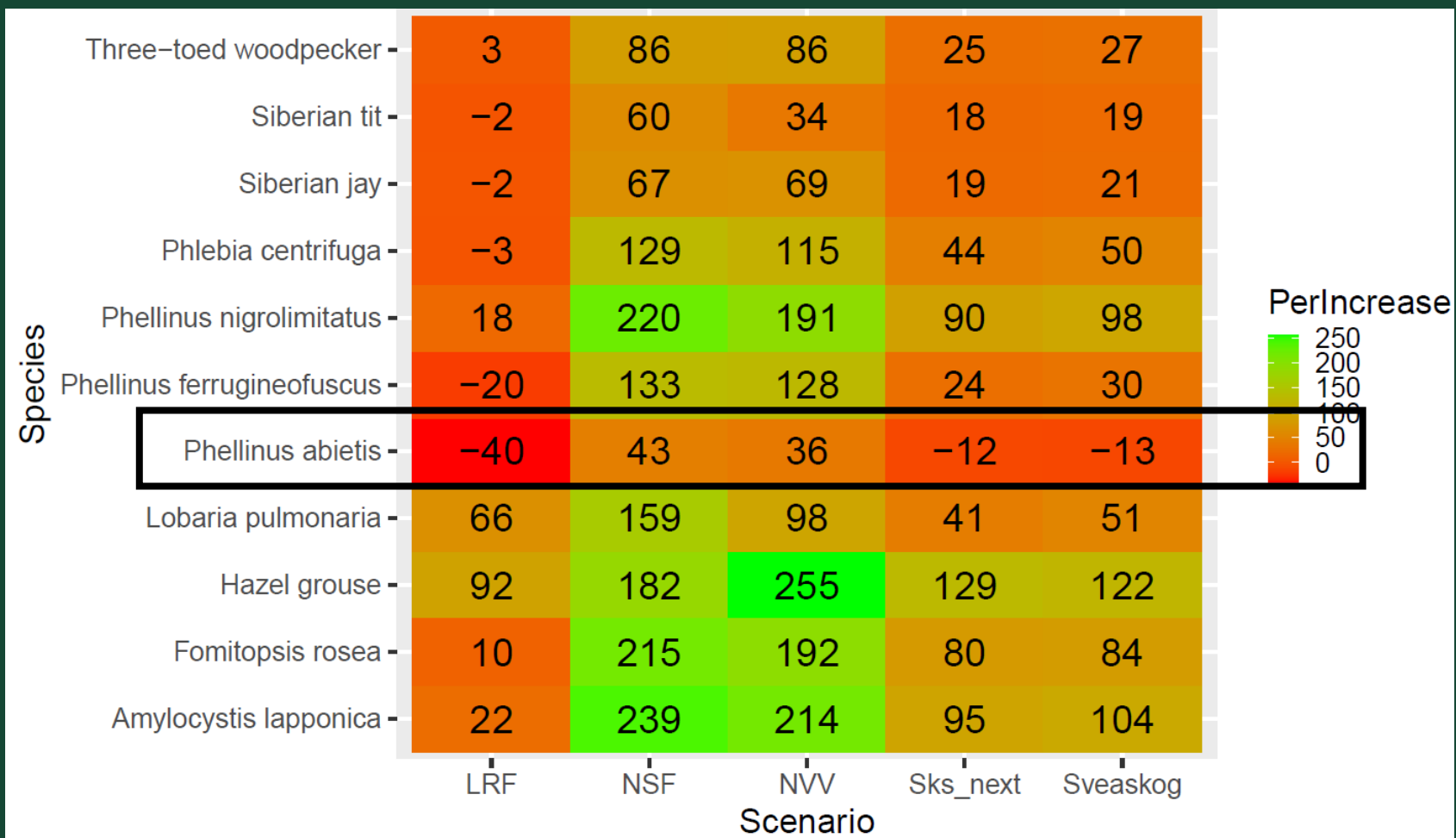
- Propriétaires privés (LRF, Sveaskog)
- Agence suédoise des forêts
- Organismes dans la conservation (SEPA and SSNC)

