



# Les Rencontres du Végétal

8<sup>e</sup> édition

12-13 JANVIER 2015  
AGROCAMBUS OUEST  
ANGERS, FRANCE

RECHERCHE  
EXPÉRIMENTATION  
INNOVATION

Fruits

Légumes

Ornement

Plantes aromatiques  
et médicinales

Semences

Cidriculture

Viticulture

Paysage

## Quelle gestion des agro-écosystèmes pour optimiser les services écosystémiques ?

**Guy RICHARD\*** et **Isabelle LITRICO\*\***

\*Inra, directeur de recherche

Chef du département Environnement et Agronomie (EA)

Directeur du métaprogramme sur les services écosystémiques (EcoServ)

\*\*Inra, chargée de recherche

Unité de recherche pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères (P3F) de Lusignan

Membre de la cellule de coordination du métaprogramme Ecoserv

# Services des écosystèmes = les bénéfiques que les humains tirent des écosystèmes

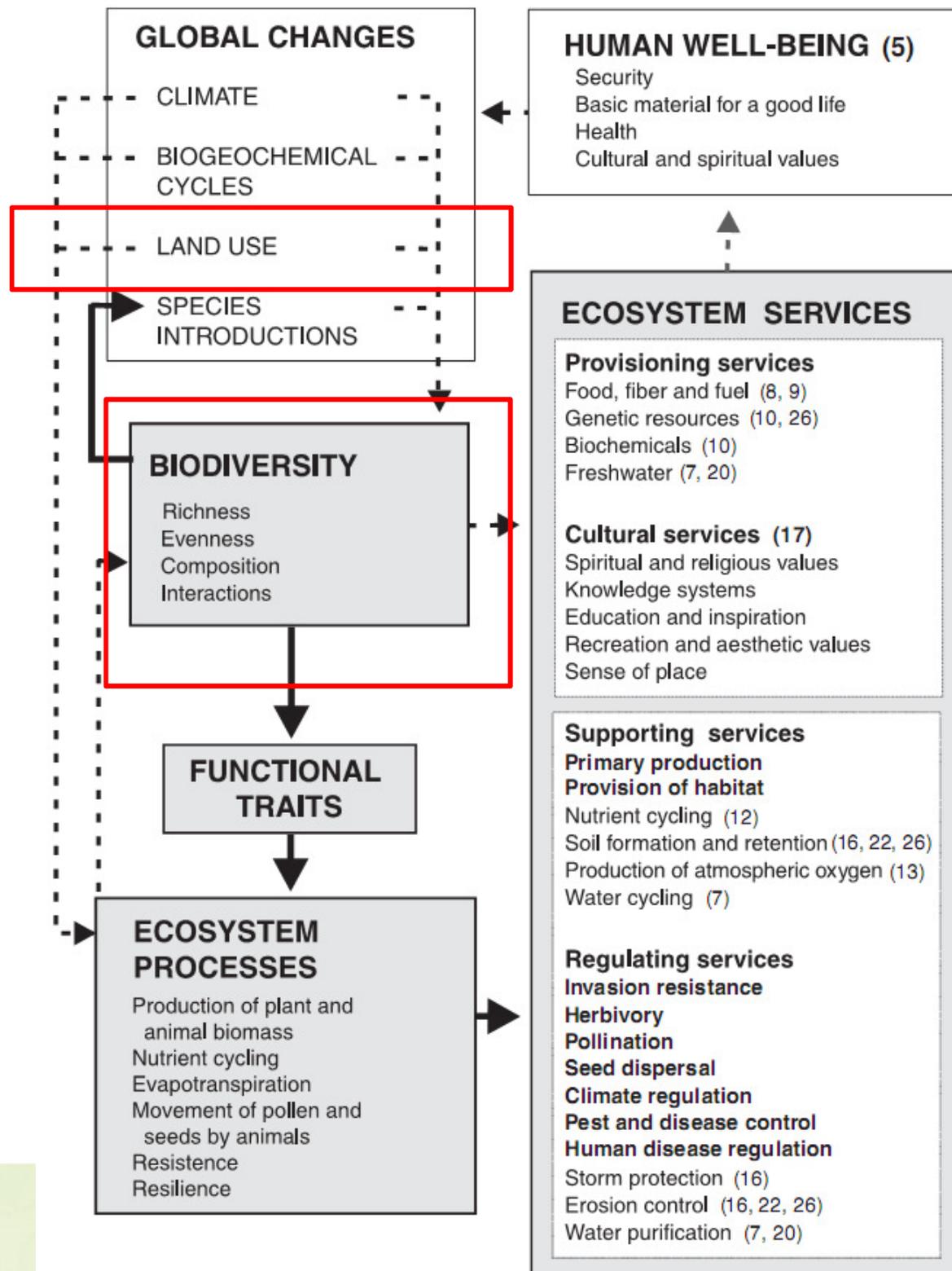
- **Services d'approvisionnement** : en lien avec les ressources directement exploitées par l'homme : nourriture, énergie, eau...
- **Services de régulation** : en lien avec les mécanismes responsables de la régulation du climat, des populations de ravageurs, de la prévention des inondations...
- **Services culturels** : en lien avec les aspects récréatifs, esthétiques, culturels, spirituel
- **Services de soutien** : en lien avec des processus qui sont à la base au fonctionnement des trois premiers (processus qui permettent indirectement l'exploitation des ressources naturelles : fertilité des sols, cycles biogéochimiques CNP, pollinisation)

D'après le MEA (2005)

Services intermédiaires : le premier bénéficiaire est l'écosystème lui-même

Services finaux : le bénéficiaire est l'Homme

Services, dys-services et nuisances



**Diaz et al. (2005)**  
**MEA Ch. 11**

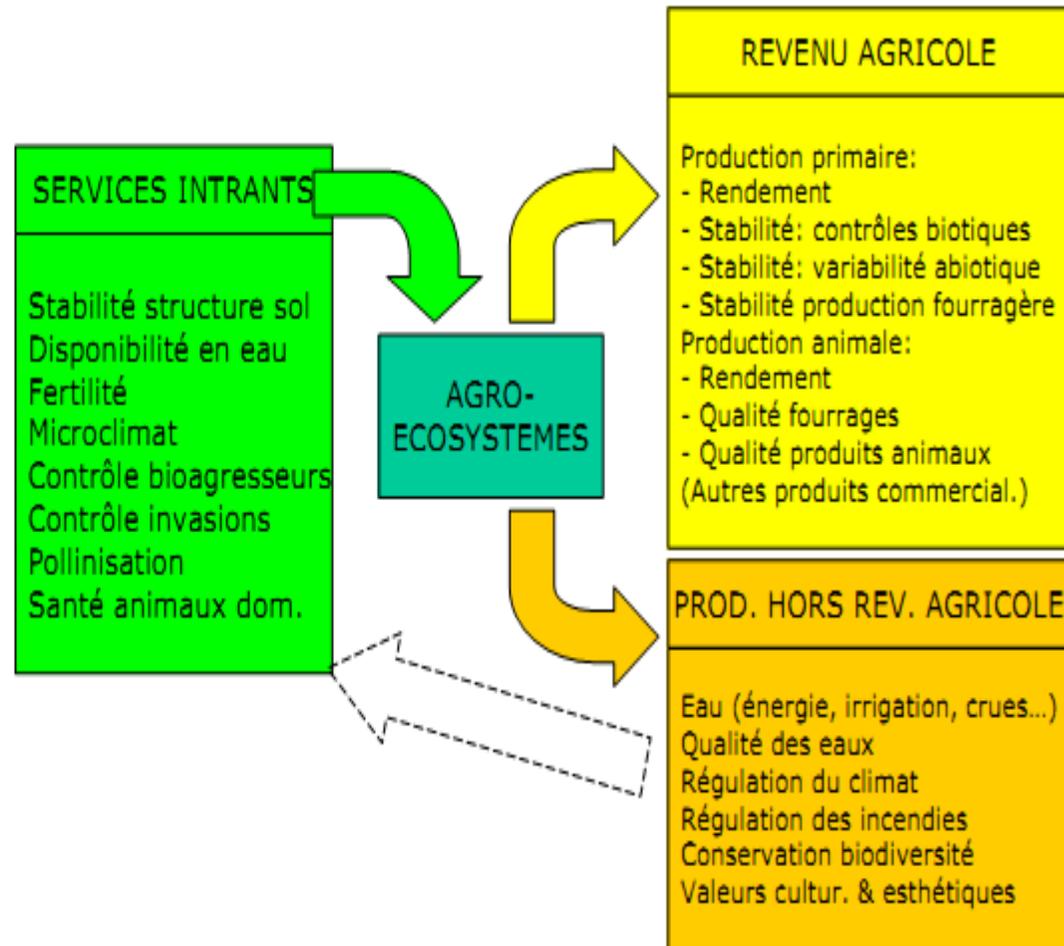
## Intérêt de la notion de service écosystémique en contexte agricole, par rapport à la notion de multifonctionnalité de l'agriculture :

