



Les Rencontres du
Végétal

8^e 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 bénéfices que les humains tirent des écosystèmes

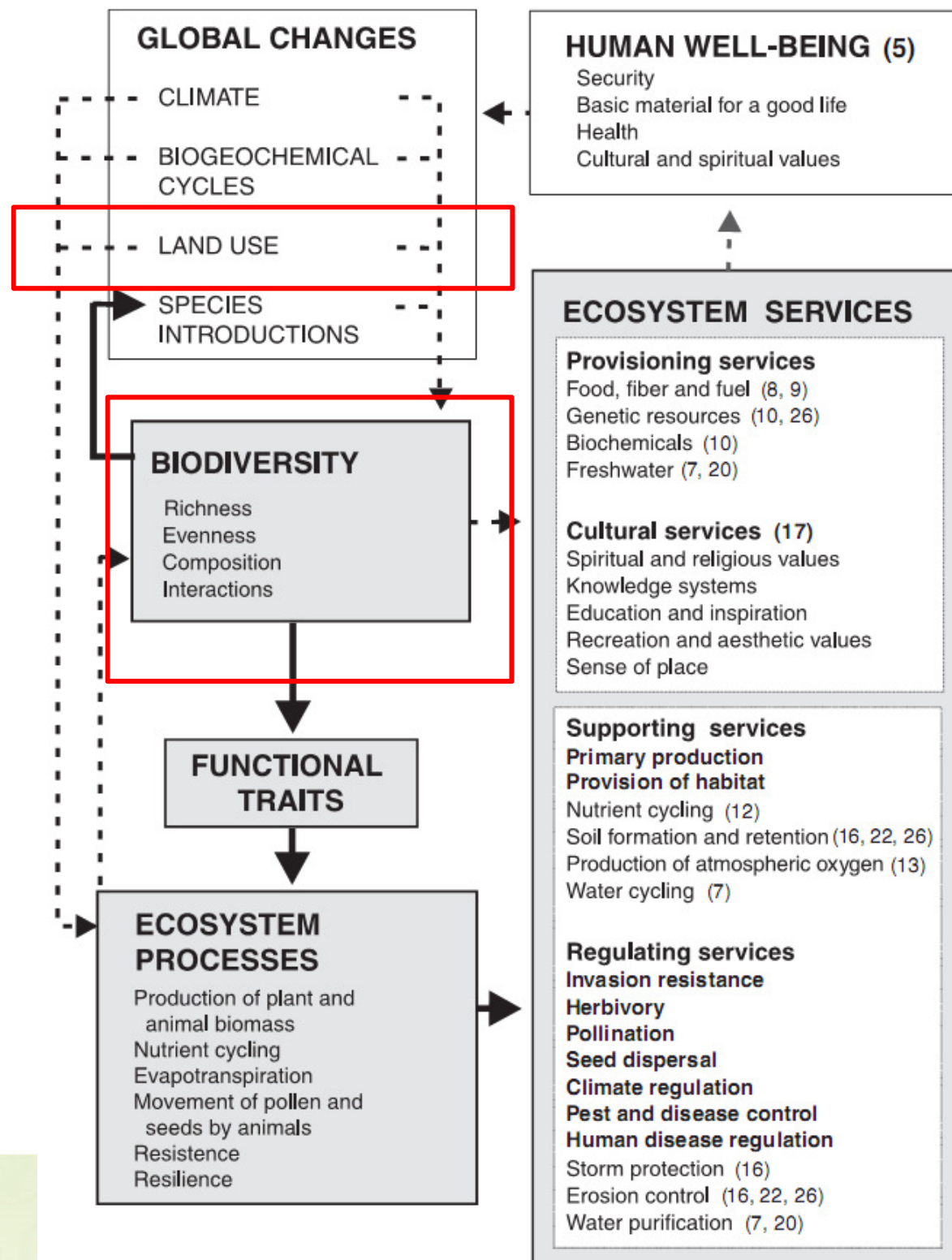
- **Services d'approvisionnement** : en lien avec les ressources directement exploitées par l'homme : nourriture, énergie, eau...
- **Services de régulation** : en lien avec les mécanismes responsables de la régulation du climat, des populations de ravageurs, de la prévention des inondations...
- **Services 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

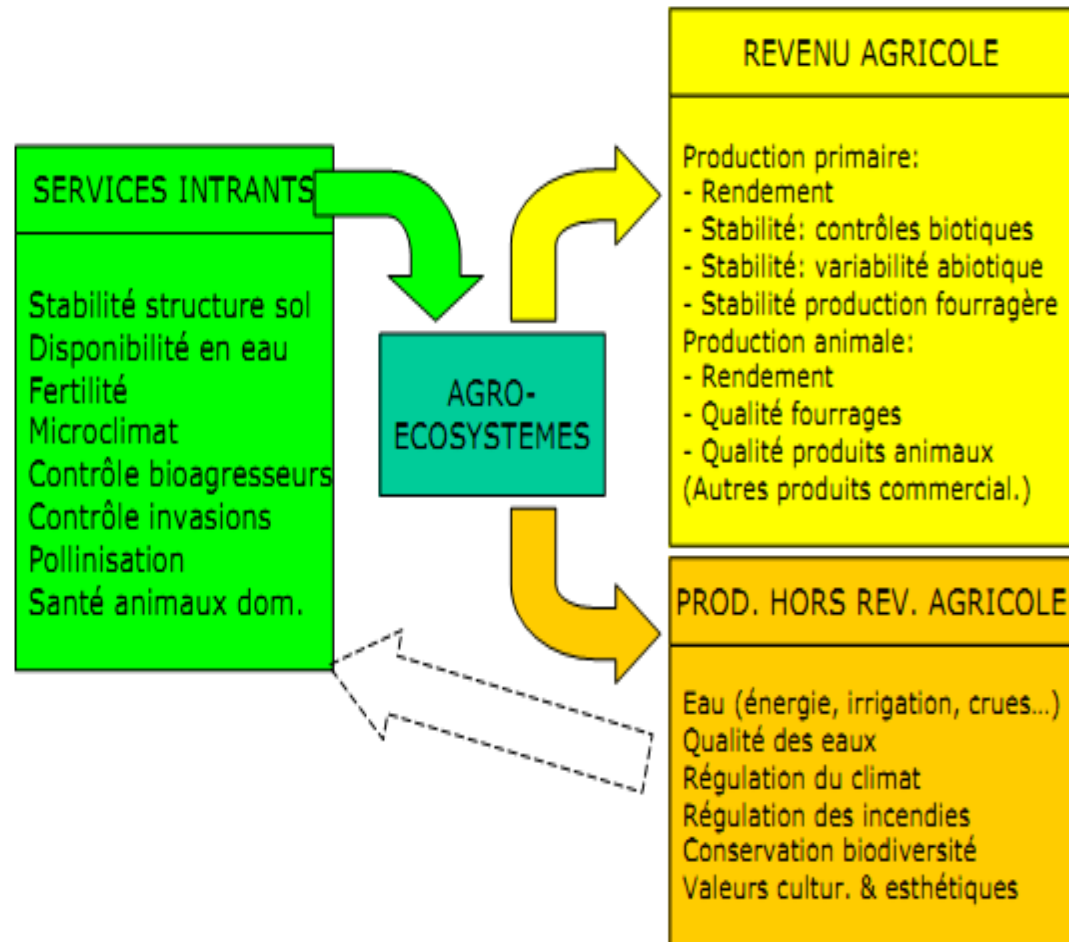


Figure 2.1-1. Schéma conceptuel de l'organisation des services des agroécosystèmes adopté pour ce chapitre. Modifié d'après Zhang et al. (2007).

