

# Services écosystémiques : de quoi l'agriculture se sert-elle pour produire et que rend t'elle à l'écosystème ?

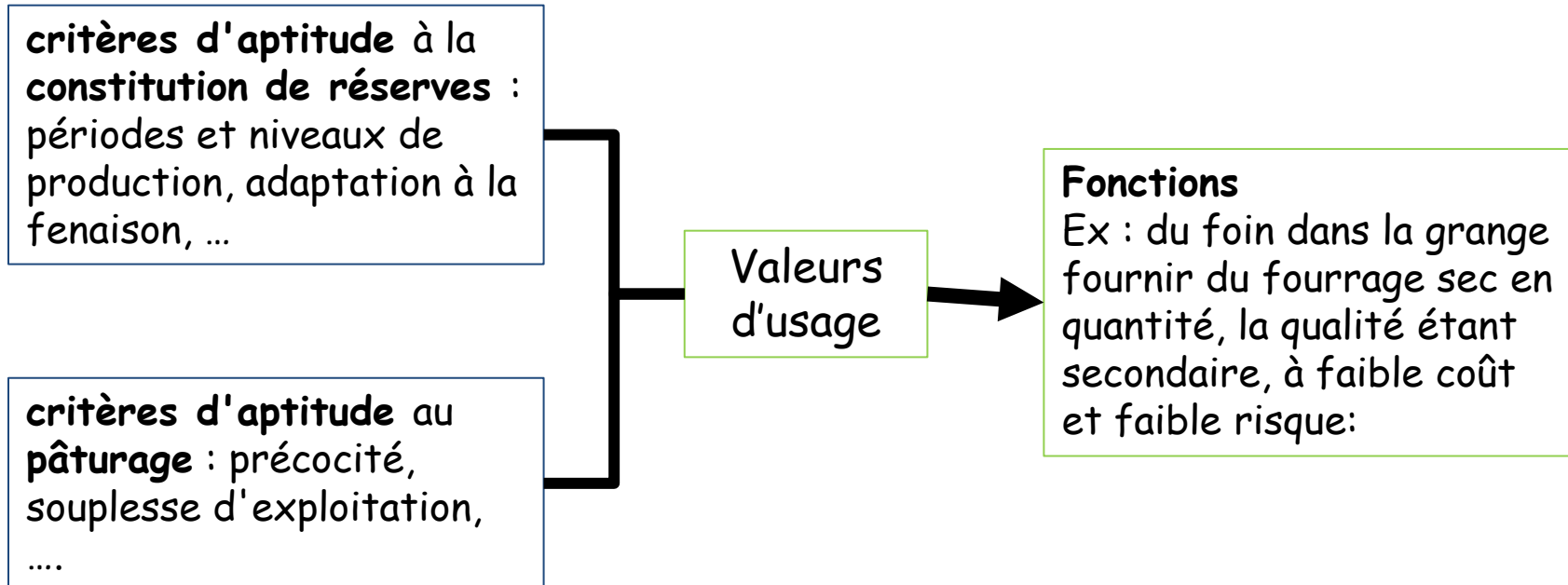
**Bernard AMIAUD**

Université de Lorraine



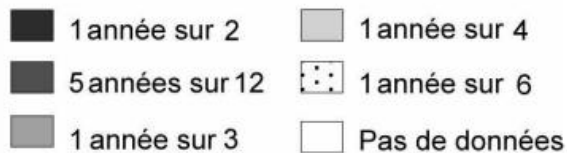
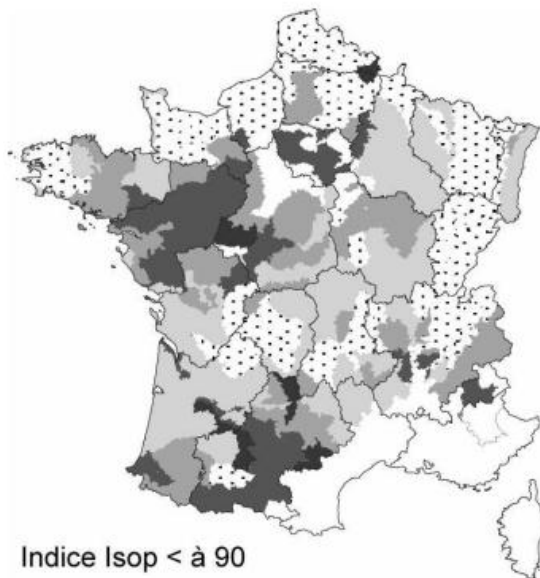
# La fonction des prairies... une question déjà ancienne

- Dans les années 80, la fonction d'une prairie est définie par son rôle dans le système d'exploitation, en réponse aux attentes de l'éleveur

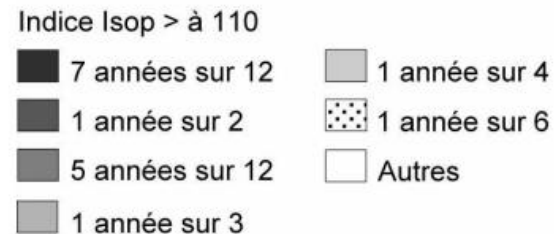
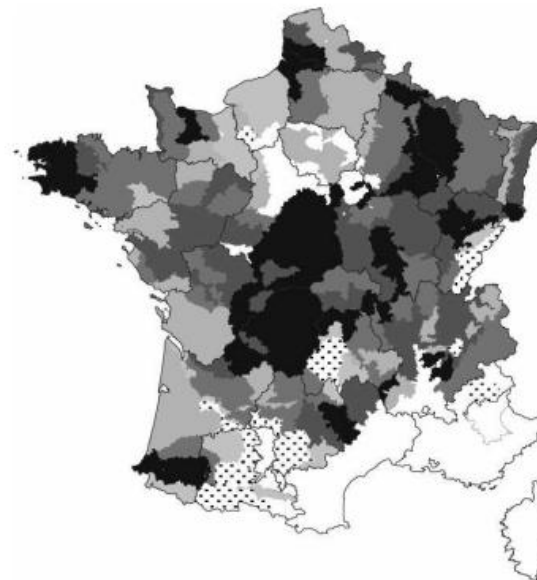


(d'après Jeannin, Fleury, Dorioz 1991)

# La prairie un agro-écosystème voué à la production fourragère



**Déficit de production**



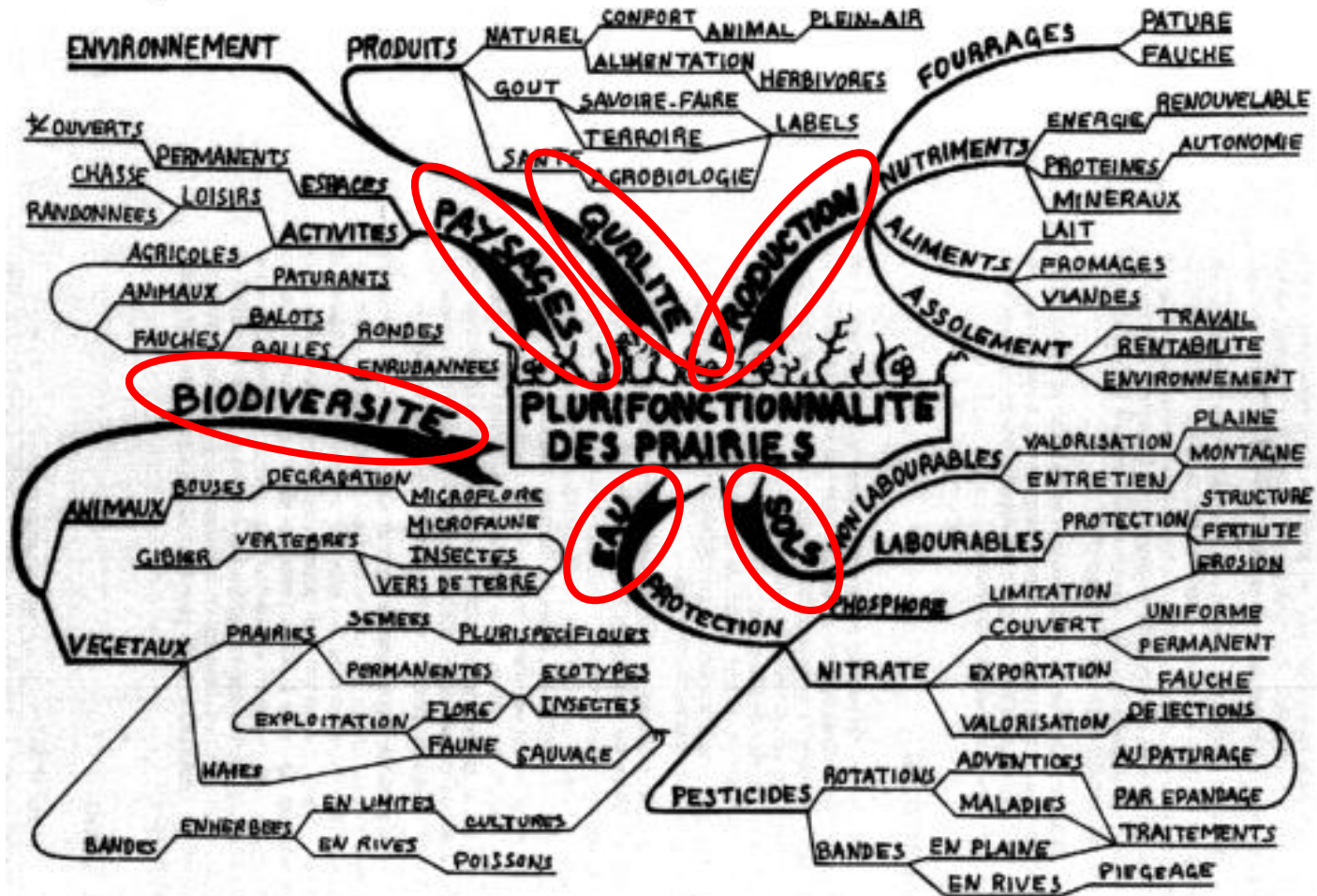
**Excédent de production**

Source : Information et Suivi Objectif des Prairies (ISOP) 1998 – 2008 Agreste, INRA, MétéoFrance