- ❖ Elle concerne :
  - Le bien être humain
  - Tous les écosystèmes
  - De nombreux acteurs et porteurs d'enjeux des territoires
  - De nombreuses disciplines scientifiques
  
- ❖ Elle doit permettre de faire évoluer le mode de gestion d'un espace :
  - En identifiant les relations entre services (synergie, antagonisme)
  - En favorisant les conditions d'une concertation entre parties prenantes
  - En aidant à définir des modes d'incitation, au niveau territorial ou national

## Approche mono/pluri services

Nombre de services	% Documents/ TI-MC-AB (12 000 documents) (Tancoigne <i>et al.</i> , 2014)
	MEA +
1	49
2	30
> 2	21

# Les services intrants, à la base des agro-écosystèmes



**Figure 2.1-1.** Schéma conceptuel de l'organisation des services des agro-écosystèmes adopté pour ce chapitre. Modifié d'après Zhang et al. (2007).

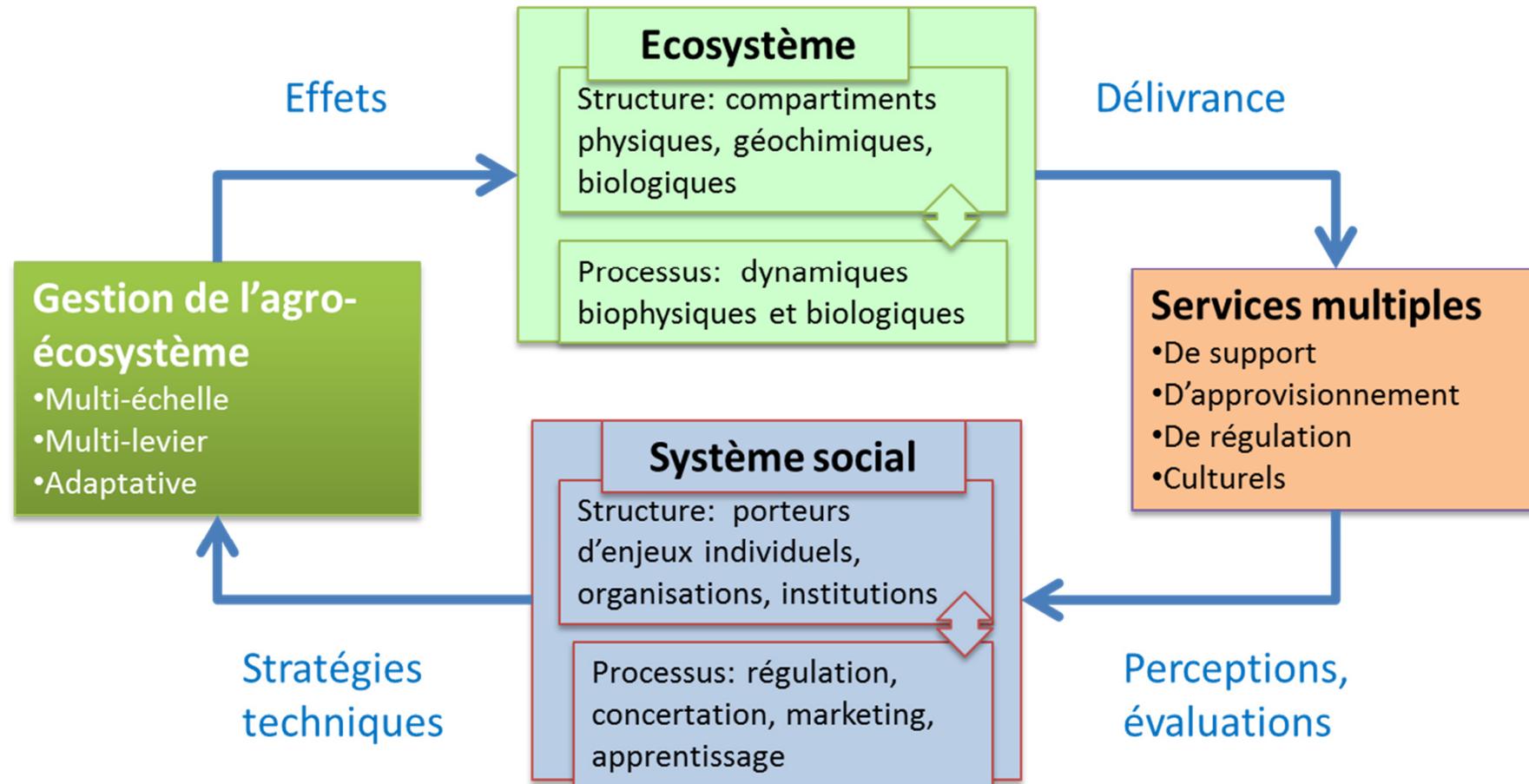
**Leroux et al. (2009)**  
**Esco Agriculture et Biodiversité**

# Objectifs du métaprogramme Inra sur les services écosystémiques

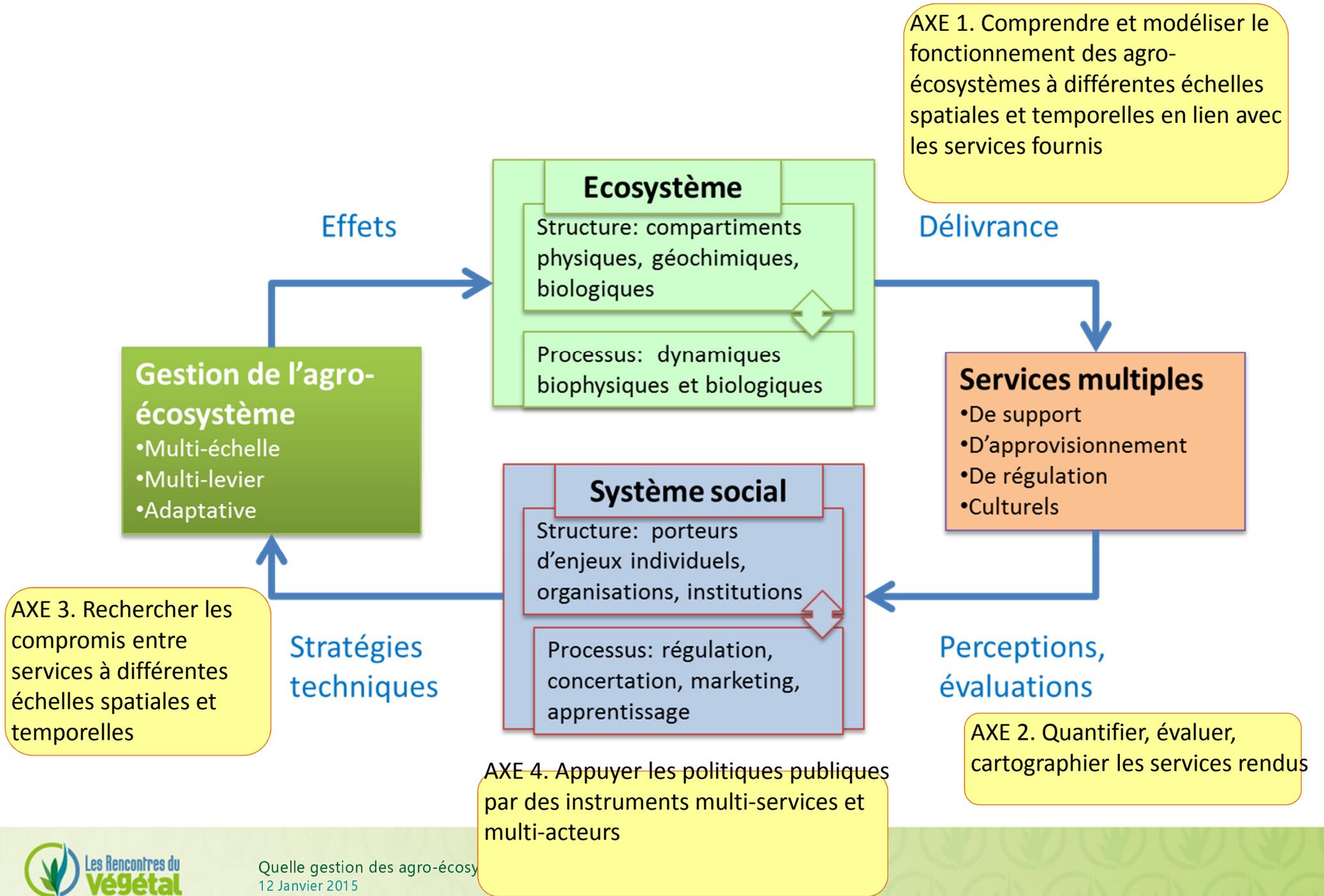
1. **Produire** des connaissances selon une approche systémique sur le fonctionnement des espaces agricoles et forestiers en tenant compte des composantes écologiques et humaines de ces espaces, et des interactions entre elles
2. **Proposer** aux parties prenantes d'un espace rural (producteur, collecteur, transformateur, randonneur, consommateur, administrateur, législateur...) **les moyens** de le gérer dans le but d'optimiser les services que cet espace procure en se préoccupant du long terme