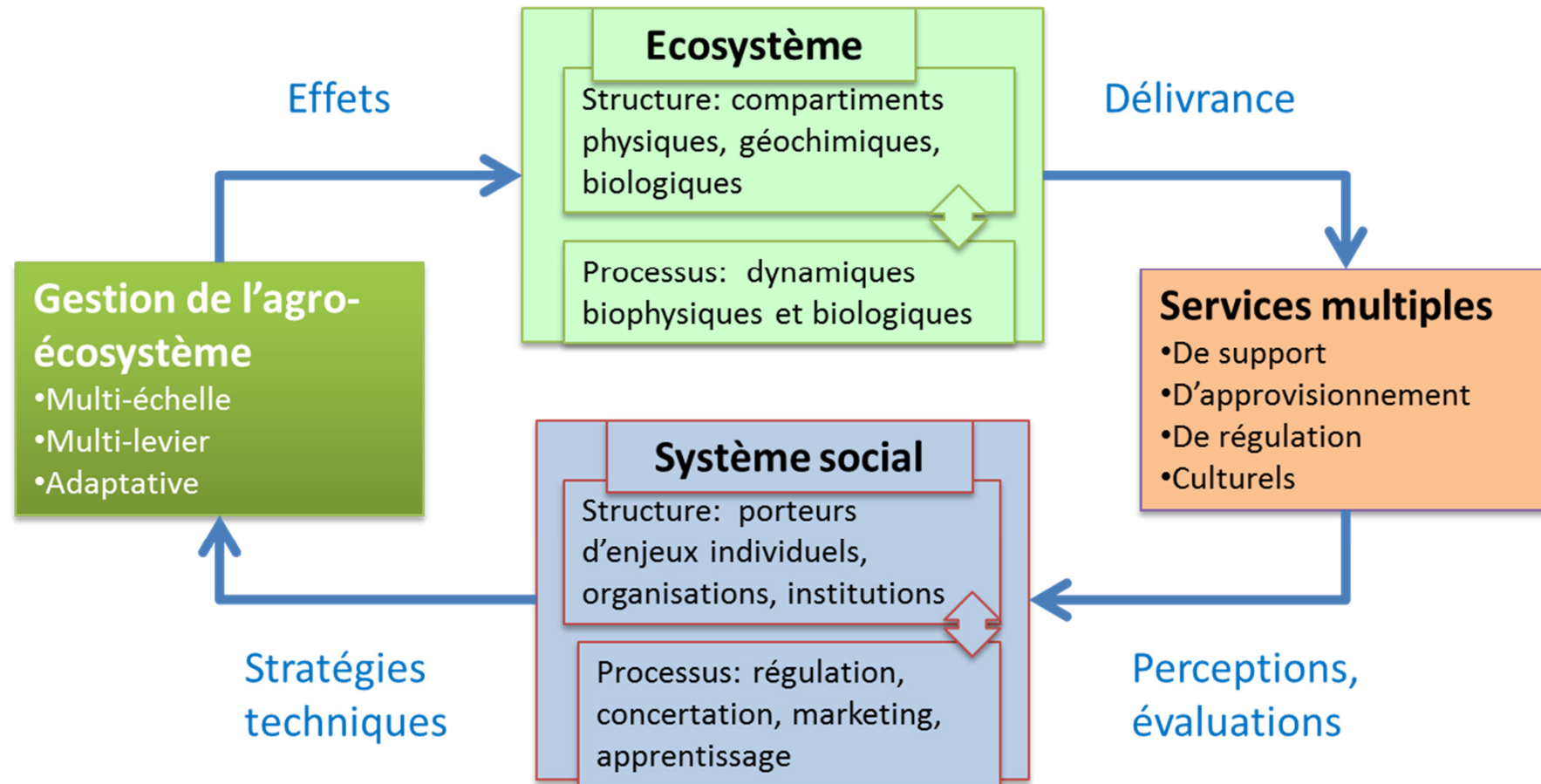
Leroux et al. (2009)
Esco Agriculture et Biodiversité

Objectifs du métaprogramme Inra sur les services écosystémiques

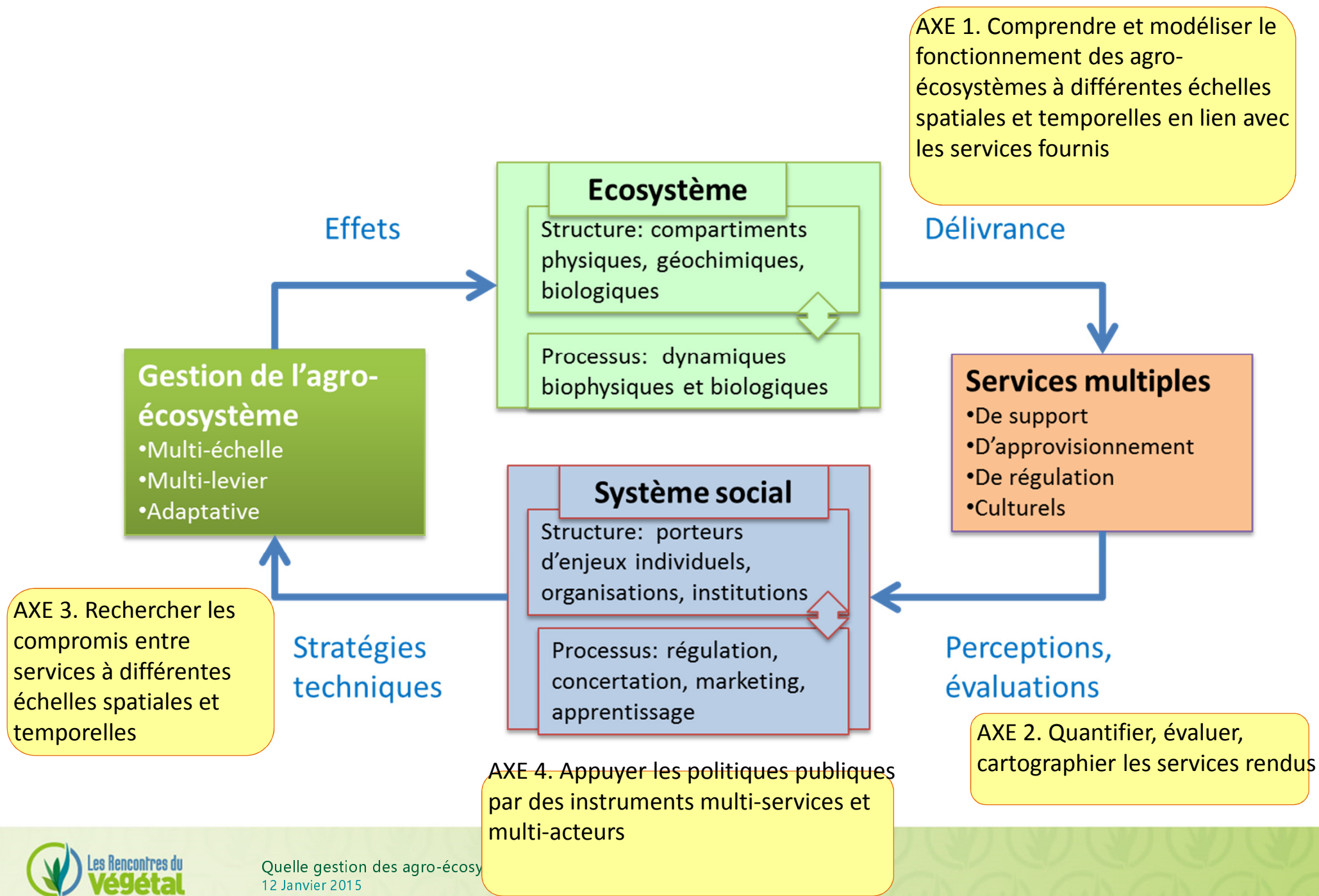
1. **Produire** des connaissances selon une approche systémique sur le fonctionnement des espaces agricoles et forestiers en tenant compte des composantes écologiques et humaines de ces espaces, et des interactions entre elles
2. **Proposer** aux parties prenantes d'un espace rural (producteur, collecteur, 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