# Les fonctions des prairies ...

- Les années 90 voient se développer le concept de multifonctionnalité qui élargit les fonctions des prairies à d'autres enjeux sociétaux : environnement, biens et services matériels et immatériels (Béranger, 2002)

# Des prairies multi-fonctionnelles

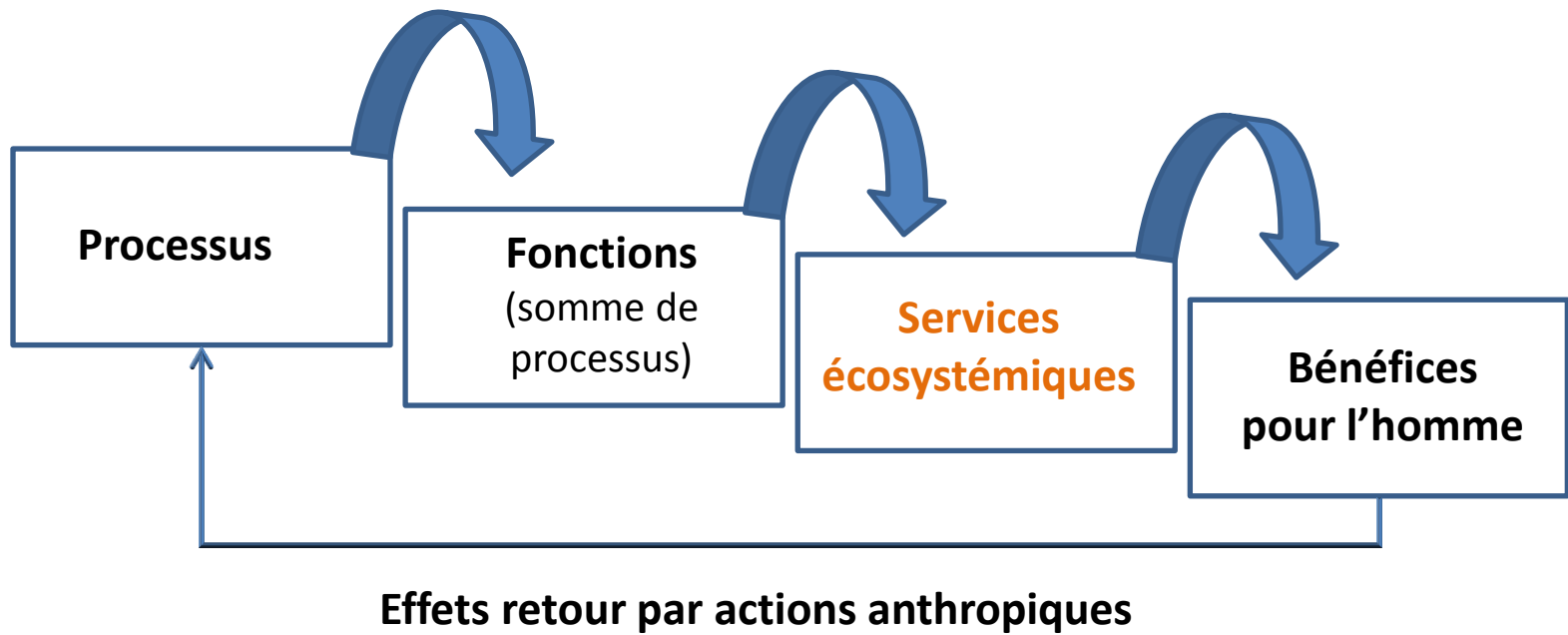


(d'après Cossée 1999)

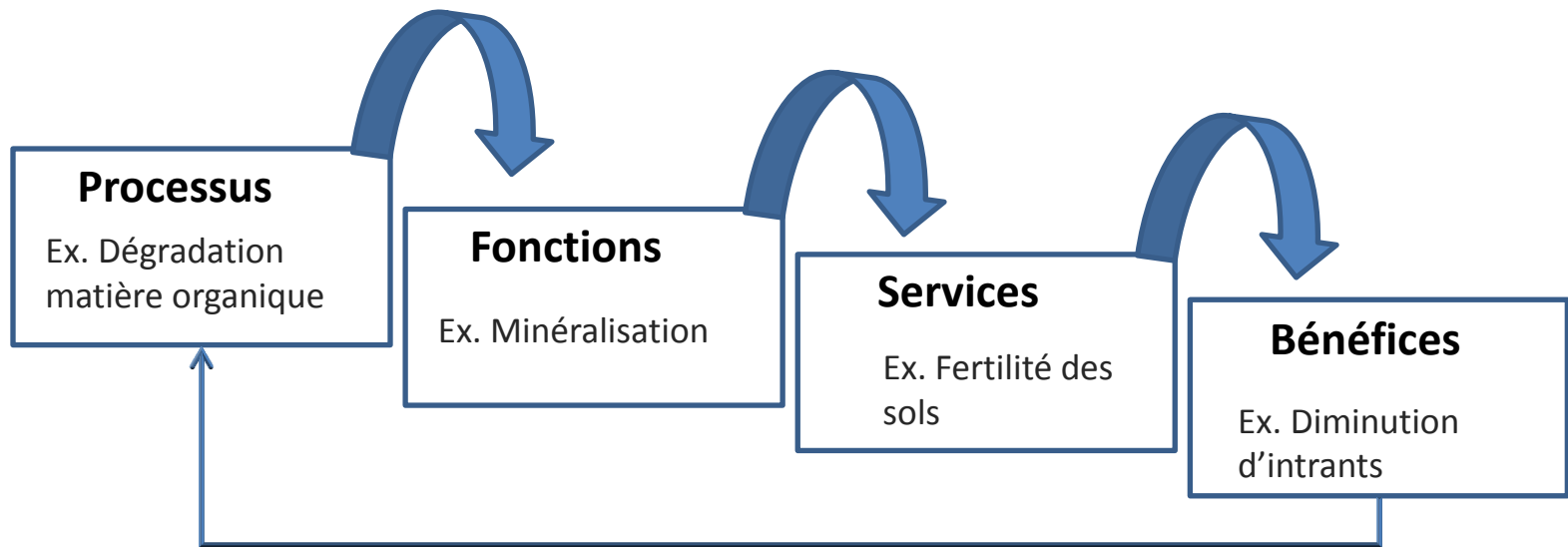
# Les fonctions des prairies ...

- Les années 90 voient se développer le concept de **multifonctionnalité** qui élargit les fonctions des prairies à d'autres enjeux sociétaux : **environnement, biens et services matériels et immatériels** (Béranger, 2002)
- Le concept de fonction ne doit pas être assimilé à celui de fonctionnement qui désigne le processus, alors que la fonction est vue comme le résultat.
- En écologie, le terme « fonction » signifie :
  - soit le fonctionnement des écosystèmes (ex: processus de recyclage des nutriments, ...)
  - soit les bénéfices obtenus des écosystèmes par les humains (Wallace, 2007)