# Un cadre conceptuel pour le métaprogramme Inra sur les services écosystémiques

avec 4 axes de recherche



# Un cadre conceptuel pour le métaprogramme Inra sur les services écosystémiques avec 4 axes de recherche



# Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes

**Fonctionnement de l'écosystème:**  
capture des ressources  
production biomasse  
cycle de l'eau et des nutriments  
bioagresseurs...



## Diversité biologique

(variation des gènes, des espèces, des traits fonctionnels)

Place de la biodiversité planifiée et des pratiques qui influent sur la biodiversité associée

Cardinale et al. (2012)

# Identifier, quantifier et évaluer les services

**Projet européen STEP**

**Les insectes pollinisateurs sous-tendent la productivité agricole**

**STEP**

Les insectes pollinisateurs contribuent à la production agricole pour 150 cultures (84%) en Europe

Ces cultures dépendent partiellement ou totalement des insectes pour leur pollinisation et leur rendement

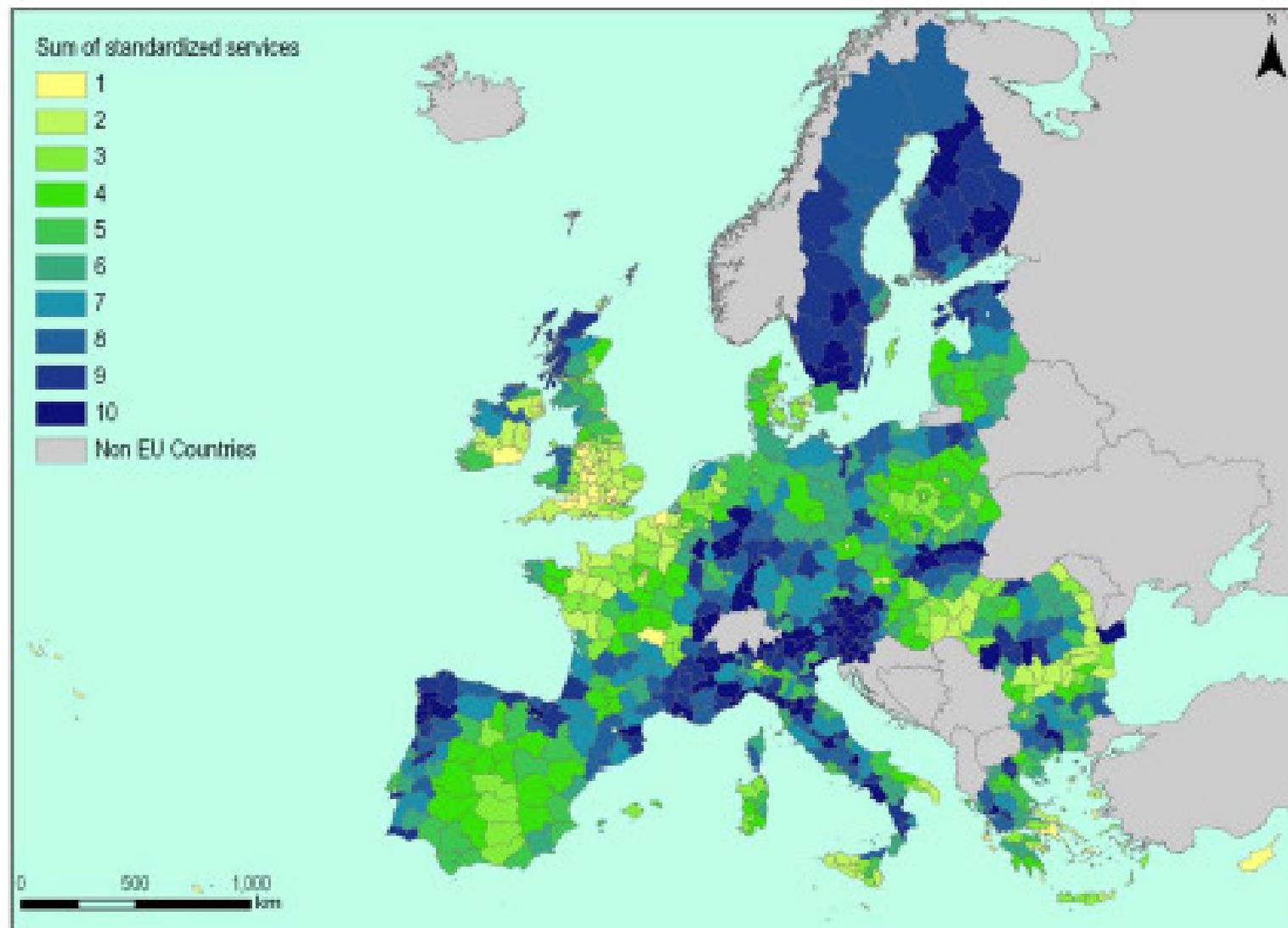
**La valeur annuelle des insectes pollinisateurs est estimée à 22 milliards € en Europe**

Les abeilles sauvages et d'autres insectes sont des pollinisateurs importants, tout comme les abeilles mellifères

Les bourdons peuvent être des pollinisateurs importants de certaines cultures. Photographie Bernard Vaissière

Les insectes pollinisateurs sont essentiels pour la productivité d'une large gamme de cultures d'importance économique parce qu'ils permettent d'augmenter les rendements et d'améliorer la qualité des productions (voir encart 1). Si le cheptel apicole peut assurer la pollinisation de nombreuses cultures, à l'échelle de l'Europe ce sont les pollinisateurs sauvages comme les bourdons, les abeilles solitaires et les syrphes qui sont peut-être les pollinisateurs les plus

## Cartographier les services



**EU : MAES**  
**France : EFESE**

Fig. 18. Total ecosystem service value.