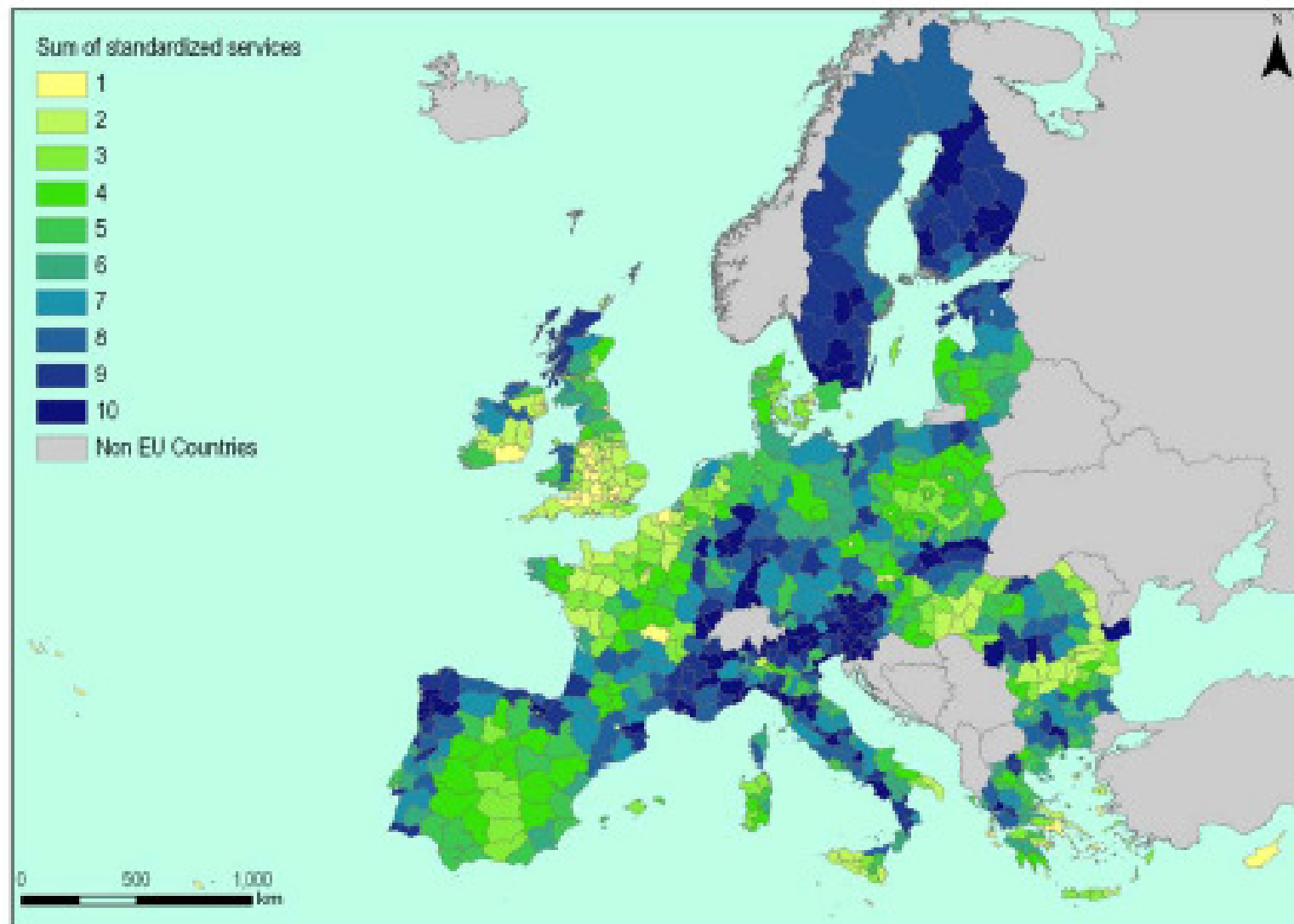
Les abeilles sauvages et d'autres insectes sont des pollinisateurs importants, tout comme les abeilles mellifères



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.

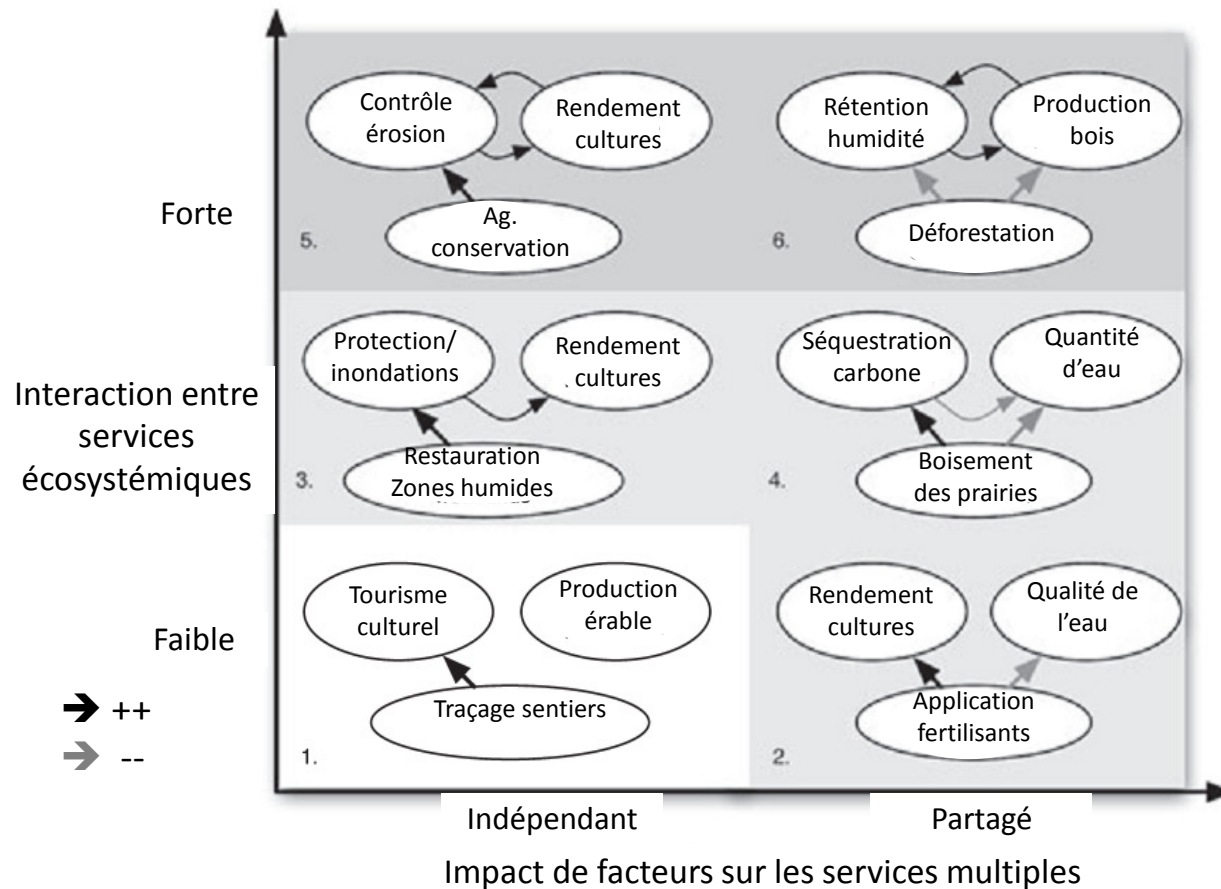
Sum of 13 ecosystem services maps standardized according to $(x - x_{min}) / (x_{max} - x_{min})$ where x is the value for each service per nuts area and x_{min} and x_{max} are the minimum and maximum value for that service. For islands, including Cyprus, Malta and the Spanish and Portuguese NUTS areas 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 ?