Objectif: Conciler production et conservation de la biodiversité



#### 4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?

### Tendances toutes espèces à l'horizon 2100

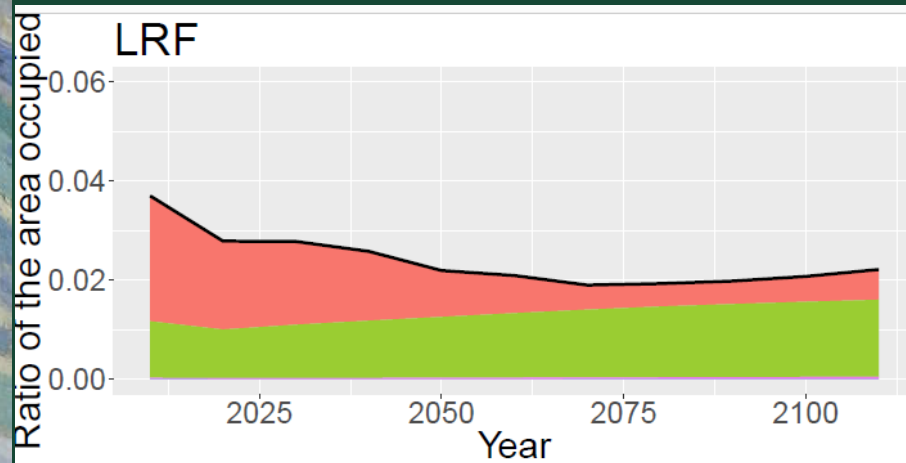


#### 4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?

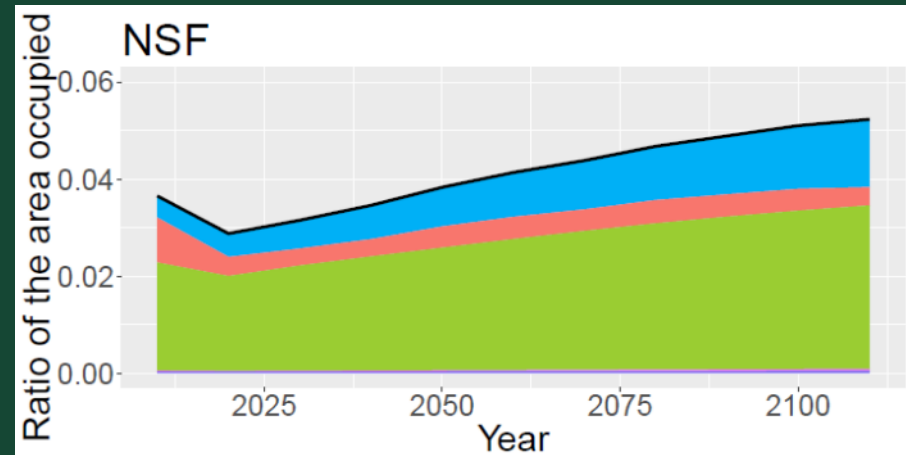


*Phellinus abietis*

### Scénario orienté production



### Scénario orienté conservation



 Peuplement de même âge

 Couvert forestier continu

 Réserves naturelles

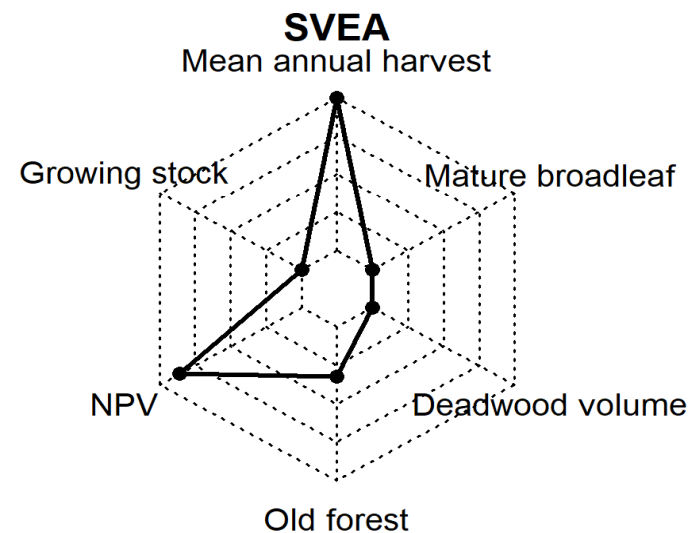
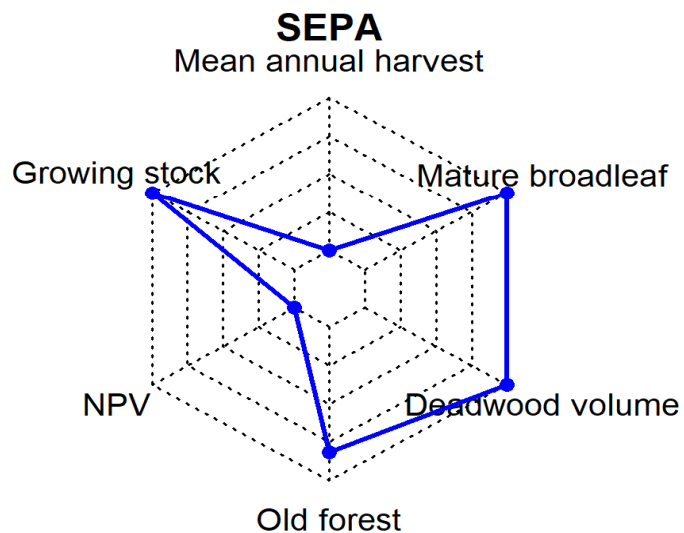
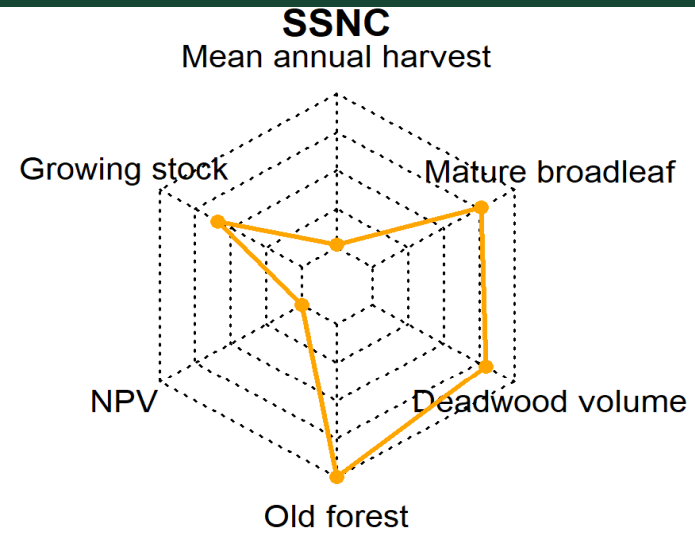
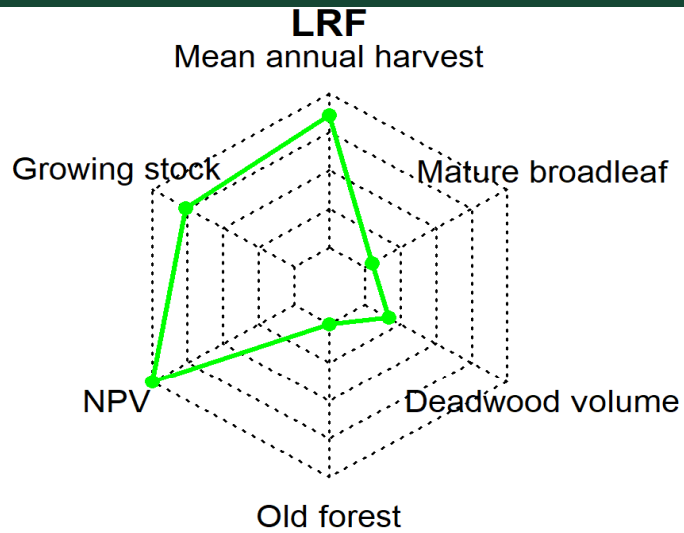
LRF

- 7.8% aires protégées
- Peuplement de même âge
- 6.2% de patch de rétention
- 8 arbres retenus par ha

NSF ssnc

- 20% aires protégées
- Peuplement de même âge et couvert forestier continu (30%)