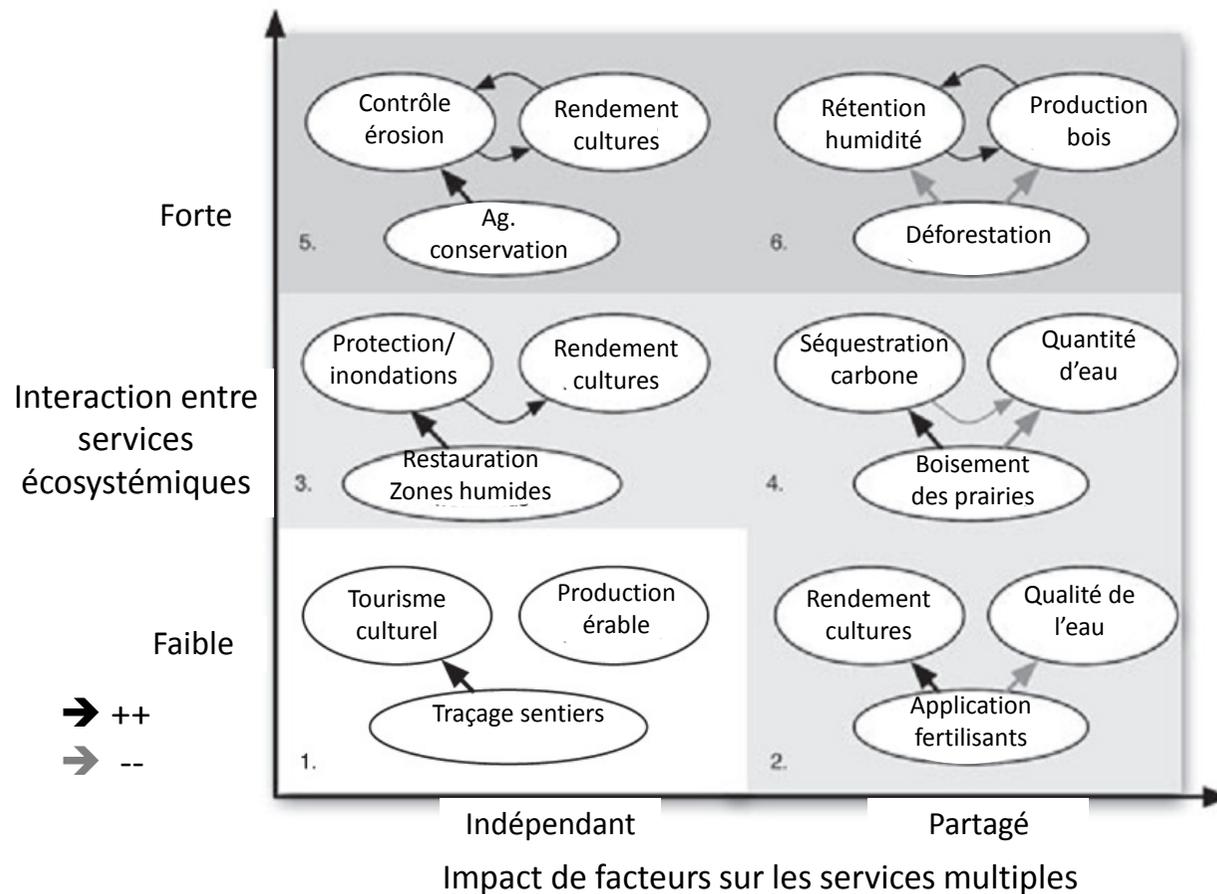
Sum of 13 ecosystem services maps standardized according to  $(x-x_{min})/(x_{max}-x_{min})$  where  $x$  is the value for each service per nuts area and  $x_{min}$  and  $x_{max}$  are the minimum and maximum value for that service. For islands, including Cyprus, Malta and the Spanish and Portuguese NUTS areas situated offshore, not all services could be assessed.

# Rechercher des compromis

Relations apparentes entre services (synergie ou antagonisme) :

Effet des pratiques agricoles ?

Quelle stabilité au cours du temps ?



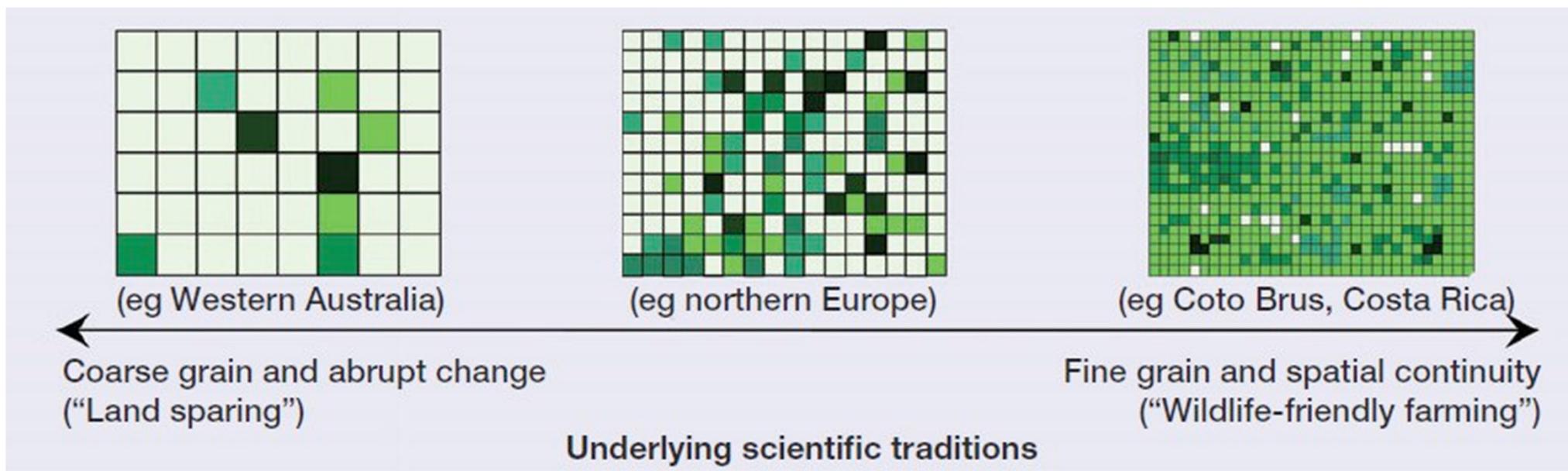
✓ Interactions fonctionnelles entre services

✓ Réponses parfois opposées à des drivers communs

From Bennett *et al.* (2009)

# Le territoire, une échelle-clé pour la gestion multi-services

## ❖ Landsharing/Landsparing

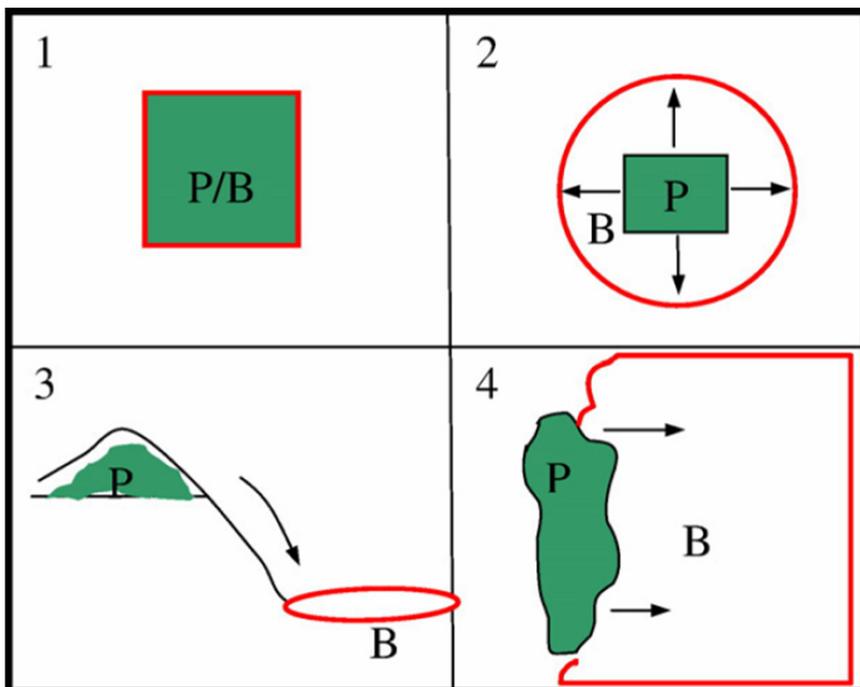


# Le territoire, une échelle-clé pour la gestion multi-services

- ❖ Landsharing/Landsparing
- ❖ Un espace où cohabitent divers acteurs producteurs/bénéficiaires des services



**Services locaux autoconsommés**  
(Bois communaux)



**Services « partagés »**  
(cueillette, promenade)

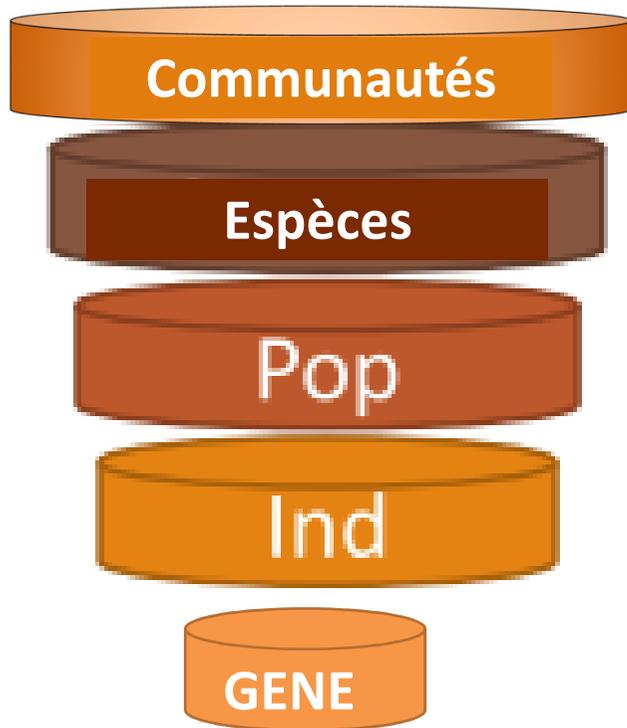
**Services exportés « ciblés »**  
(Ressources génétiques, eau de source, protection crues)