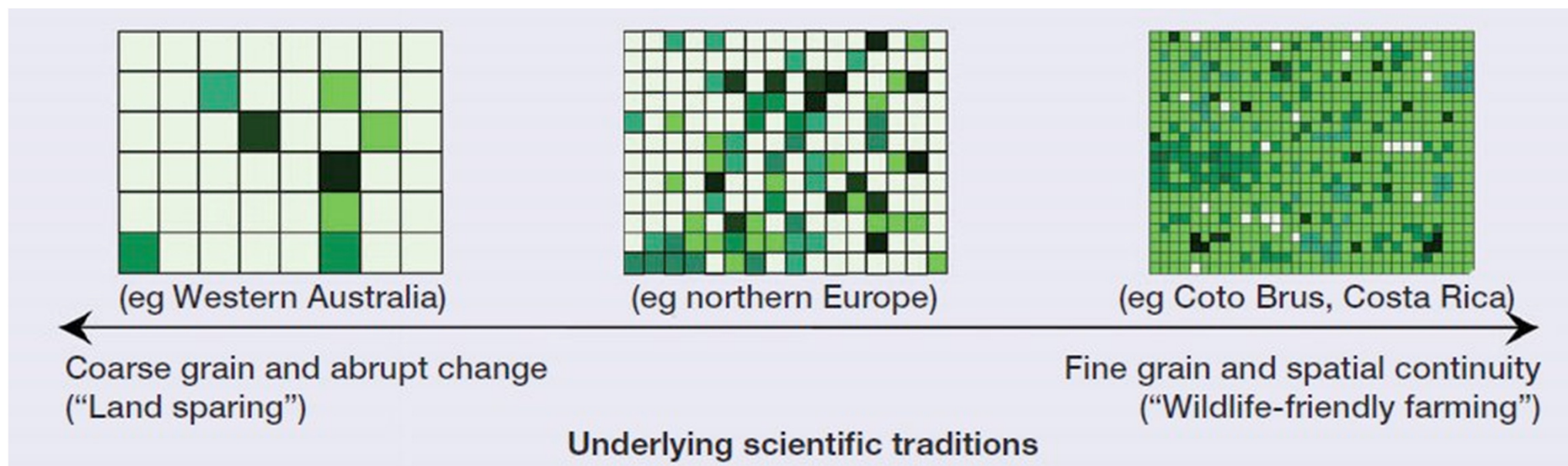
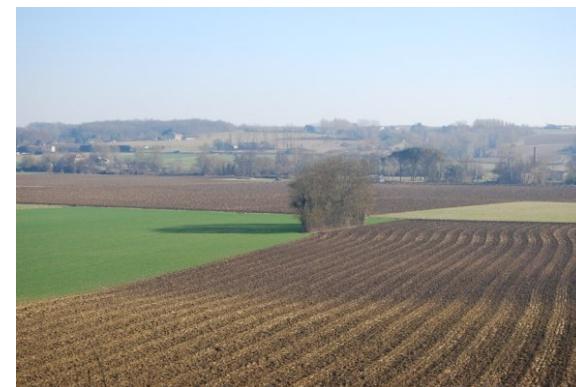


- ✓ Interactions fonctionnelles entre services
- ✓ Réponses parfois opposées à des drivers communs

From Bennett *et al.* (2009)

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

❖ Landsharing/Landsparing

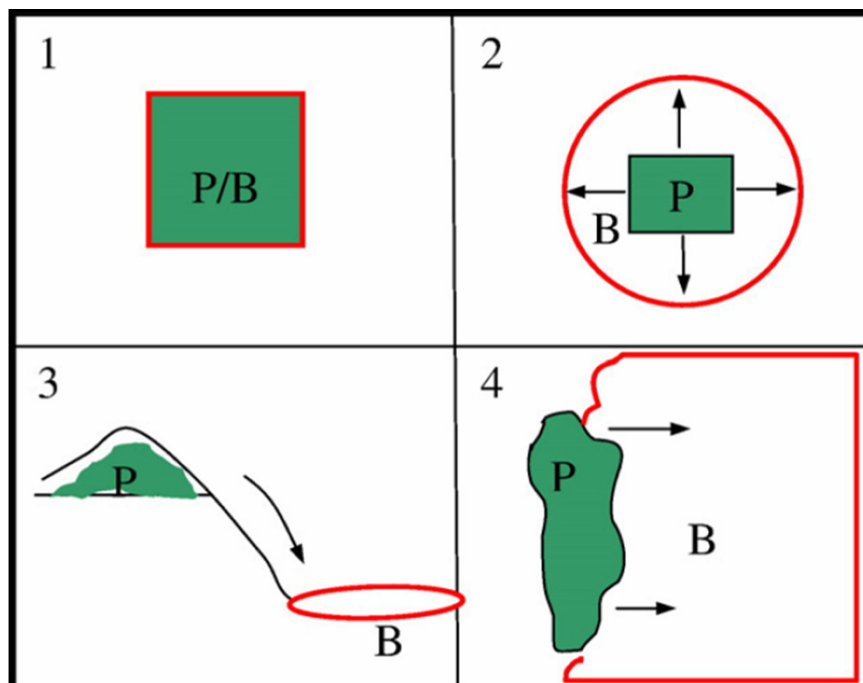


Le territoire, une échelle-clé pour la gestion multi-services

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



**Services locaux
autoconsommés**
(Bois communaux)



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

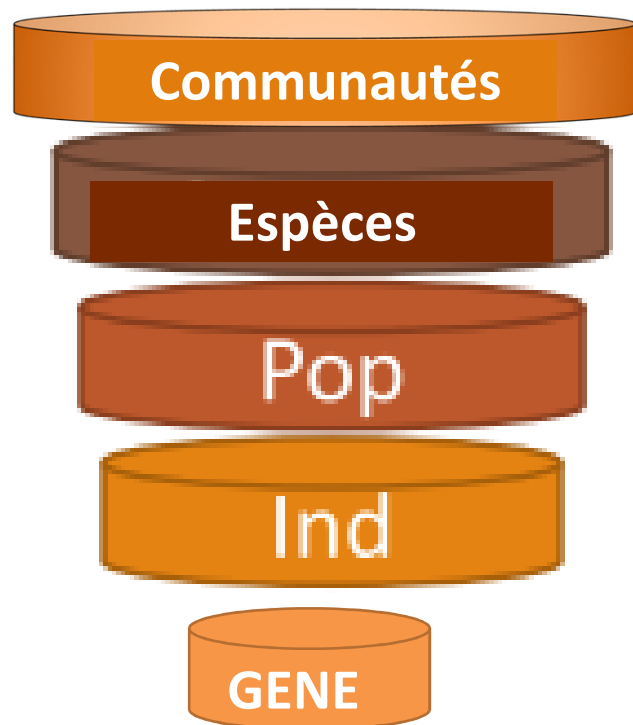
**Services exportés
« ciblés »**
(Ressources
génétiques, eau de
source, protection
crues)