# Des processus aux bénéfices



# Des processus aux bénéfiques : **ex. microbes**

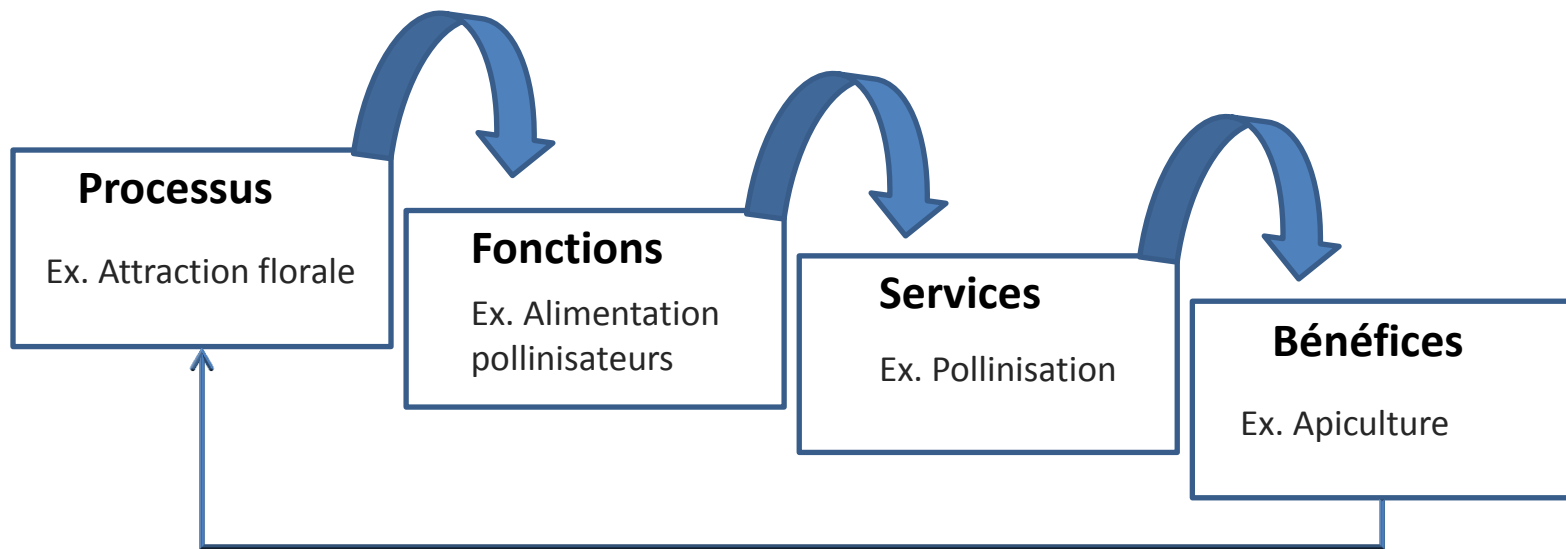


## Effets retour par actions anthropiques

Ex. Retour de matière organique par les fèces ou les amendements organiques



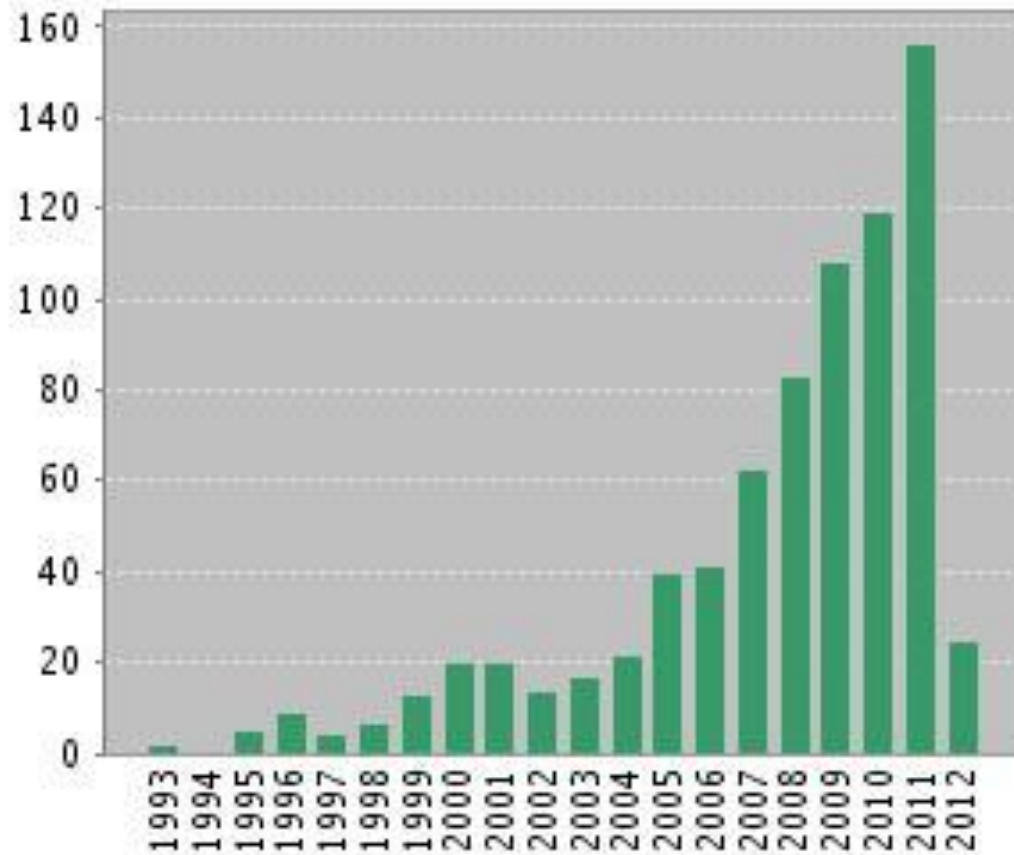
# Des processus aux bénéfiques : **ex. pollinisateurs**



**Effets retour par actions anthropiques**

Ex. Création de bandes enherbées nectarifères

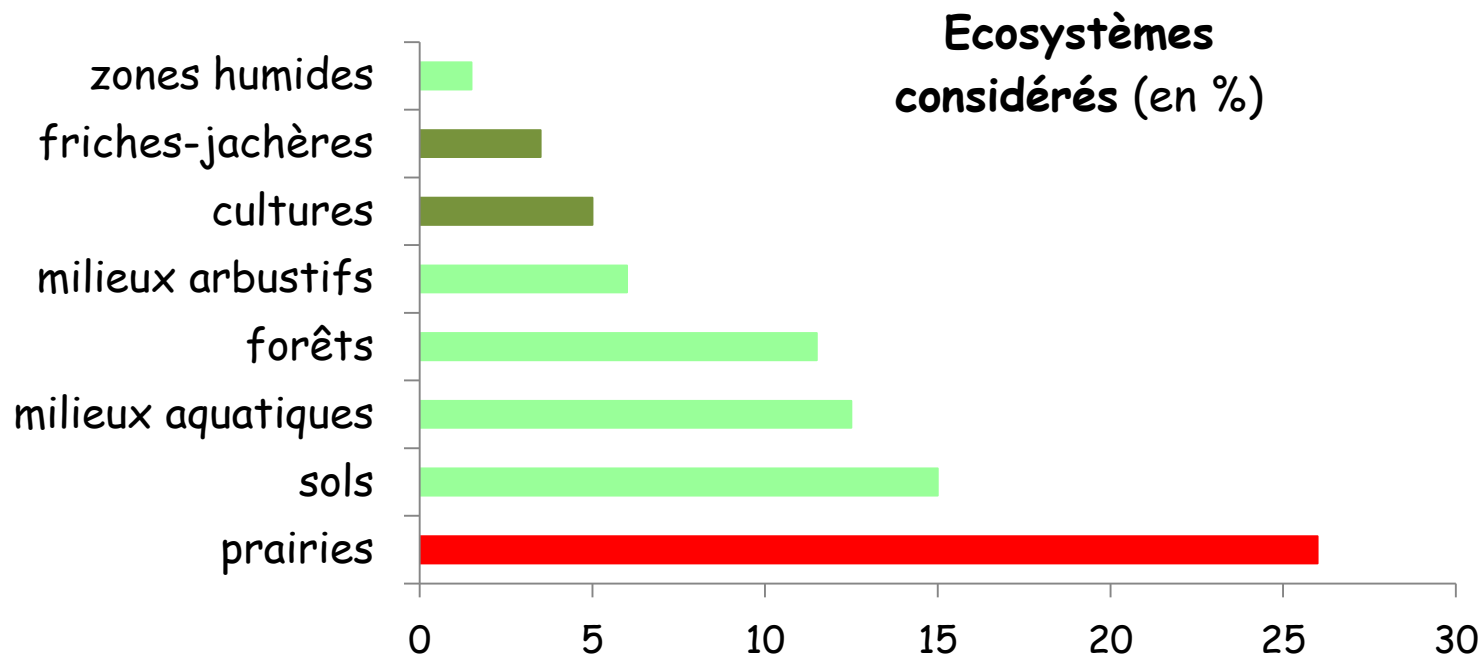
# Articles scientifiques « prairies » et « services écosystémiques »



(Web of Knowledge, 2012 par S. Plantureux)

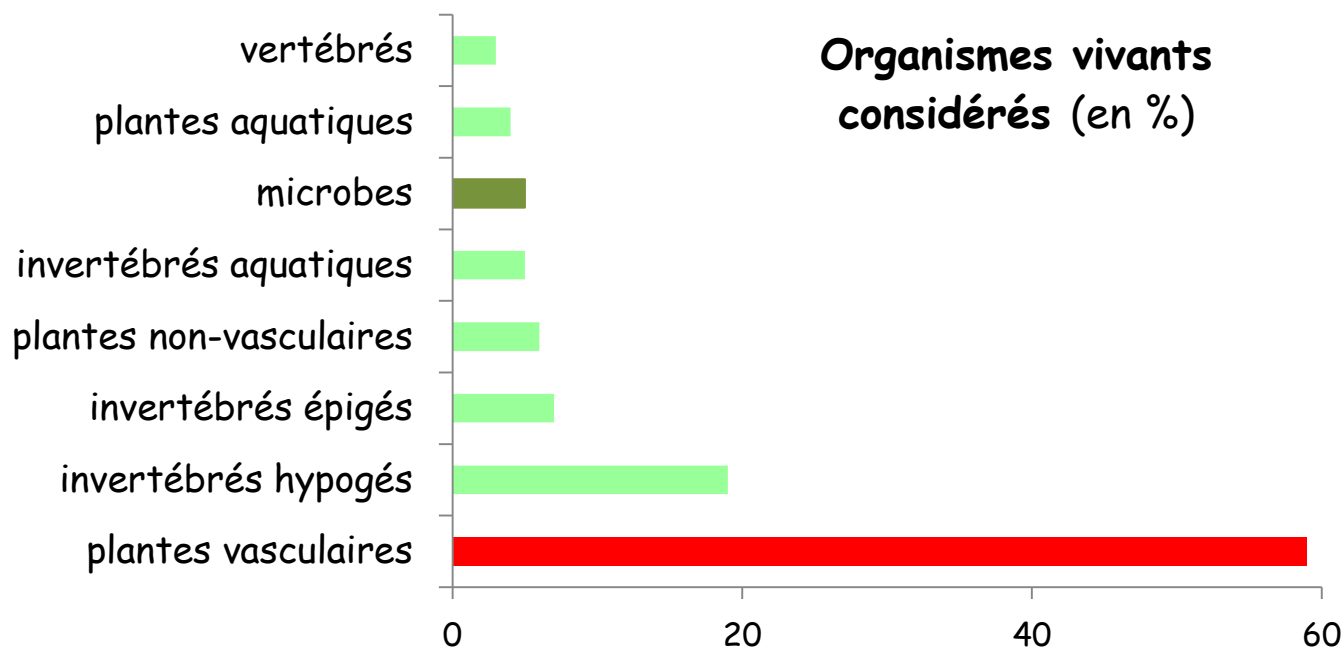
# La prairie et les espèces végétales fortement impliquées dans l'atteinte de ces services

- Revue de littérature récente (n = 247 ; de Bello *et al.* 2010)