- 10% de patch de rétention
- 20 ha retenu par ha

# 4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?







4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?

## CONCLUSIONS de l'axe 4

Aucun scénario ne permet de concilier totalement conservation et production -> fort compromis, notamment pour les espèces les plus sensibles

Dans les scénarios « intensifs » les aires protégées sont les seules réserves de biodiversité

Néanmoins des approches « land sharing » semblent encourageantes, notamment visant à remplacer les peuplements de même âge avec coupe à blanc par des couverts forestiers continus



## CONCLUSION GENERALE

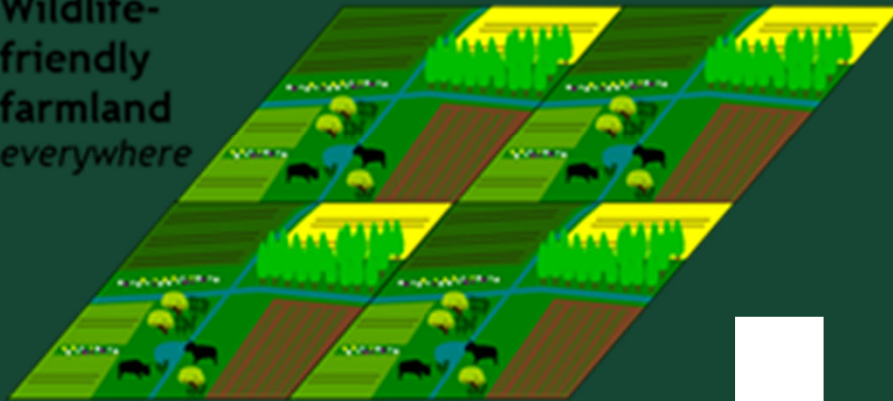
Concilier production et conservation reste un défi mais des pistes encourageantes permettent de trouver des compromis/synergies:

- Maintenir des zones « sources » non productives à l'échelle des paysages (zones protégées en forêts, éléments semi-naturels les agroécosystèmes, tels que haie, bois, prairie)
- Comme beaucoup d'espèces semblent adaptées à des modes de gestion extensive, diminuer l'intensité des pratiques permet également de préserver une part importante de biodiversité est de créer également des zones sources (couvert forestier continu ou agriculture biologique)
- Pour une efficacité maximale, l'hétérogénéité semble être la clé:
  - > Interactions positives de mélange sur un même espace des zones naturelles et des zones moins intensives tout en diversifiant les couverts (cultures ou couverts forestiers)
  - > bénéficient également aux zones les plus intensives (effet source)

# CONCLUSION GENERALE

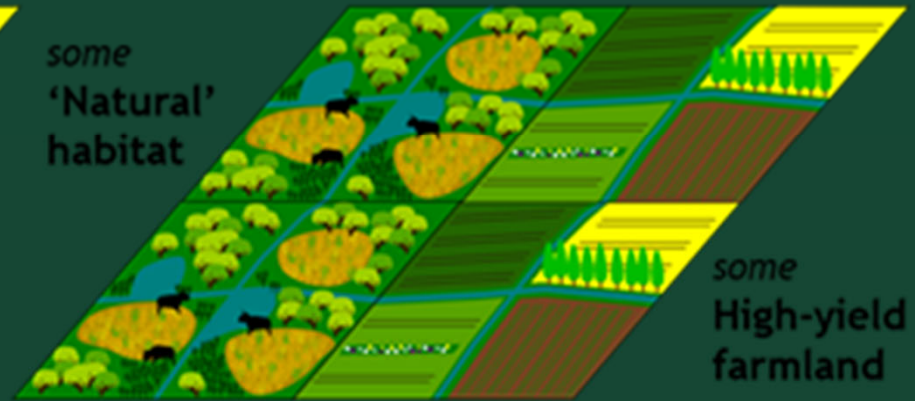
## Land sharing

Wildlife-friendly farmland everywhere



## Land sparing

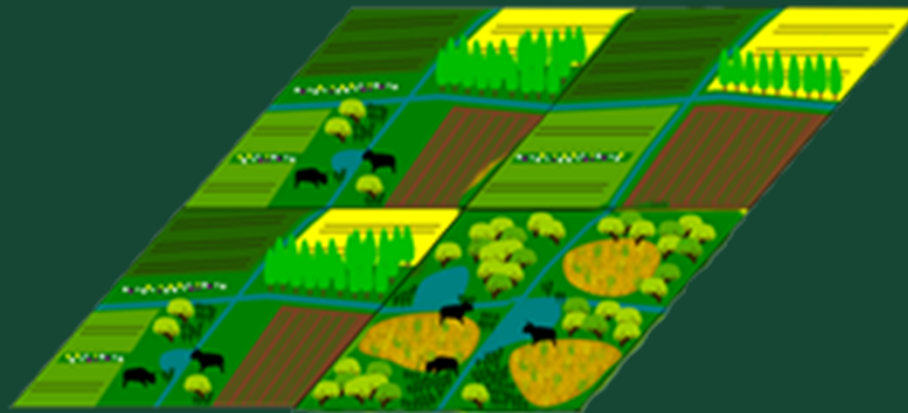
some 'Natural' habitat



some High-yield farmland



Mix des deux options







**Merci pour votre attention**

4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?

## FutureBioEcon (SumForest)

-> **Contexte:** Les produits et l'énergie à base de matières fossiles contribuent au réchauffement climatique. La consommation durable de produits et d'énergie issue du bois sont deux moyens de réduire les émissions mondiales.

-> **Objectif:** Évaluer comment la gestion forestière devrait être transformée pour répondre à la demande de bois (construction et énergie) en contribuant aux objectifs de l'UE en matière d'atténuation du changement climatique, de services écosystémiques et de biodiversité

-> **National scale**

### 3 policy-based scenarios

- "Business as usual"
- "Bio-energy"
- "Bio-economy"

### 3 climate scenarios

- Constant climate (reference)
- RCP 4.5
- RCP 8.5



#### 4. Est-il possible de préserver la biodiversité des forêts boréales, tout en répondant aux objectifs de production et de d'atténuation des changements climatiques?