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

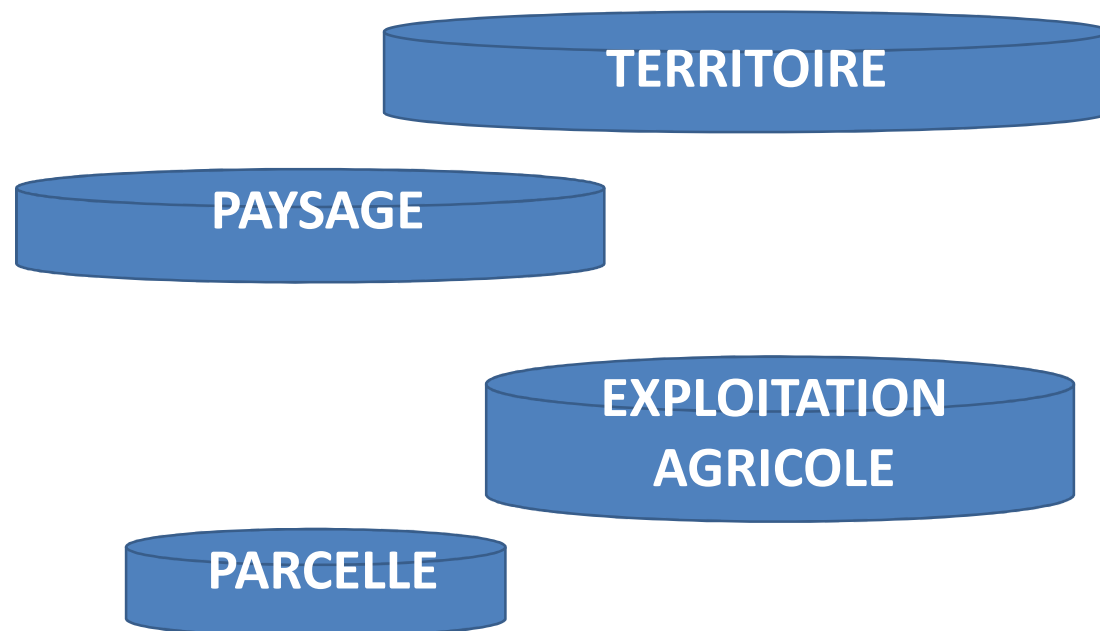
(From Fischer *et al.*, 2009)

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

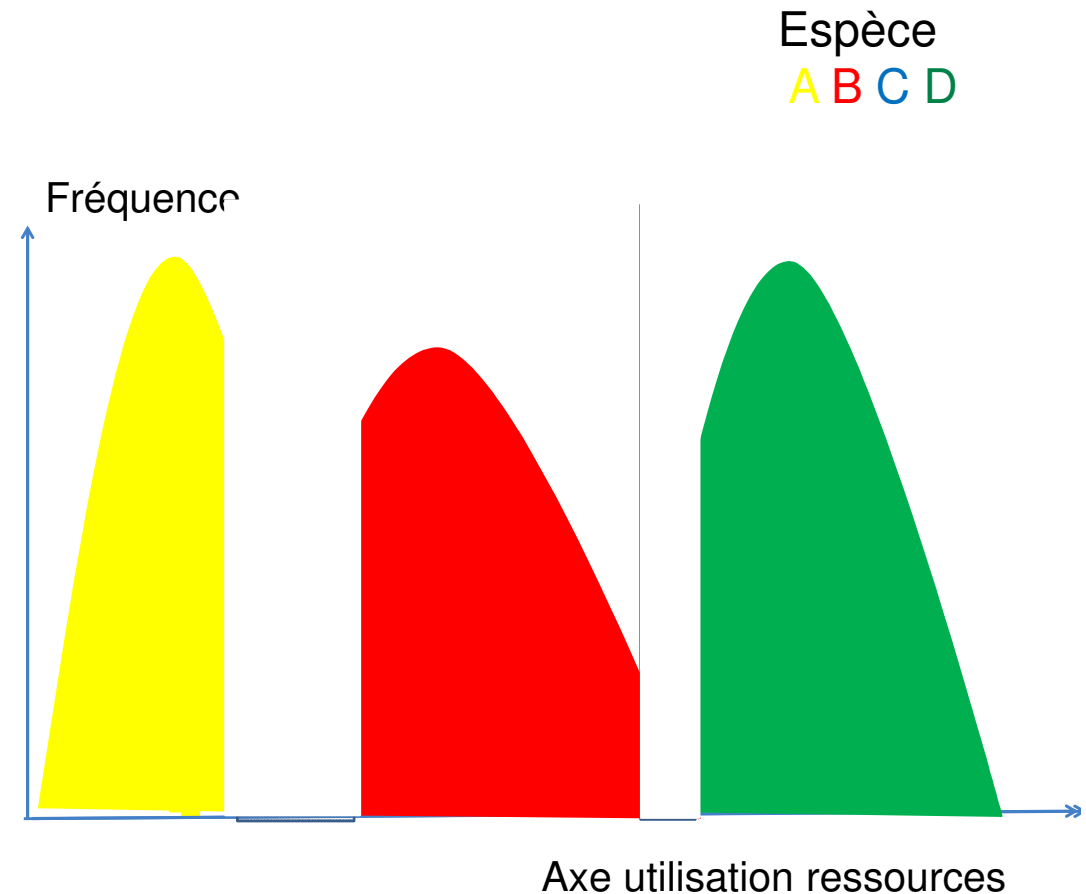


Mais une espèce c'est,

= 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

Plurispécifique

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

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)