# La prairie et les espèces végétales fortement impliquées dans l'atteinte de ces services

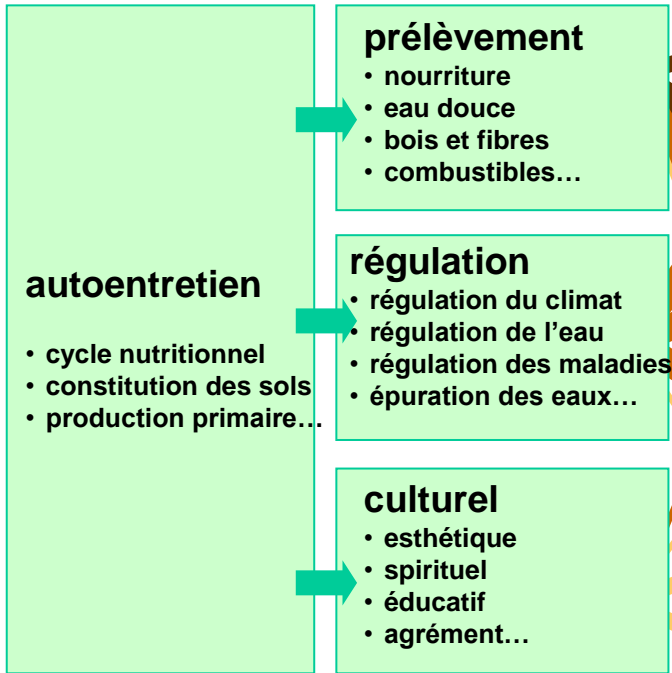
- Revue de littérature récente (n = 247 ; de Bello *et al.* 2010)



# Les services écosystémiques

## Millenium Ecosystem Assesment

### services des écosystèmes

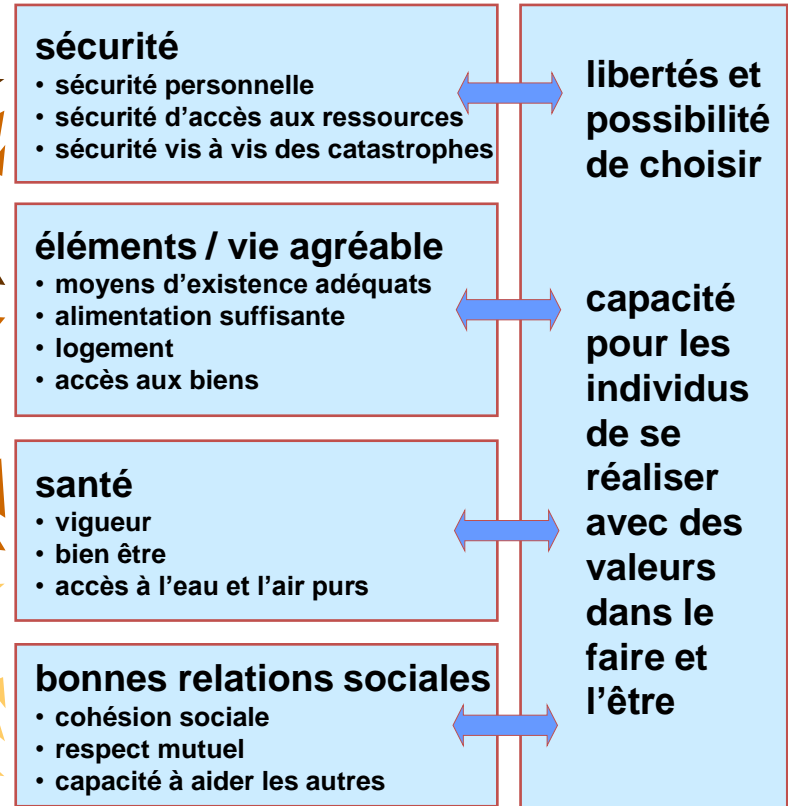


vie sur terre et biodiversité

couleur des flèches : potentiel d'influence sur les facteurs socioéconomiques

faible moyen haut

### éléments du bien-être



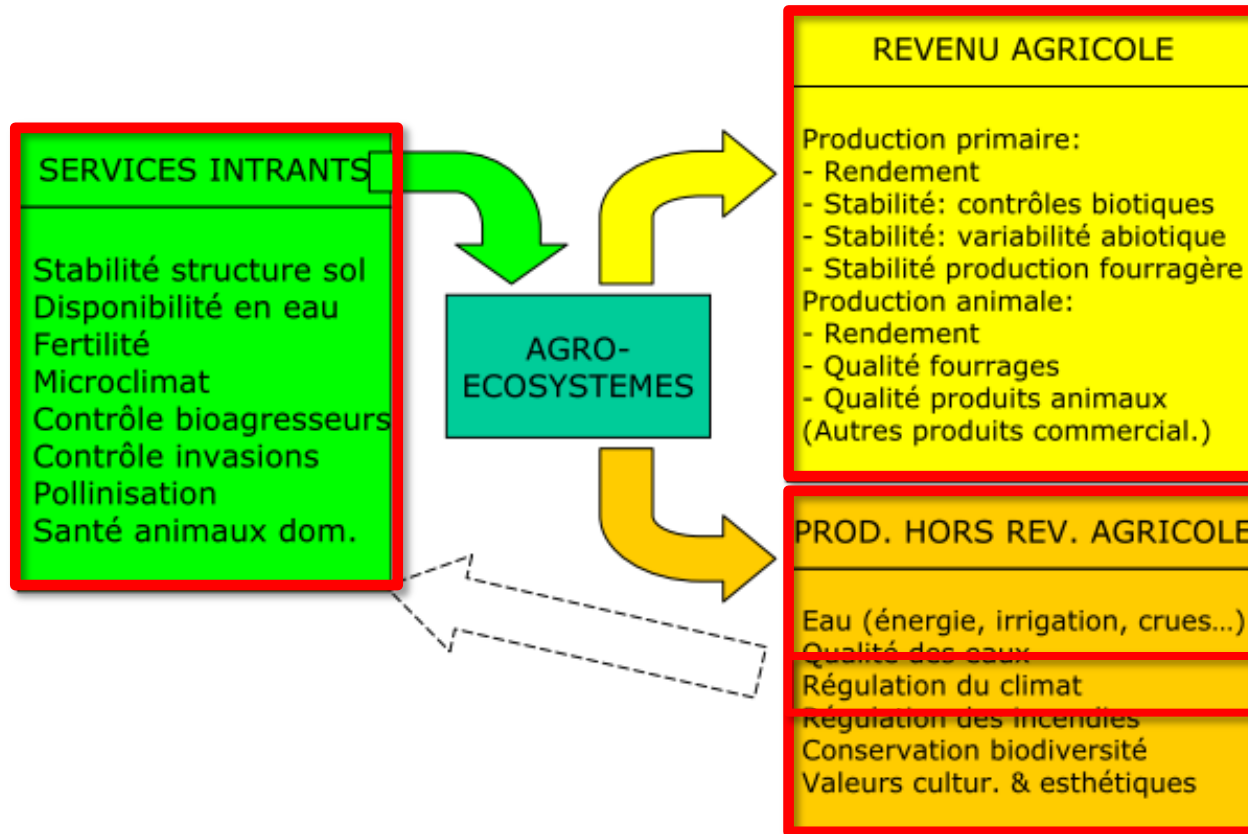
largeur des flèches : intensité du lien entre les services écologiques et le bien être

faible moyen haut

Source : Millenium Ecosystem Assesment

# Les services écosystémiques

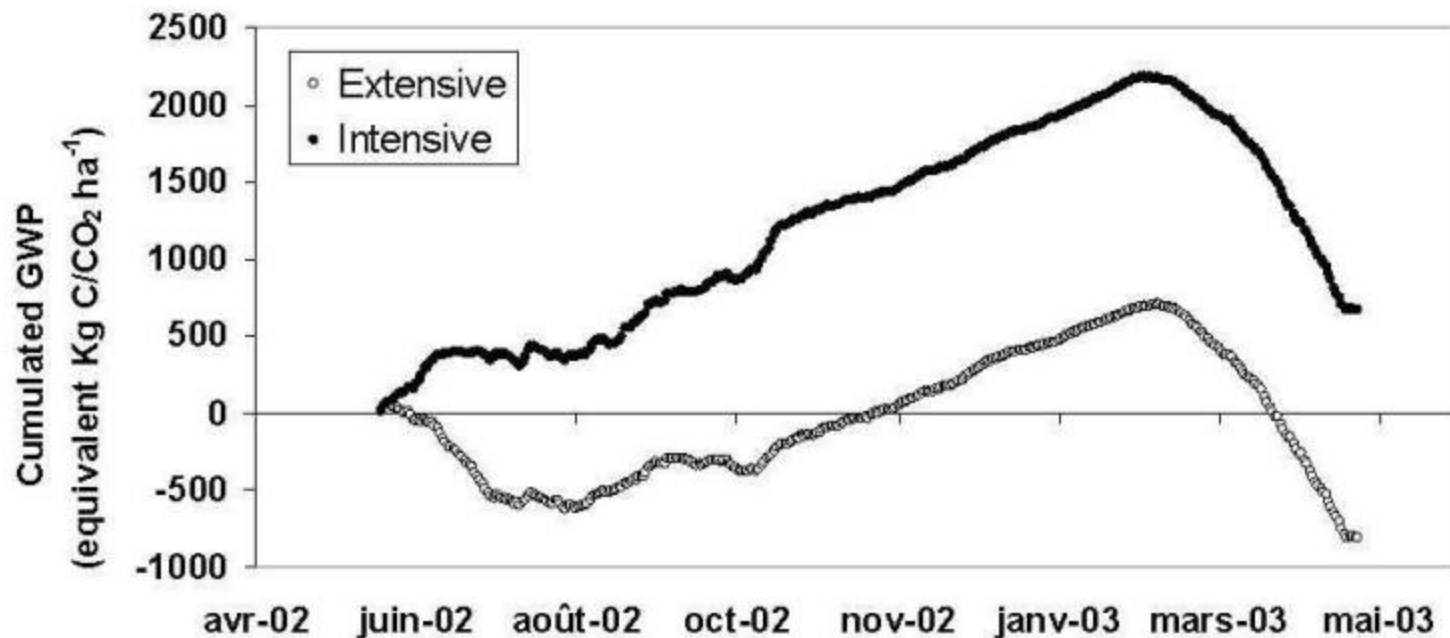
## Expertise collective INRA 2008



(Le Roux *et al.* 2008 d'après Zang *et al.* 2007)