**Services exportés « diffus »**  
(Fixation carbone)

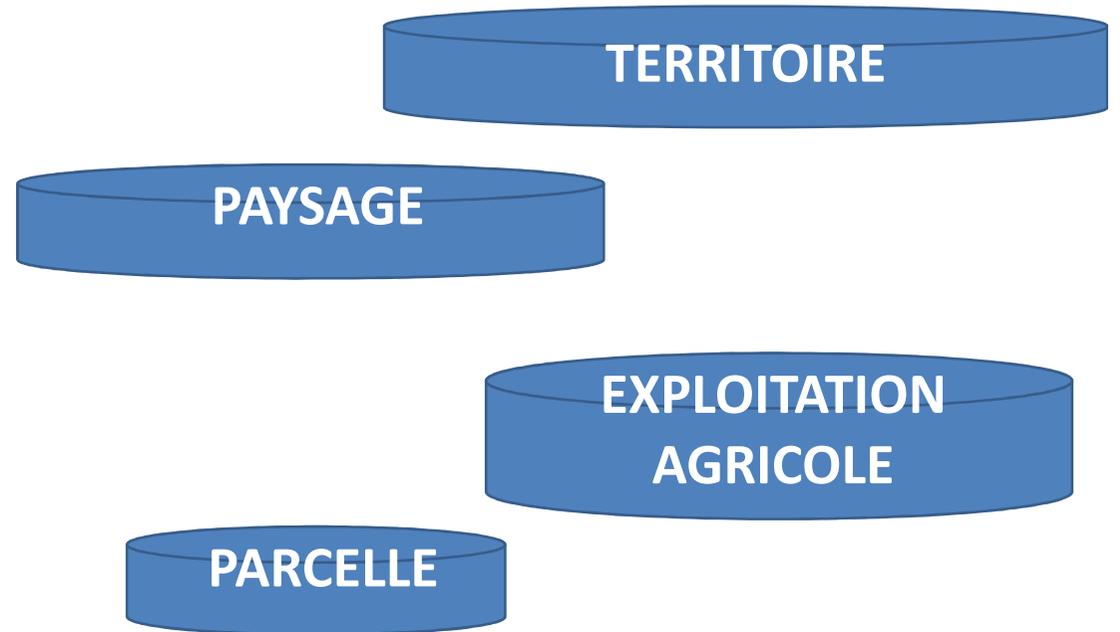
(From Fischer *et al.*, 2009)

# L'agro-écosystème

Plusieurs niveaux d'organisation



.... sur plusieurs échelles spatiales



et temporelles

=> Leviers d'action sur les services

**Importance de la composition génétique...**

# Pourquoi la diversité génétique ?



Théorie de l'écologie => Dans les mélanges la complémentarité des espèces diminue la compétition

Complémentarité dans les besoins, l'exploitation des ressources

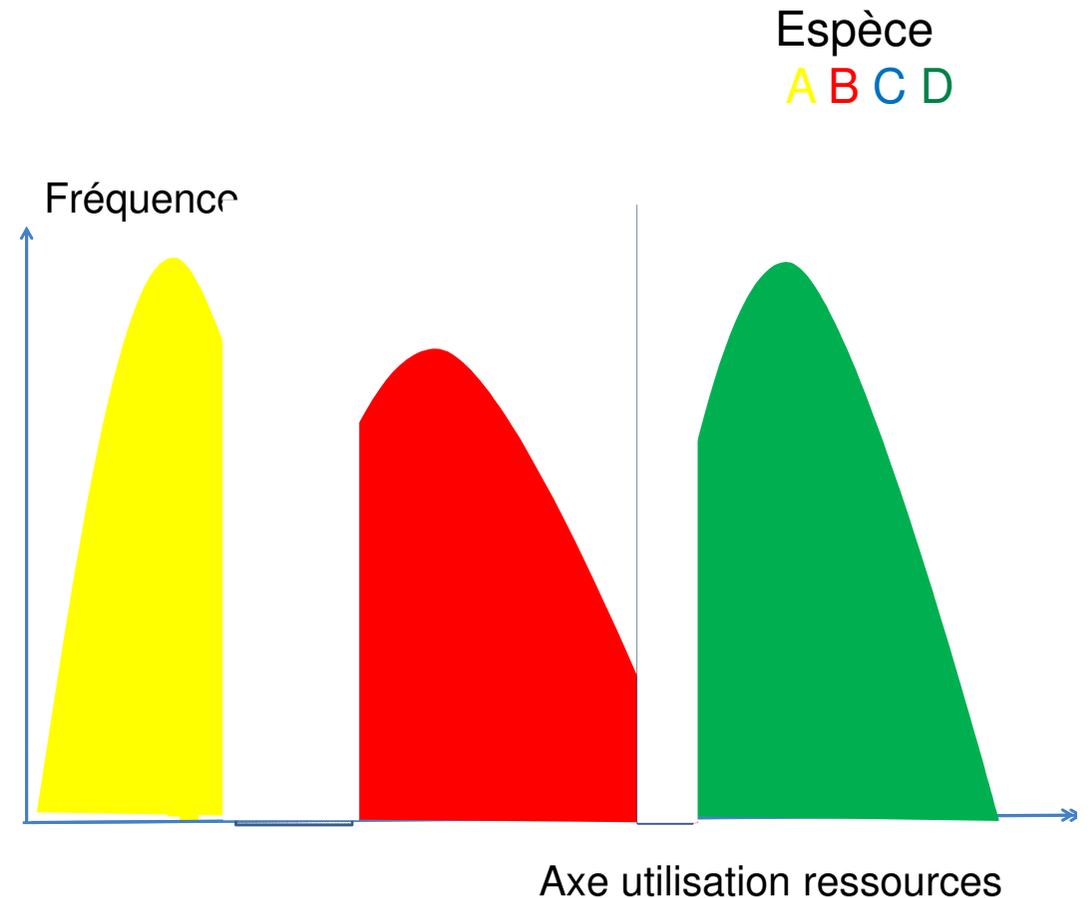


Mais une espèce c'est,

= ensemble d'individus variables

= pool de génotypes

=> diversité génétique



La diversité génétique intraspécifique pour augmenter la complémentarité !

# Echelle parcelle - Diversité génétique et production plurispécifique



PRAISE (ANR bioadapt 2013)

Graminées - légumineuses

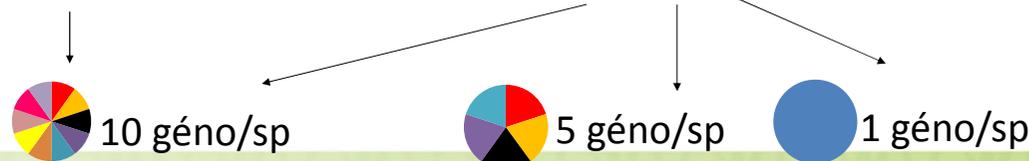
## Monocultures

D-P-10	D-P-8	D-P-15	D-P-15	D-P-17
D-P-11	D-P-18	D-P-17	D-P-8	D-P-18
D-P-17	D-P-9	D-P-10	D-P-16	D-P-8
D-P-18	D-P-19	D-P-15	D-P-20	D-P-9
D-P-15	D-P-11	D-P-19	D-P-8	D-P-19
D-P-19	D-P-11	D-P-18	D-P-20	D-P-11
D-P-16	D-P-19	D-P-9	D-P-17	D-P-10
D-P-9	D-P-16	D-P-9	D-P-20	D-P-11
D-P-20	D-P-18	D-P-16	D-P-8	D-P-10
D-P-10	D-P-16	D-P-15	D-P-17	D-P-20