10 géno/sp

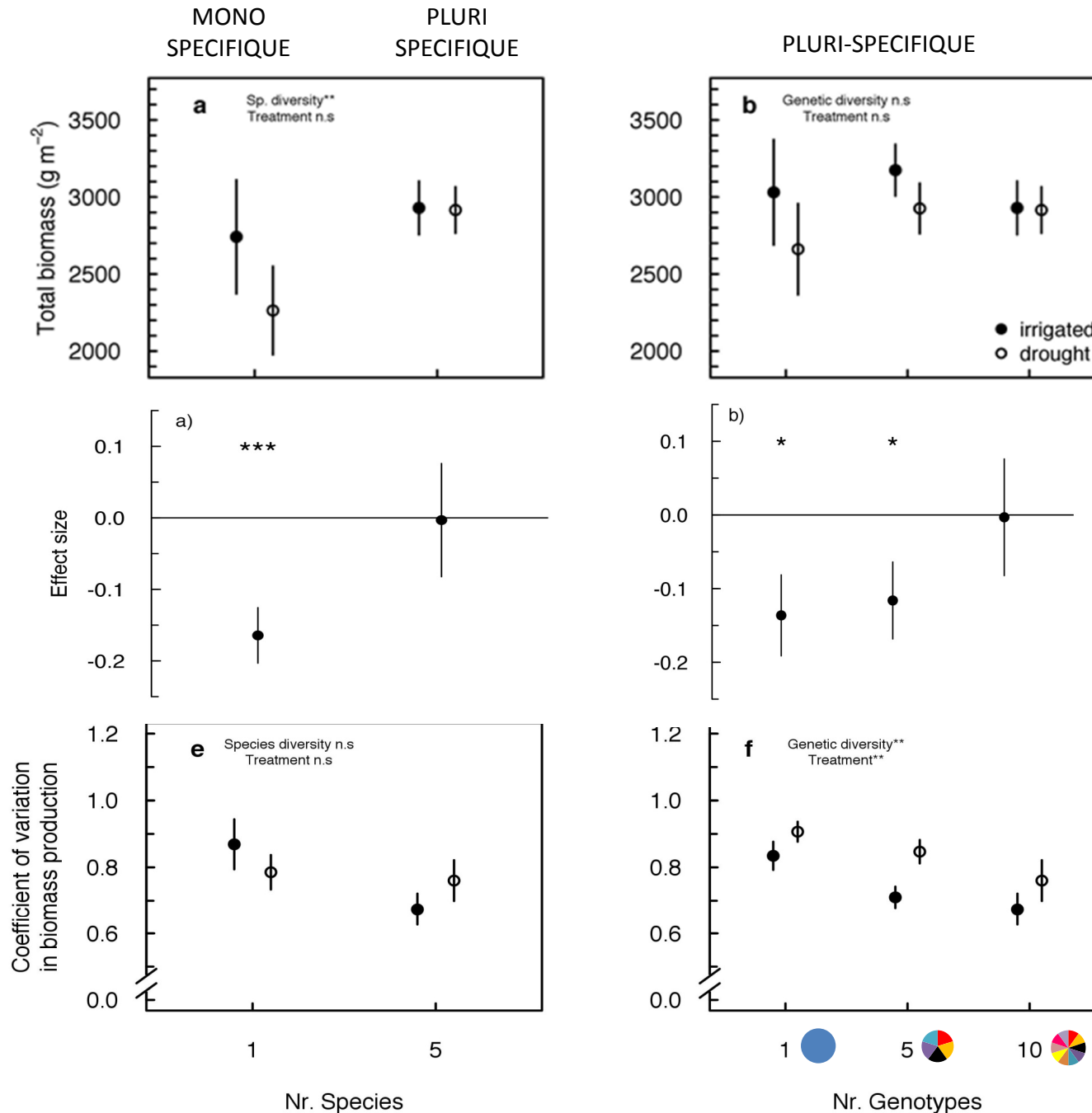


5 géno/sp



1 géno/sp

Echelle parcelle - Diversité génétique et production plurispécifique



Diversité génotypique et spécifique améliore :

- Réponse au stress hydrique
- Stabilité de la production

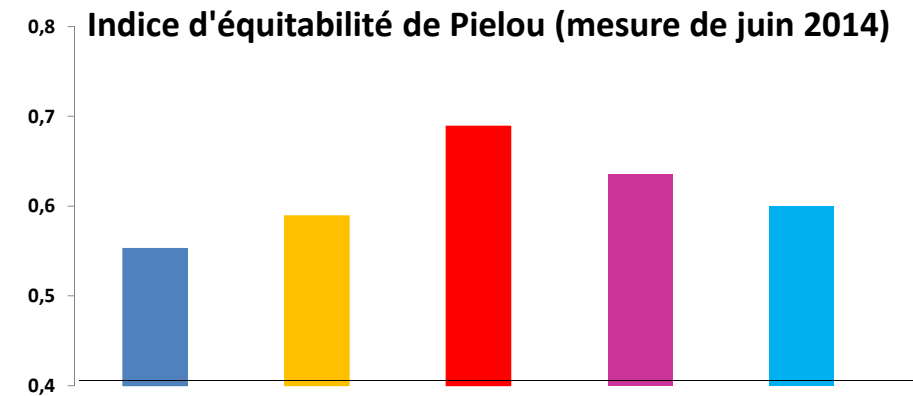
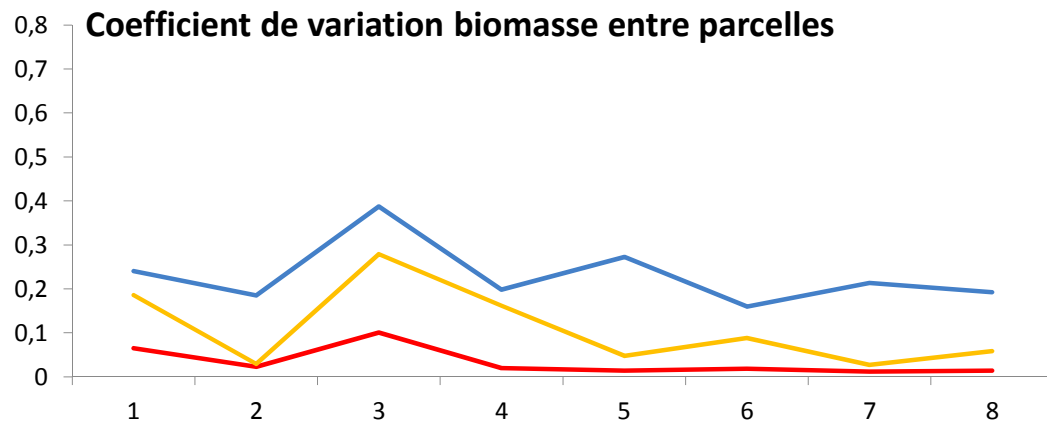
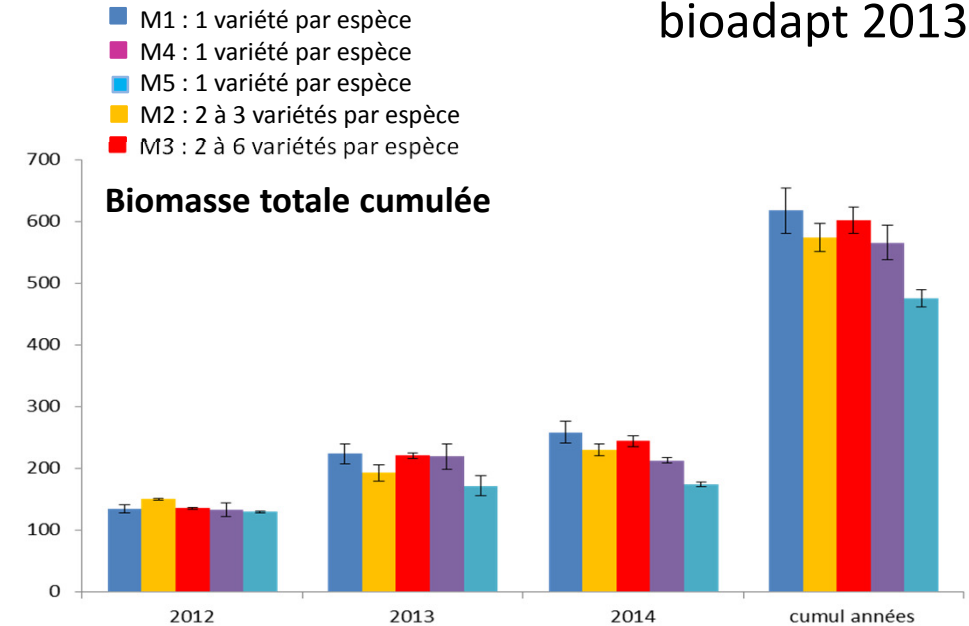
Service de production face au stress hydrique