# Services écosystémiques de régulation du climat

## Bilan des gaz à effets de serre

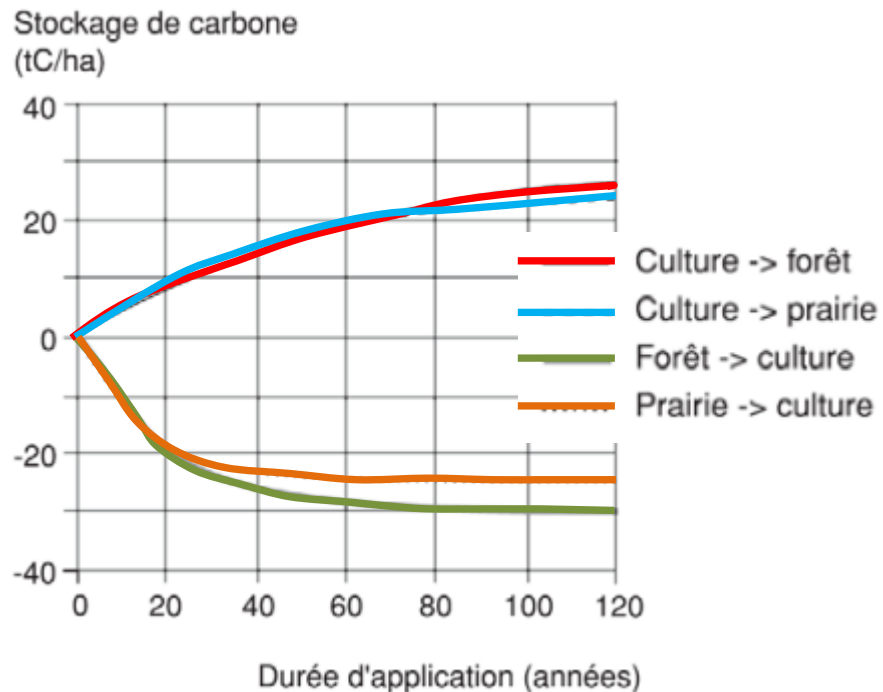


Extensive : - 800 kg C/CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>  
Intensive : + 670 kg C/CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>

(d'après Ceschia et Soussana 1992)

# Services écosystémiques de régulation du climat

## Modification de la nature de l'écosystème



**Prairie : un puits  
de carbone**

**0,7 - 2,4  
t C/ha/an**

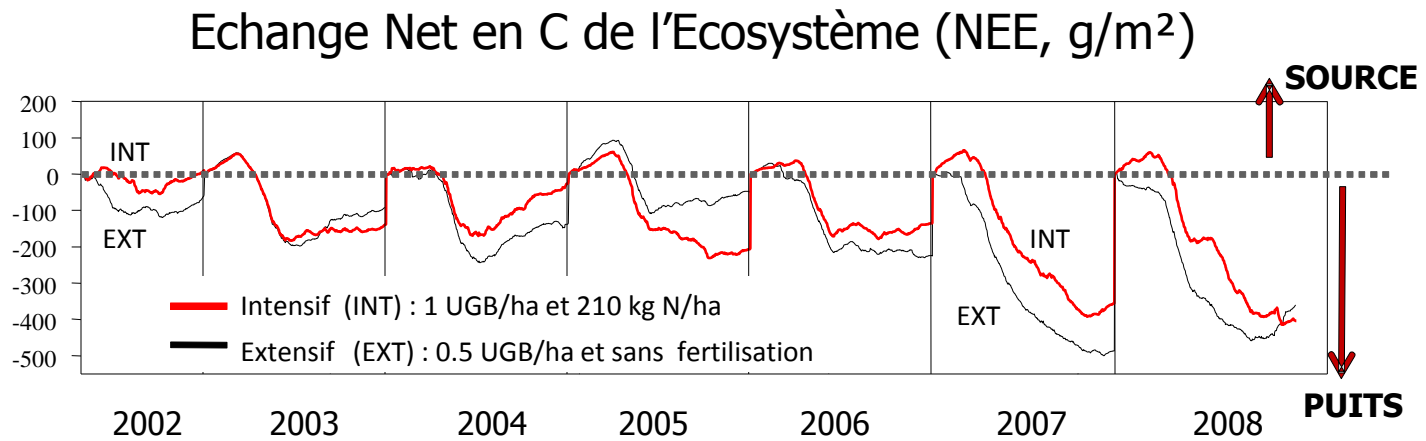
**Programme  
GreenGrass  
(Soussana *et al.*, 2007)**

(Arrouay *et al.* 1992)



# Services écosystémiques de régulation du climat

## Pratiques d'élevage

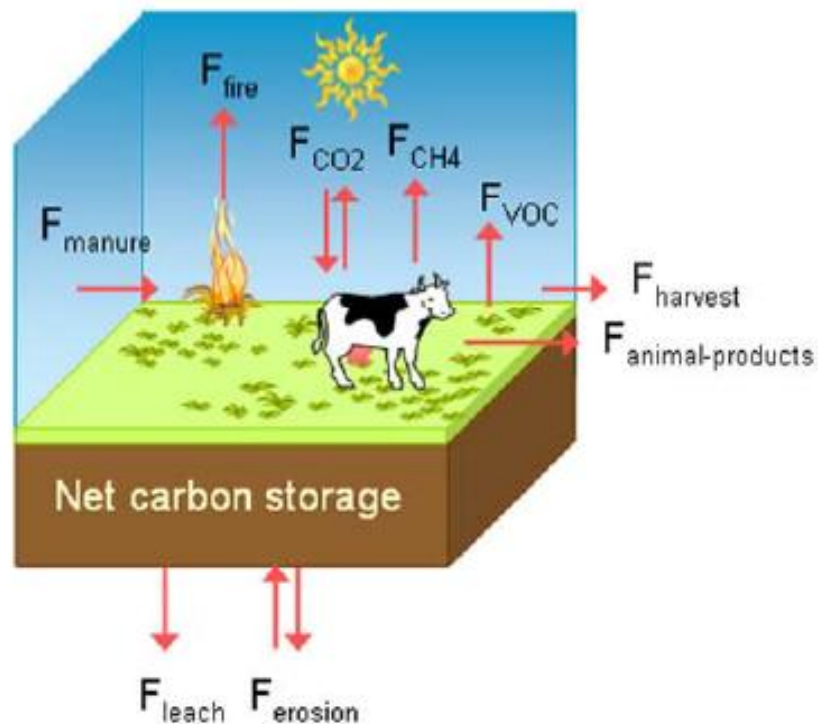


**Prairie : un puits de carbone ou une source selon le mode de gestion et les conditions climatiques de l'année**

(Klumpp et al. 2009)

# Services écosystémiques de régulation du climat

## Pratiques d'élevage



**F manure** : apport par matière organique

**F fire** : export par le feu

**F CO<sub>2</sub>** : échanges atmosphériques

**F CH<sub>4</sub>** : production de méthane

**F VOC** : production de composés organiques volatiles

**F harvest** : export par la production fourragère

**F animal-product** : export par la production animale

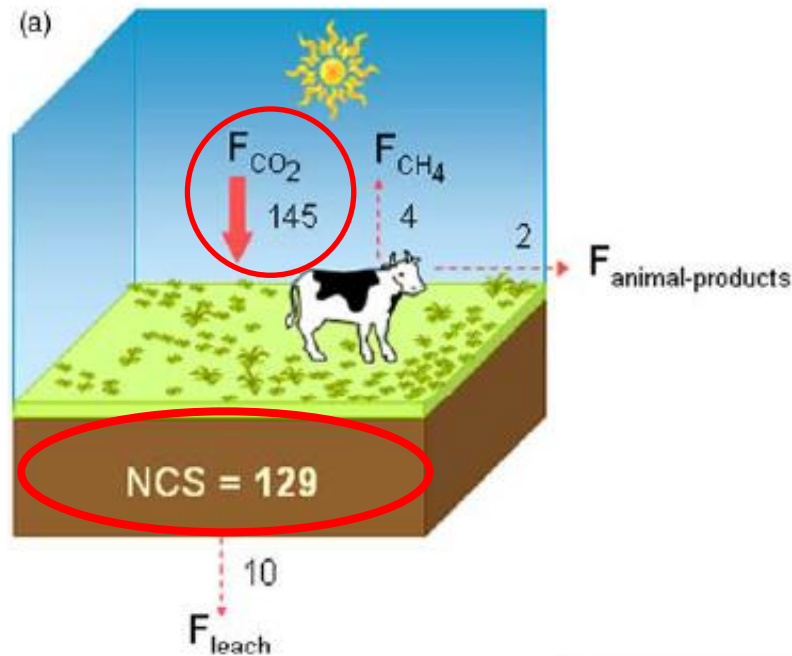
**F leach** : perte par lessivage et/ou immobilisation