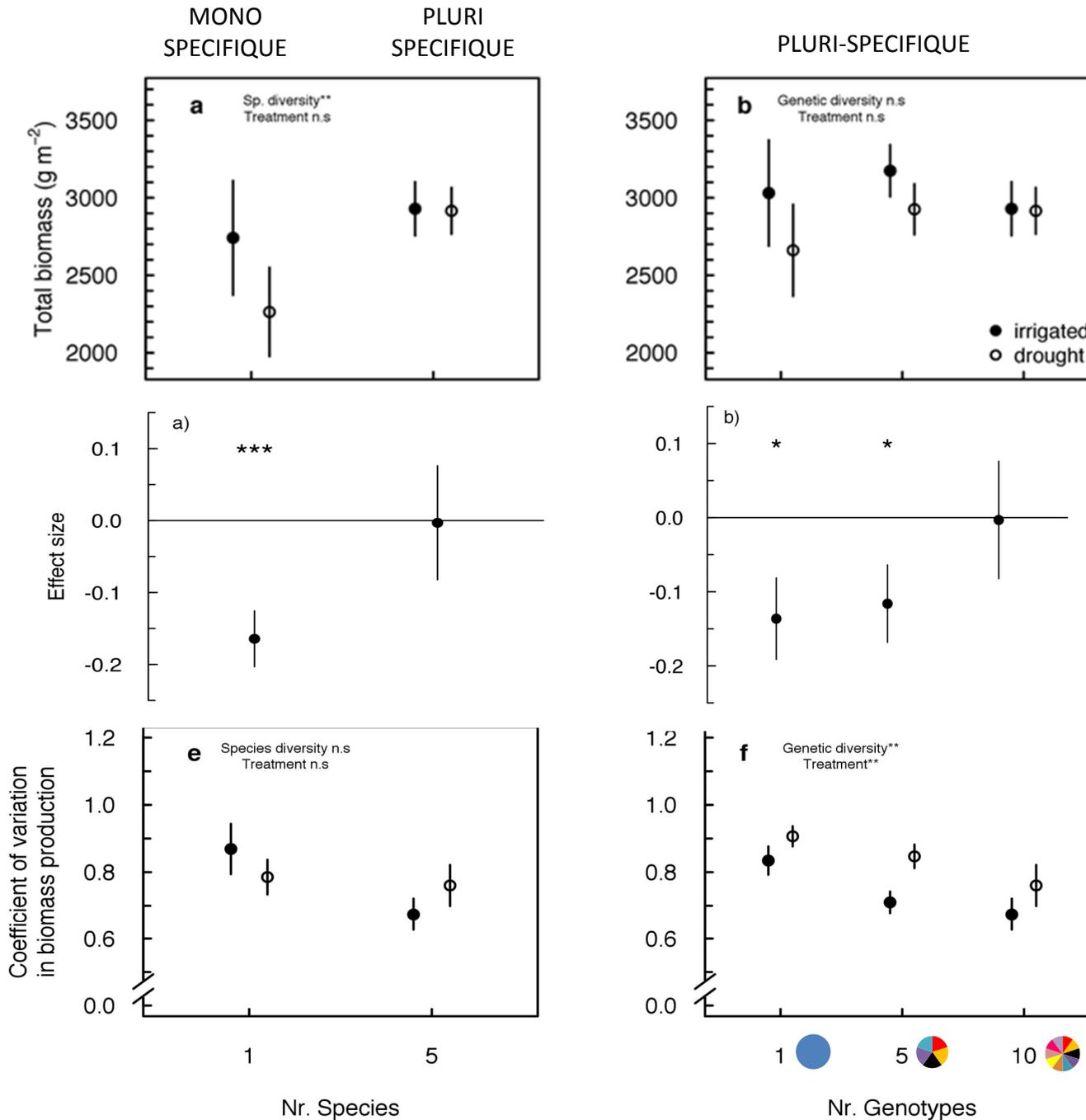
## Plurispécifique

F-P-13	L-P-15	F-P-13	F-P-13	T-P-13
T-P-13	F-P-13	F-P-13	L-P-15	R-P-18
L-P-15	F-P-13	T-P-13	T-P-13	L-P-15
R-P-18	L-P-15	R-P-18	D-P-9	L-P-15
L-P-15	R-P-18	L-P-15	T-P-13	D-P-9
D-P-9	D-P-9	D-P-9	D-P-9	T-P-13
T-P-13	R-P-18	R-P-18	D-P-9	R-P-18
T-P-13	L-P-15	F-P-13	F-P-13	D-P-9
T-P-13	F-P-13	T-P-13	D-P-9	F-P-13
D-P-9	L-P-15	R-P-18	R-P-18	R-P-18

Sans contrainte hydrique (irriguée)  
*versus*  
Avec contrainte hydrique (non irriguée)



# Echelle parcelle - Diversité génétique et production plurispécifique



Diversité génotypique et spécifique améliore :

- Réponse au stress hydrique
- Stabilité de la production

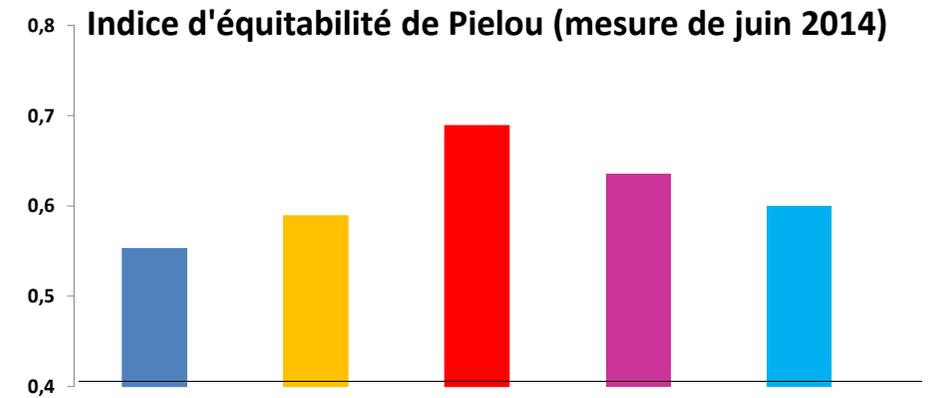
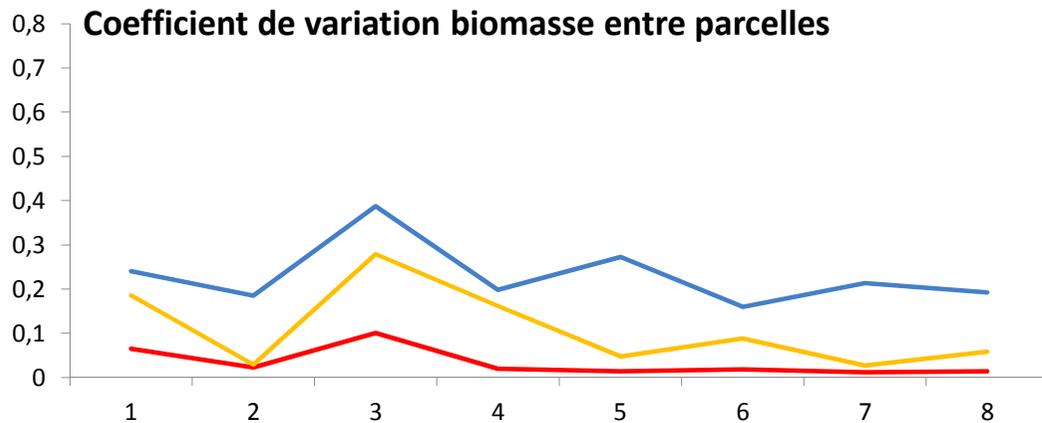
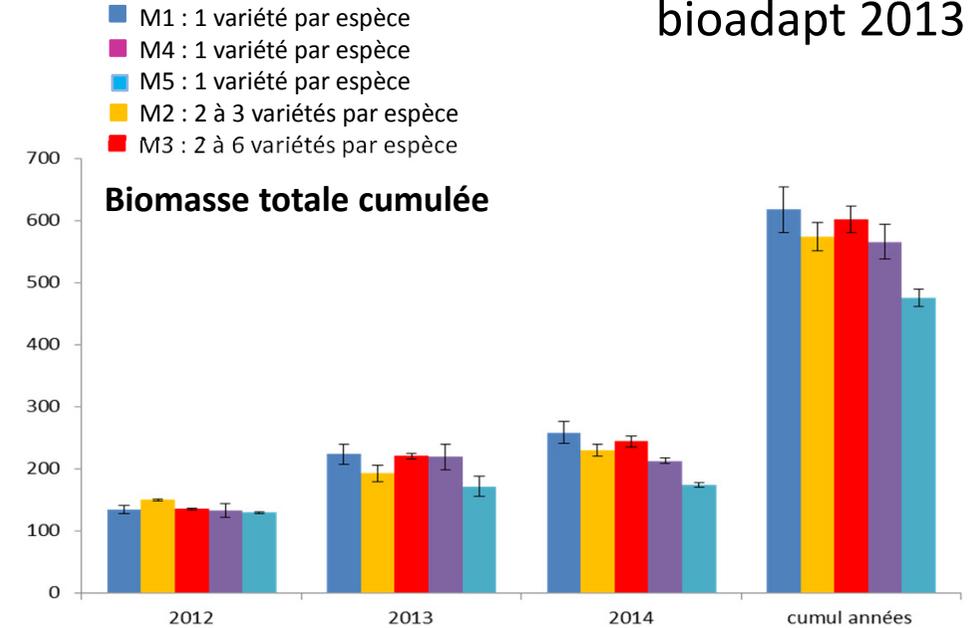
**Service de production face au stress hydrique**