Echelle parcelle - Diversité génétique et production prairie plurispécifique

3 graminées et 4 légumineuses



PRAISE (ANR
bioadapt 2013)

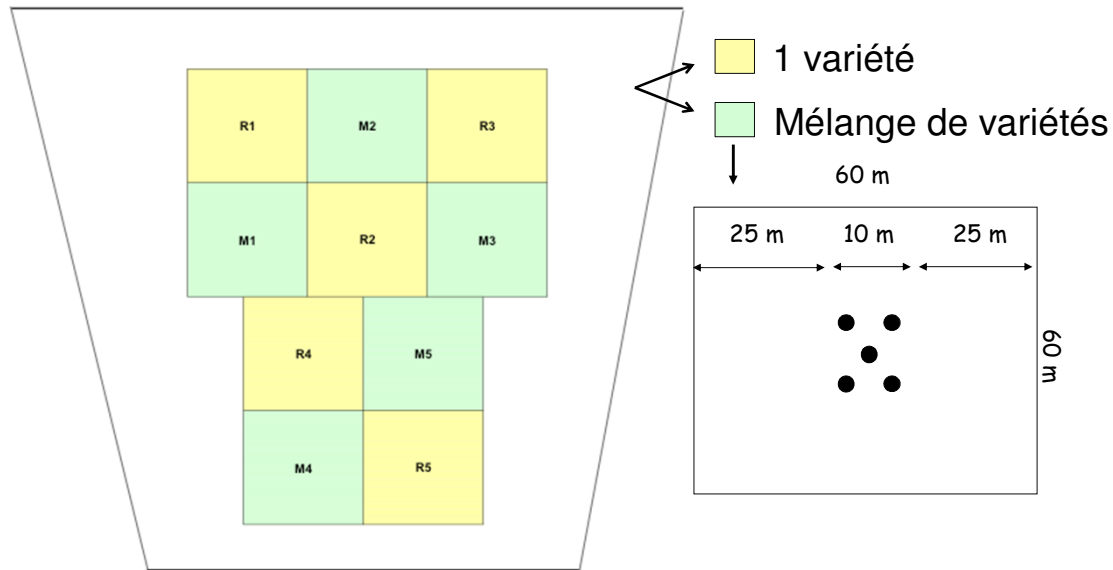


- ⇒ Stabilité spatio-temporelle de la production
- ⇒ Equilibre des espèces dans les mélanges plurispécifiques

Service de production et fertilité des sols

Echelle parcelle - Diversité génétique et biodiversité associée dans le blé

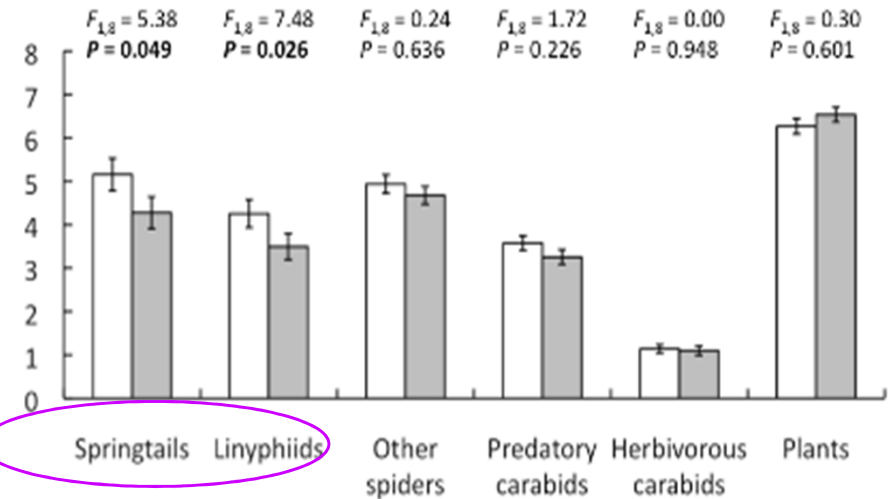
D'après Chateil et al. 2013, AEE



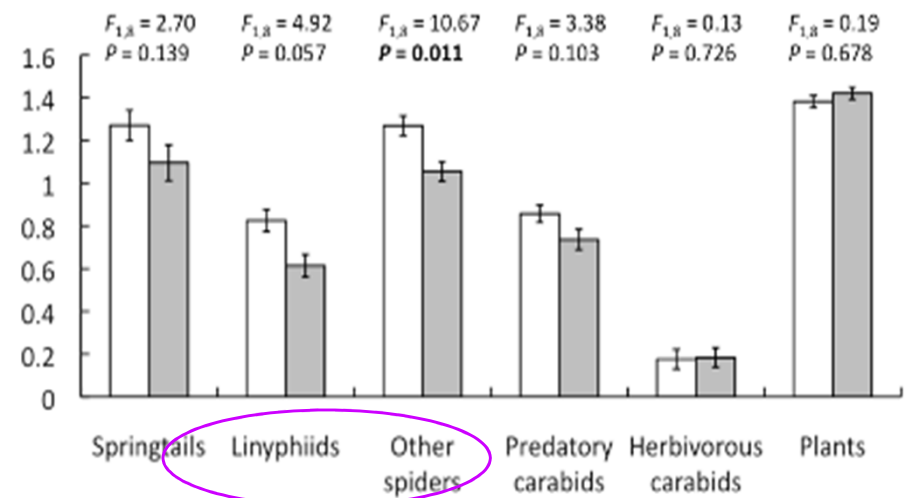
- Différences d'abondance mais aussi
- Diversité spécifique + importante dans les mélanges de variétés
- Impacte principalement les espèces prédatrices
⇒ Effet lié à l'architecture des plantes