**F erosion** : pertes par érosion des sols

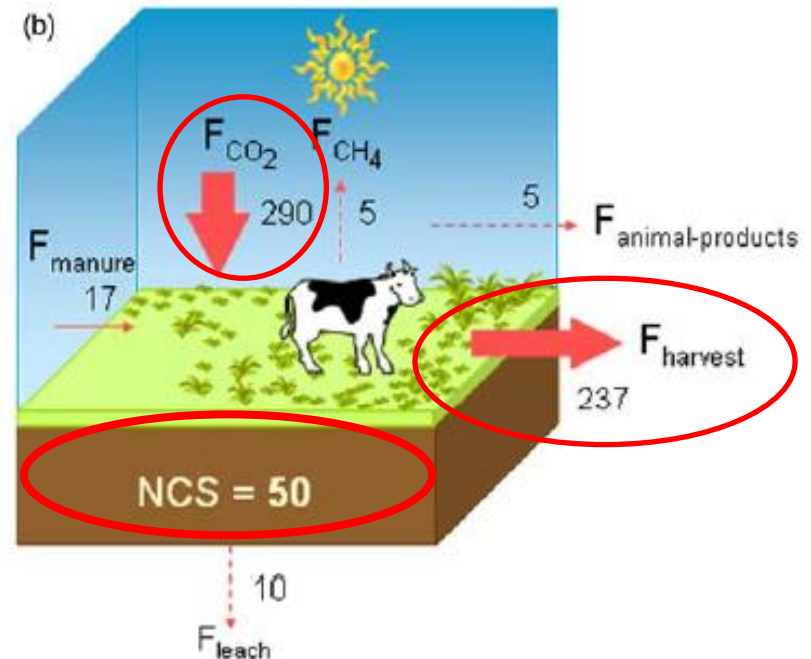
(Soussana *et al.* 2010)

# Services écosystémiques de régulation du climat

## Pratiques d'élevage



**Bovins lait ou viande  
à dominante de pâturage**



**Bovins lait ou viande  
à dominante de pâturage  
+ fauche (exportation  
majeure)**

(Soussana *et al.* 2010)

# Services écosystémiques de régulation du climat

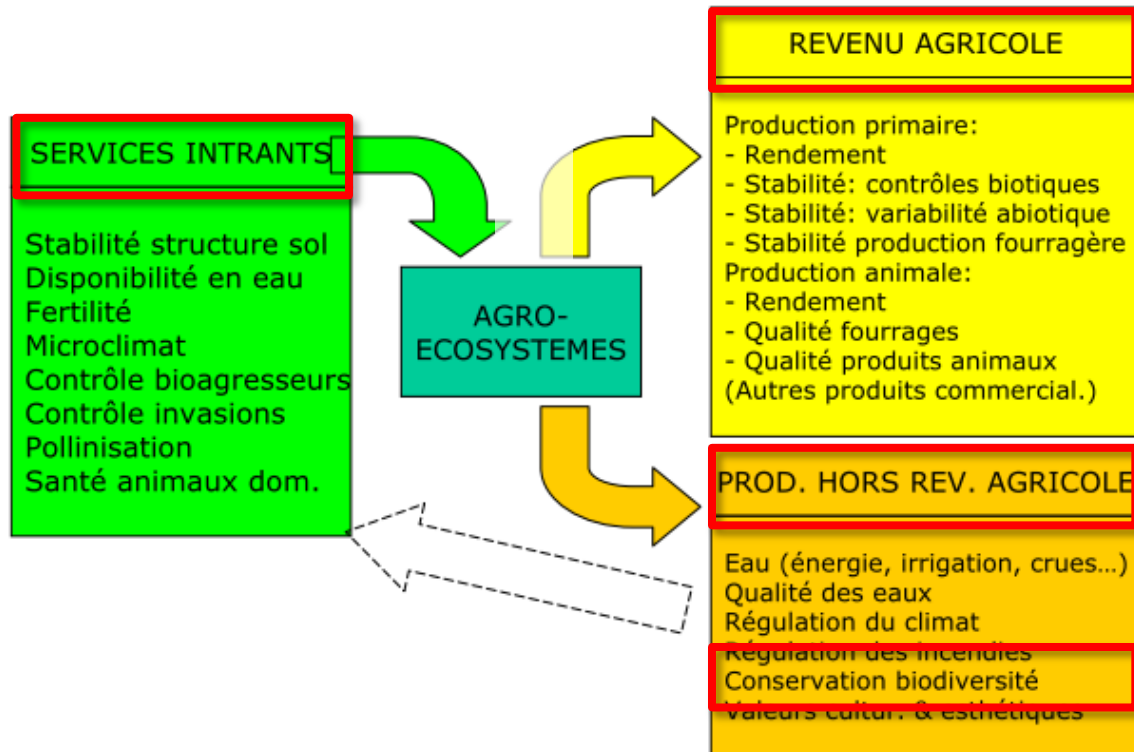
## Modification de la nature et des pratiques

Pratiques de mis en place de la prairie	Stockage moyen annuel (t C/ha/an)
Stockage prairie	+ 0,7 à 1,2 ( $\pm 0,25$ )
Augmentation durée PT et intensification modérée	+ 0,1 à 0,5 ( $\pm 0,25$ )
Conversion PT en PP	+ 0,3 à 0,4 ( $\pm 0,25$ )
Fertilisation modérée des PP oligotrophes	+ 0,2 ( $\pm 0,25$ )
Haies (largeur < 15 m)	+ 100 kg (pour 100 m linéaire)

(Arrouays *et al.* 2002)

# Les services écosystémiques

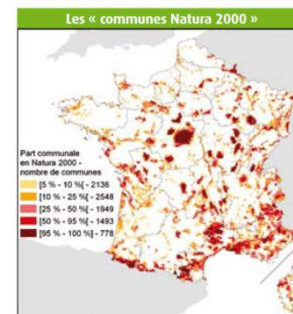
## Expertise collective INRA 2008



(Le Roux *et al.* 2008 d'après Zang *et al.* 2007)

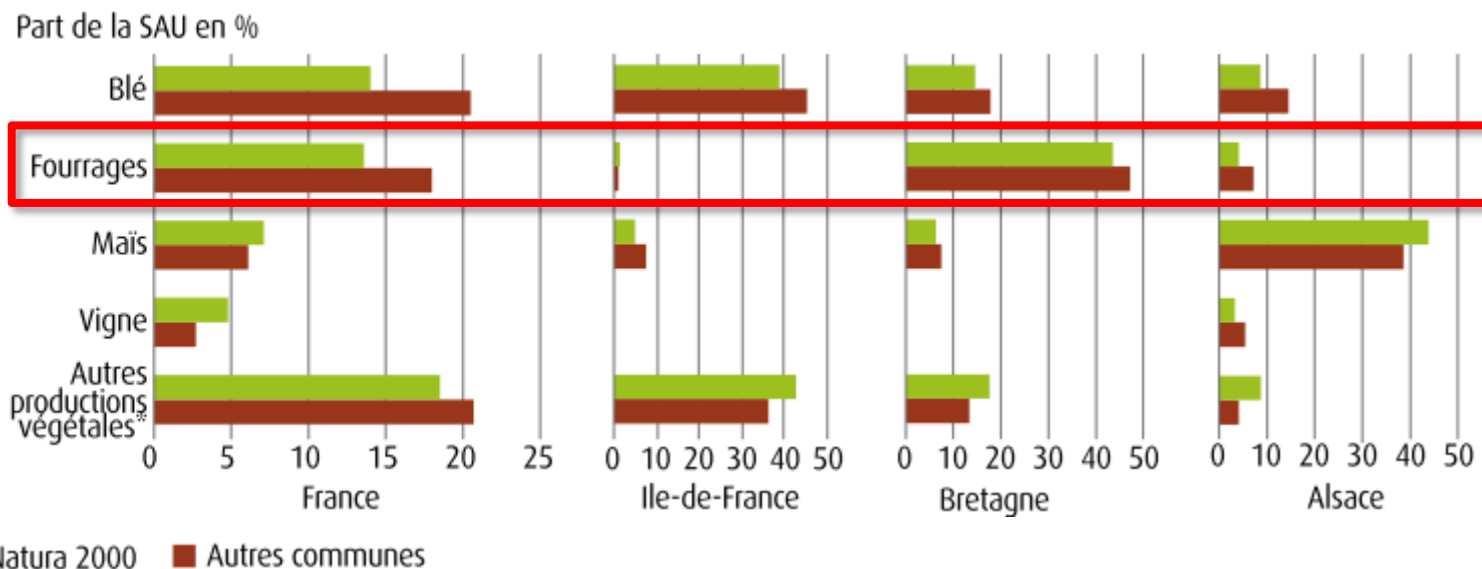
# Conservation de la biodiversité

## Natura 2000 et production fourragère



Source : SOeS d'après MEEDDM-MNHN, Natura 2000, juin 2007  
Limites administratives : ©IGN, GeoFLA\*, 1999.

### Productions végétales des communes Natura 2000 et spécificités régionales

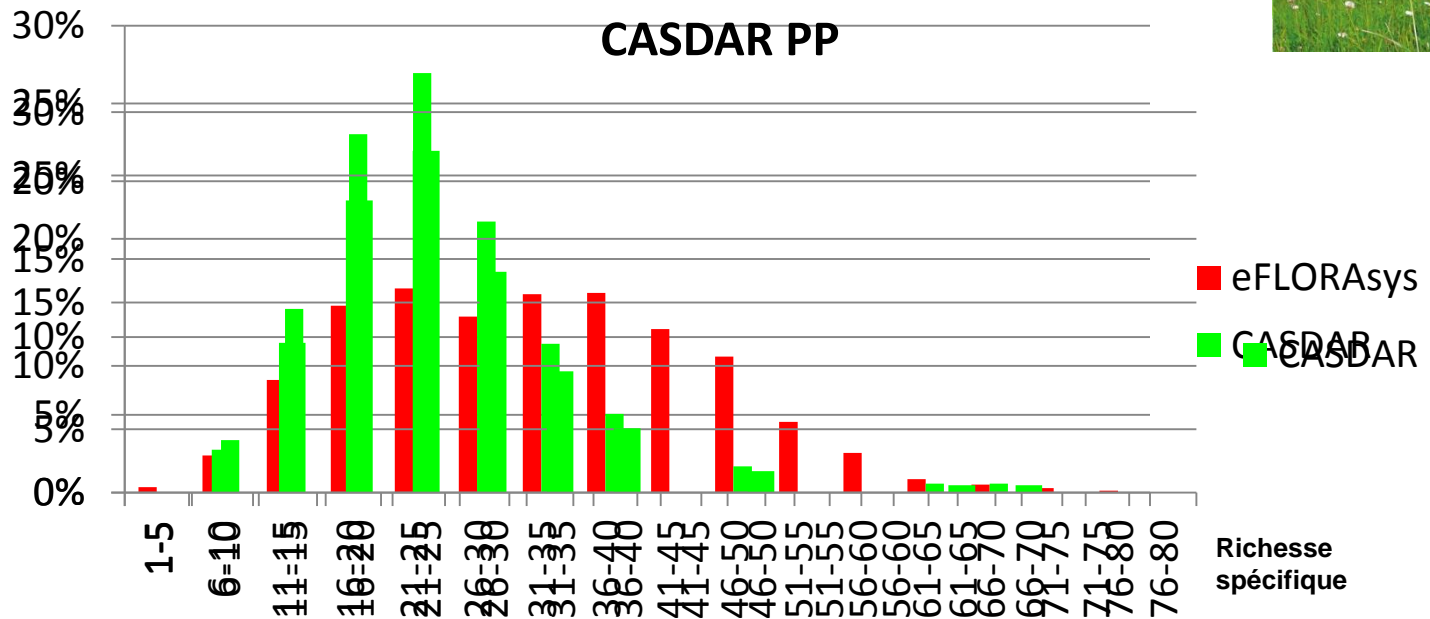


Note : \* Surface toujours en herbe et jachères non comprises.