# Echelle parcelle - Diversité génétique et production prairie plurispécifique

## 3 graminées et 4 légumineuses



PRAISE (ANR bioadapt 2013)

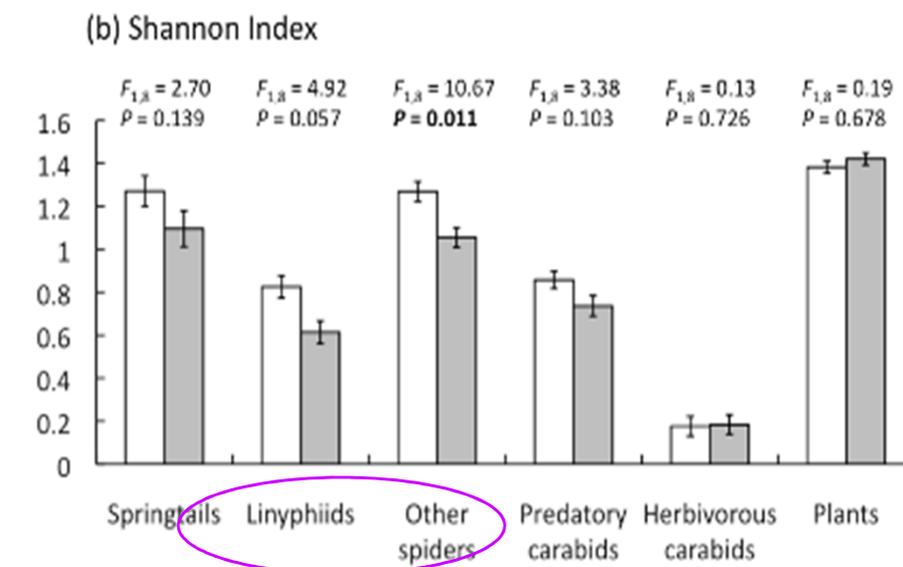
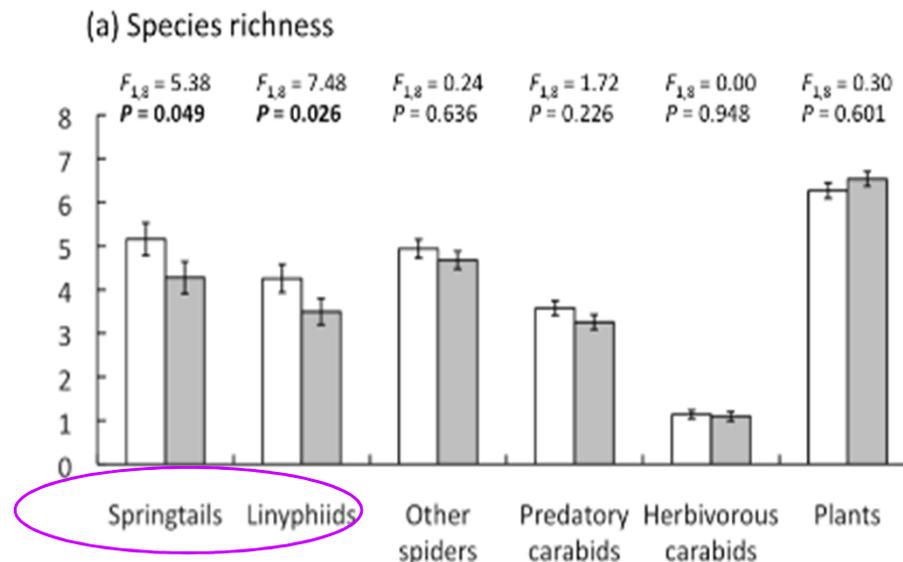
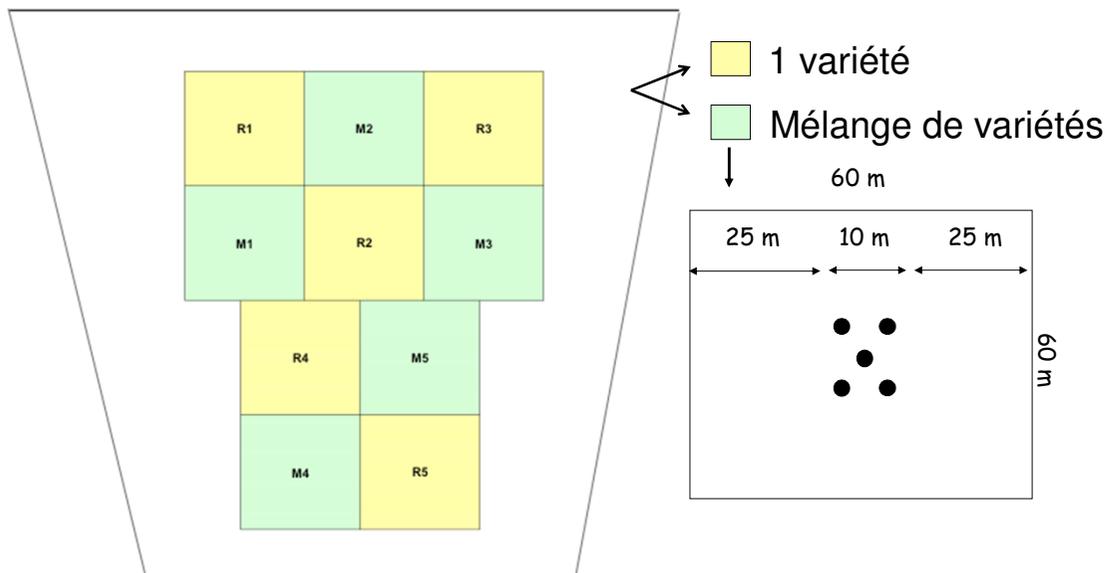


- ⇒ Stabilité spatio-temporelle de la production
- ⇒ Equilibre des espèces dans les mélanges plurispécifiques

## Service de production et fertilité des sols

# Echelle parcelle - Diversité génétique et biodiversité associée dans le blé

D'après Chateil et al. 2013, AEE



- Différences d'abondance mais aussi
- Diversité spécifique + importante dans les mélanges de variétés
- Impacte principalement les espèces prédatrices  
⇒ Effet lié à l'architecture des plantes



**Service de régulation des populations d'auxiliaires.....impact microflore et MO sol**



Les Rencontres du  
**Végétal**

8<sup>e</sup> édition

12-13 JANVIER 2015  
AGROCAMBUS OUEST  
ANGERS, FRANCE

RECHERCHE  
EXPÉRIMENTATION  
INNOVATION

Fruits  
Légumes  
Ornement  
Plantes aromatiques  
et médicinales  
Semences  
Cidriculture  
Viticulture  
Paysage