(a) Species richness



(b) Shannon Index



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



8^e édition

12-13 JANVIER 2015
AGROCAMBUS OUEST
ANGERS, FRANCE

RECHERCHE
EXPÉRIMENTATION
INNOVATION

Fruits

Légumes

Ornement

Plantes aromatiques
et médicinales

Semences

Cidriculture

Viticulture

Paysage

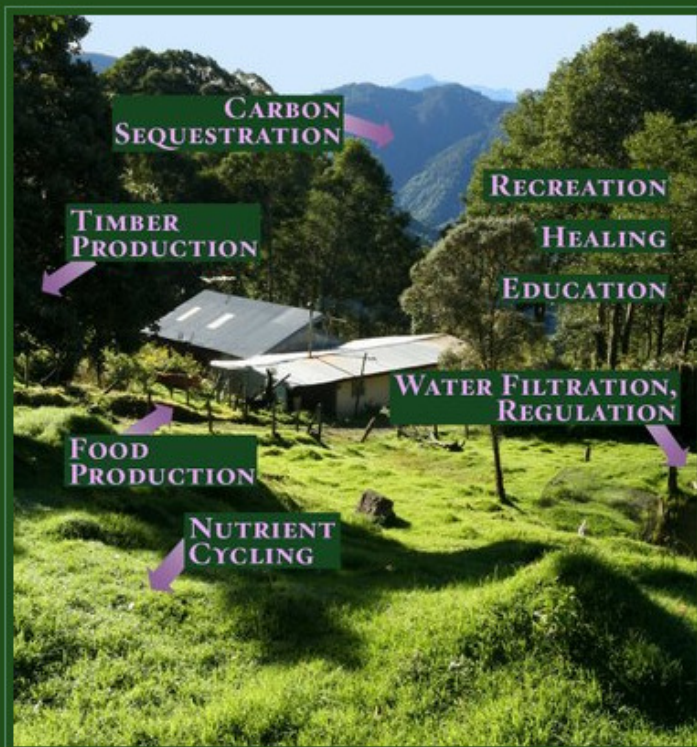
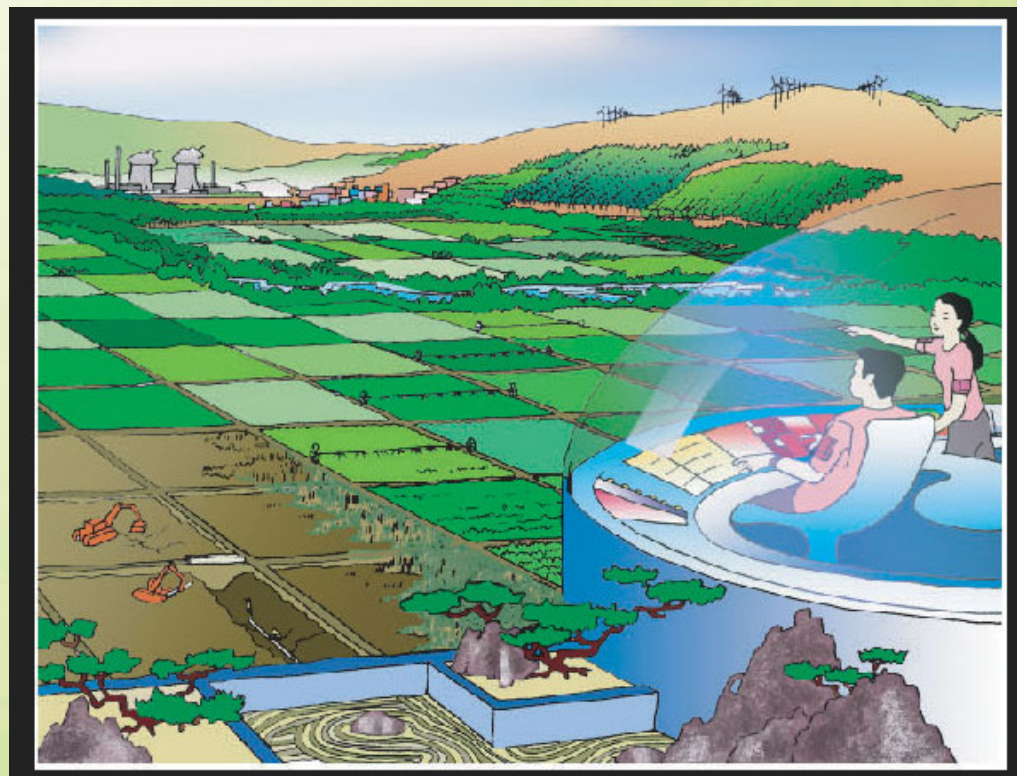
L'optimisation des services attendus dans agroécosystèmes nécessite de combiner :

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



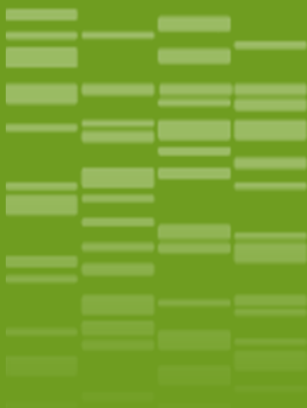
Les Rencontres du
Végétal

8^e édition



Merci pour votre attention

Ecoserv@inra.fr

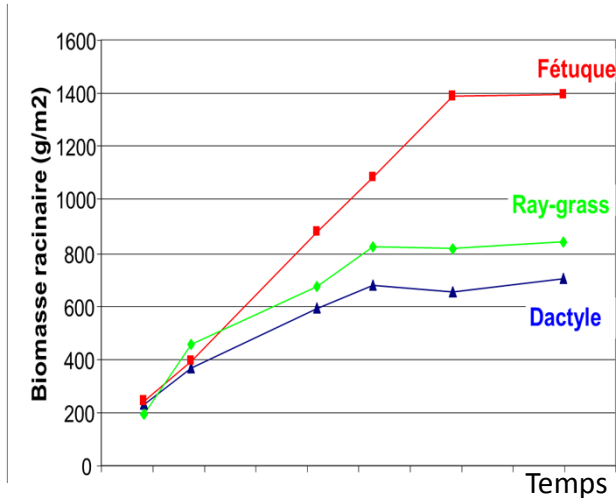


Fétuque / Raygrass anglais / Dactyle (végétation du SOERE ACBB Lusignan)

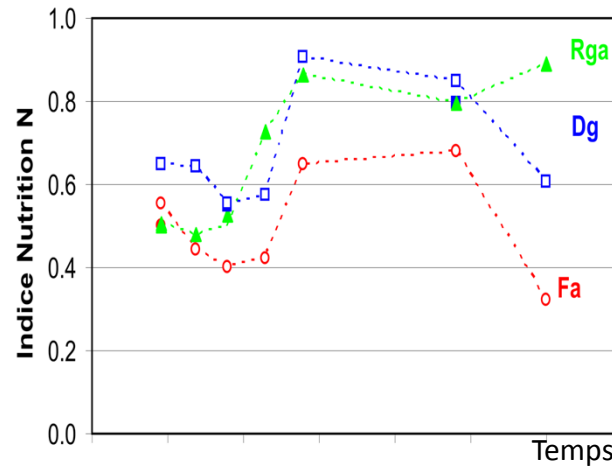
=> un mélange sur-productif – pourquoi ?

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

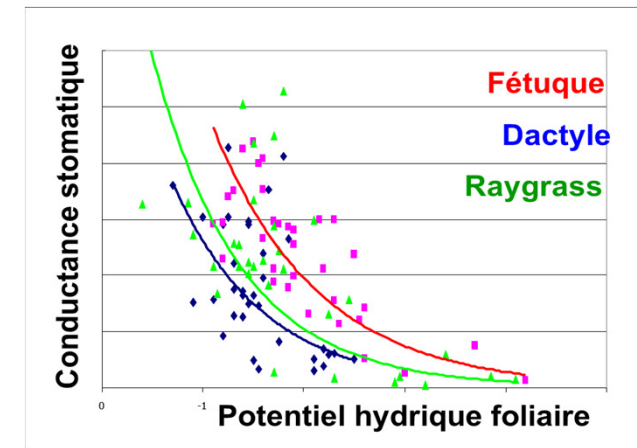
Caractéristiques des espèces différentes



Complémentarités dans la croissance et l'accumulation de biomasse racinaire

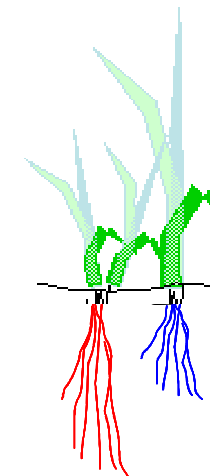


Complémentarités dans la capacité d'acquisition de l'azote du sol



Régulation stomatique de la transpiration et photosynthèse

Profondeur d'enracinement et de prélèvement de l'eau



Fa Dg Lp

Enroulement foliaire

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

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