Source : SOeS d'après MEEDDM-MNHN, Natura 2000, juin 2007 et MAP/SSP, RGA 2000.

# Conservation de la biodiversité

## Dynamique de la diversité végétale



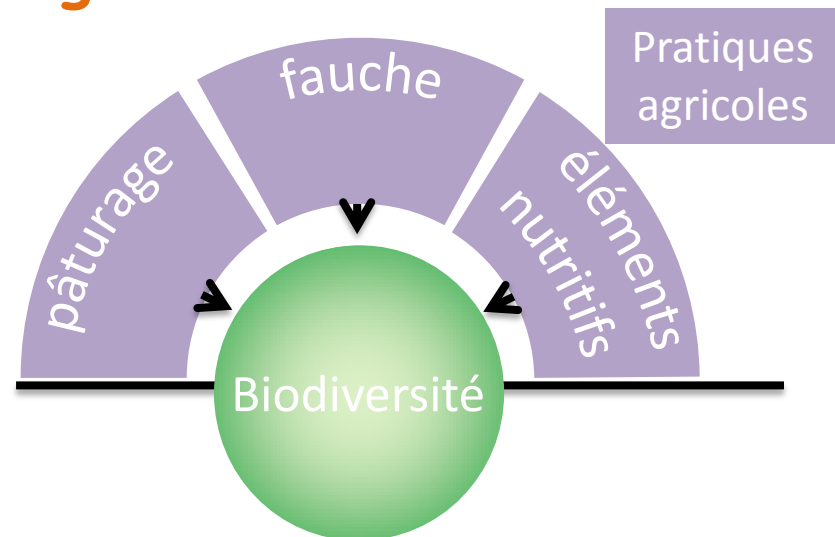
...mais perte de diversité végétale

eFLORAsys : <http://eflorasys.univ-lorraine.fr>

# Conservation de la biodiversité

## Dynamique de la diversité végétale

### Effets des pratiques agricoles



#### Pâturage

Effet direct :

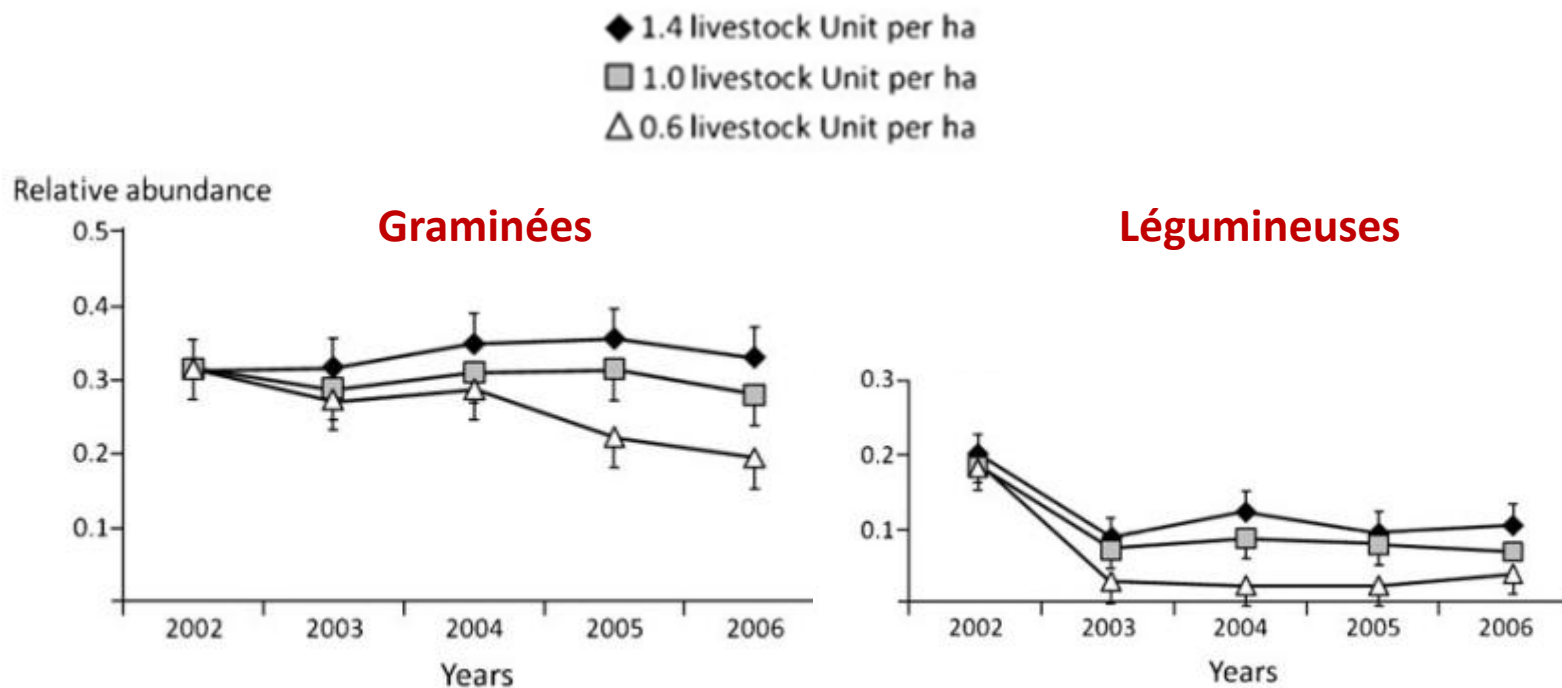
- Broutement
- Piétinement
- Dépôt d'excrétion des animaux...





# Conservation de la biodiversité

## Dynamique de la diversité végétale



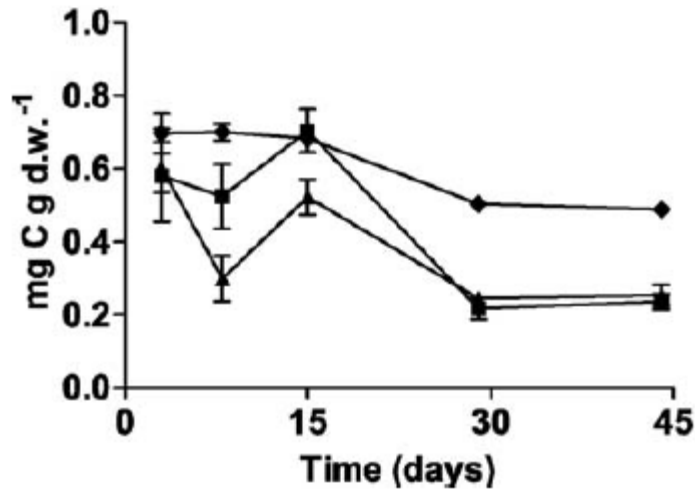
Augmentation du chargement animal :

- augmentation abondance en graminées compétitives
- augmentation de l'abondance des légumineuses

(Dumont *et al.* 2006)

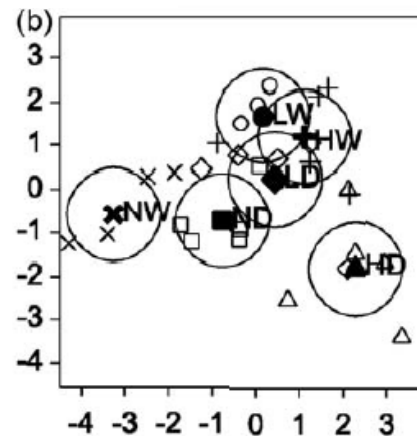
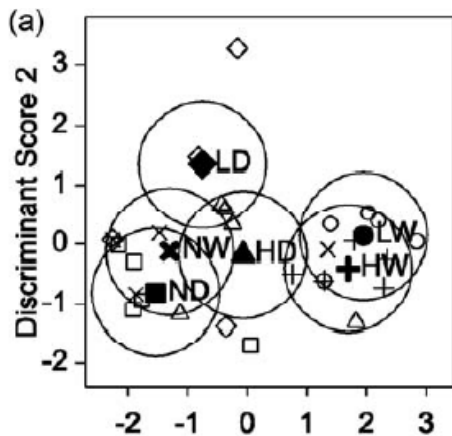
# Conservation de la biodiversité

## Dynamique de la diversité microbienne



**Application urine de bovin sur sol sec**  
(effet sel majeur = KCl) :

- ◆ : témoin sol sans addition d'urine
- : LSU = 10 g KCL / litre
- ▲ : HSU = 15 g de KCL /litre



**Application urine de bovin sur sol sec et humide**  
(effet sel majeur = KCl) :

- a) après 3 jours
- b) après 8 jours

(Orwin *et al.* 2010)