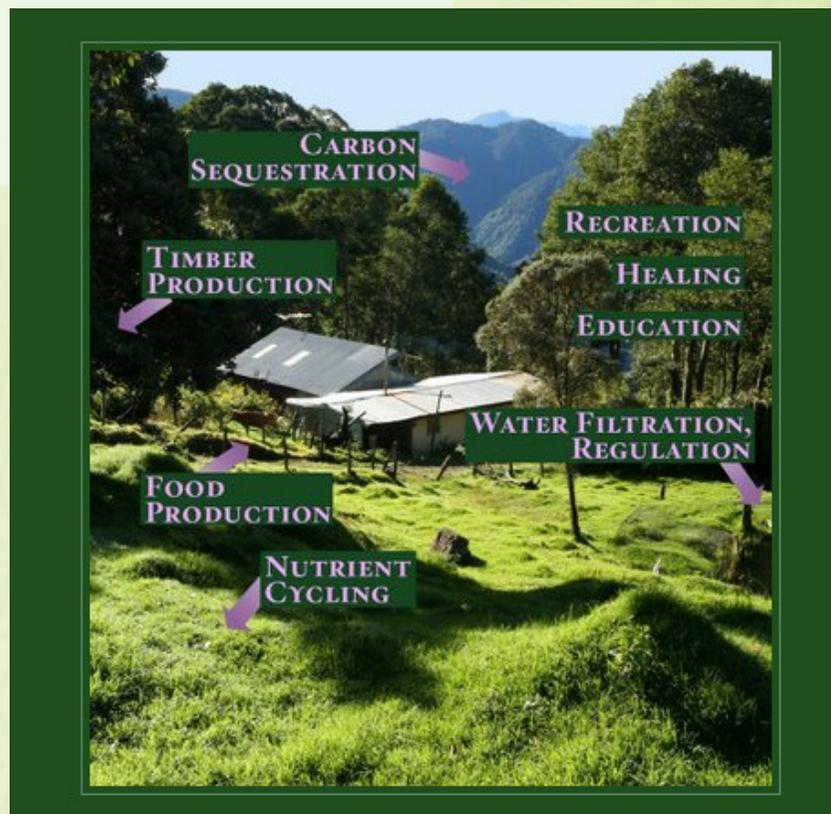
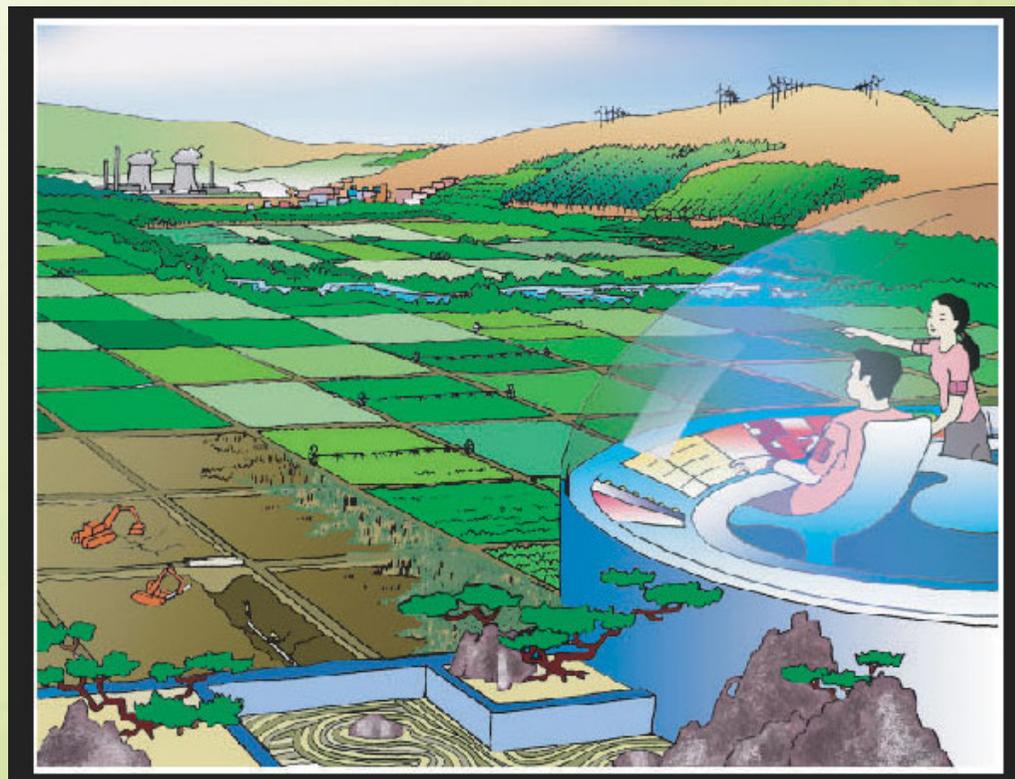
L'optimisation des services attendus dans agroécosystèmes nécessite de combiner :

- compositions génétiques des cultures et des animaux,
- pratiques culturales et d'élevage,
- aménagements des paysages et de la **gouvernance des territoires**



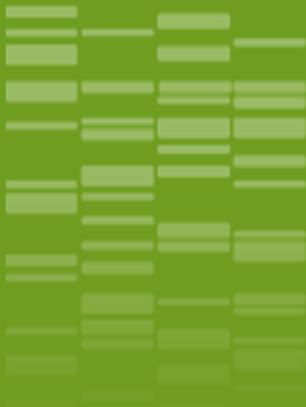
Les Rencontres du  
**Végétal**

8<sup>e</sup> édition



Merci pour votre attention

[Ecoserv@inra.fr](mailto:Ecoserv@inra.fr)

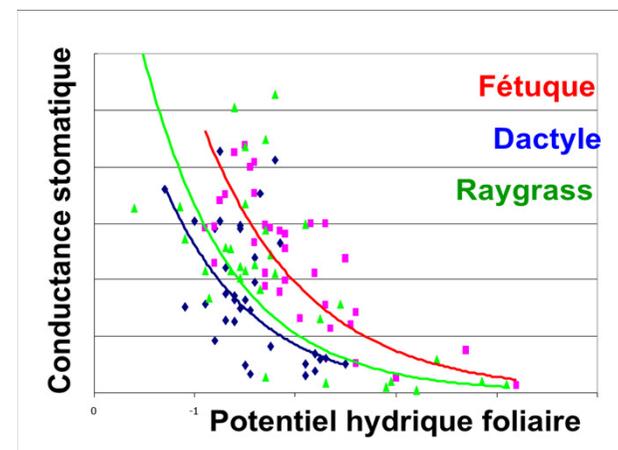
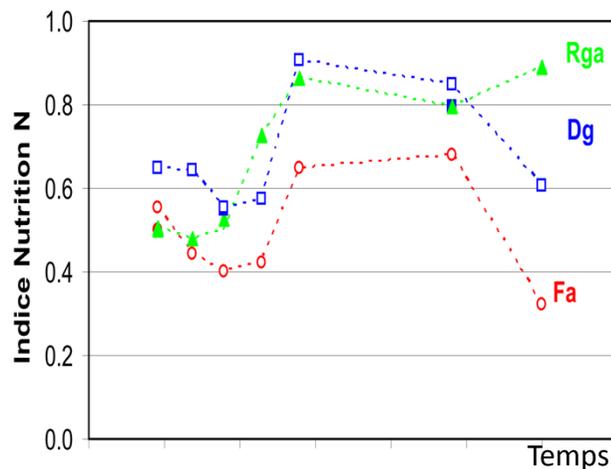
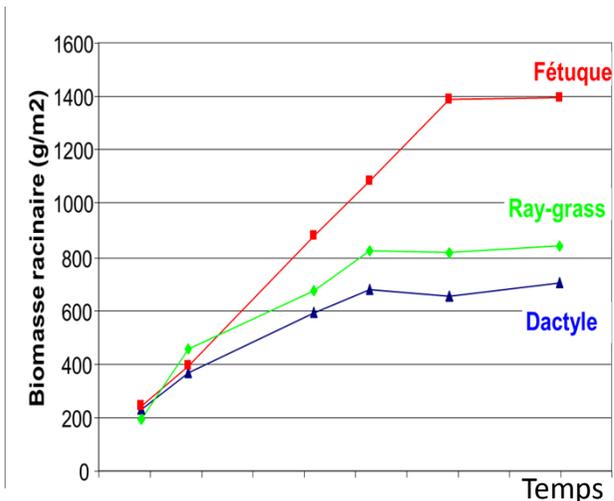


# Fétuque / Raygrass anglais / Dactyle (végétation du SOERE ACBB Lusignan)

=> un mélange sur-productif – pourquoi ?

D'après F. Gastal et al,  
CIAG 2012 vol. 22)

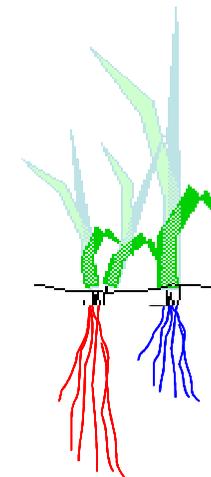
## Caractéristiques des espèces différentes



Complémentarités dans la croissance et l'accumulation de biomasse racinaire

Complémentarités dans la capacité d'acquisition de l'azote du sol

la surproductivité du mélange résulte de la combinaison d'un ensemble de complémentarités fonctionnelles dans le temps et dans l'espace conduisant à une meilleure exploitation des ressources du milieu



Régulation stomatique de la transpiration et photosynthèse

Profondeur d'enracinement et de prélèvement de l'eau

Fa Dg Lp

Enroulement foliaire

Complémentarités dans la profondeur de prélèvement et l'économie de la ressource en eau