# Conservation de la biodiversité

## Infrastructures agroécologiques

Haies



Murets



Lisières de bois



Ruisseaux



Biodiversité

Haies

Paysage

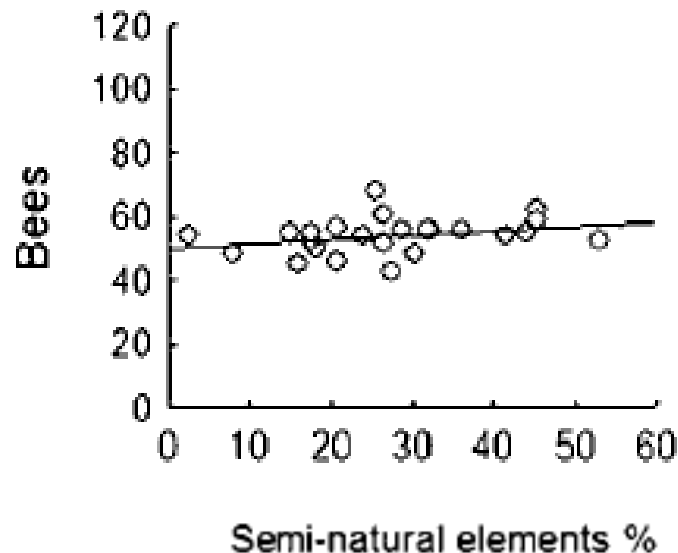
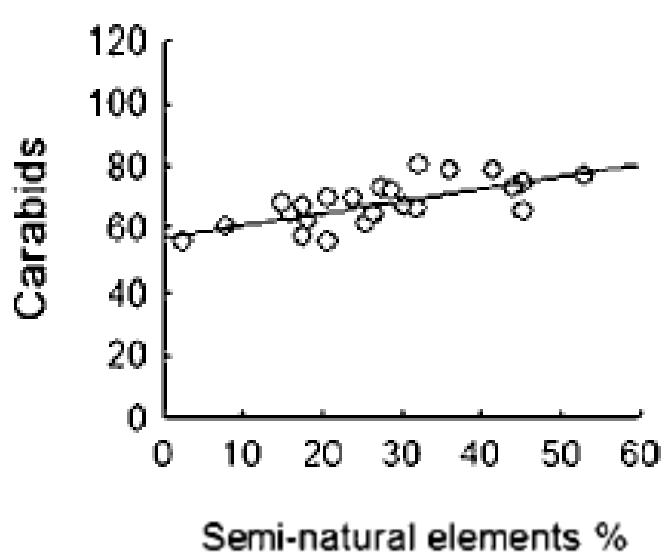
Infrastructures agro-écologiques (IAE)

Éléments peu anthropisés du paysage :

- Haies
- Murets
- Lisières de bois
- Ruisseaux ...

# Conservation de la biodiversité

## Infrastructures agro-écologiques



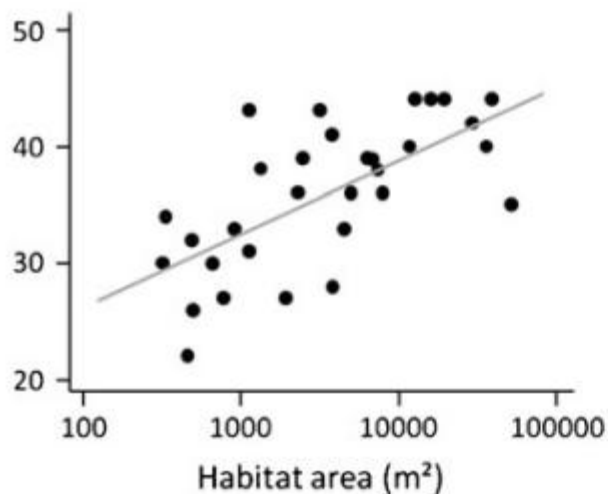
Augmentation de la quantité d'infrastructures agro-écologiques  
- augmentation abondance de certains groupes d'insectes  
avec un effet  $\pm$  accentué

(Billeter *et al.* 2008)

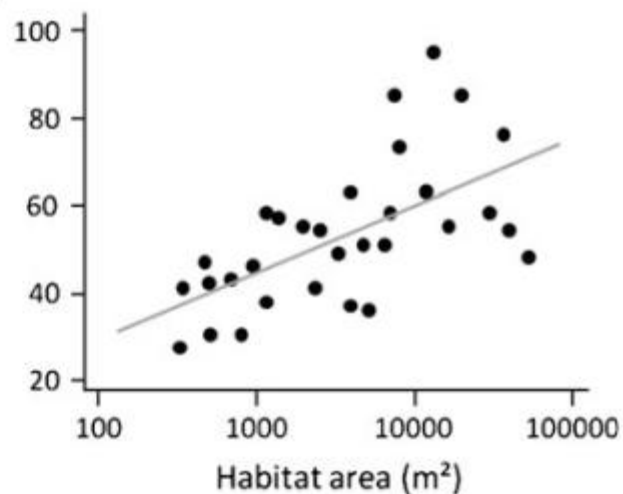
# Conservation de la biodiversité

## Infrastructures agro-écologiques et territoire

Habitat specialist plant  
species richness



Habitat generalist plant  
species richness



Augmentation de la taille des fragments dans le territoire agricole  
- augmentation de la richesse spécifique en espèces végétales  
(spécialistes # généralistes)

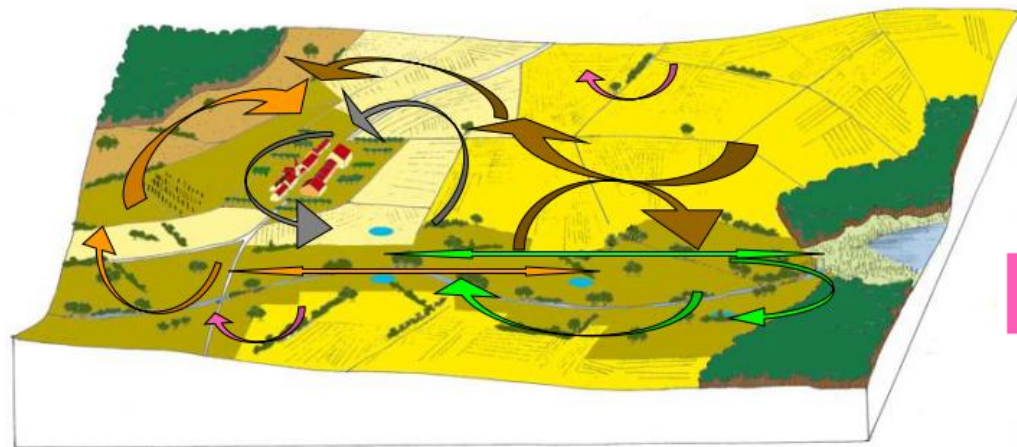
(Krauss *et al.* 2004)

# Conservation de la biodiversité

## Infrastructures agro-écologiques et territoire



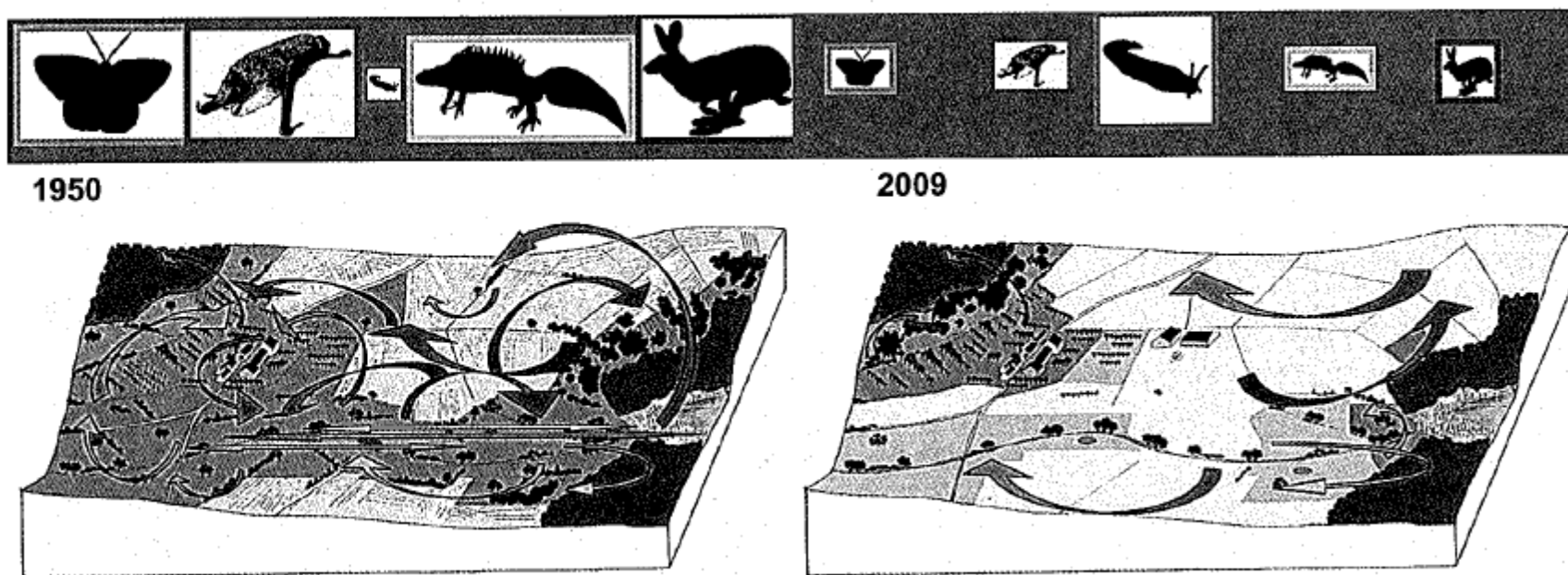
Paysage d'openfield en Lorraine au début du 20<sup>ème</sup> siècle



(Poux *et al.* 2011)

# Conservation de la biodiversité

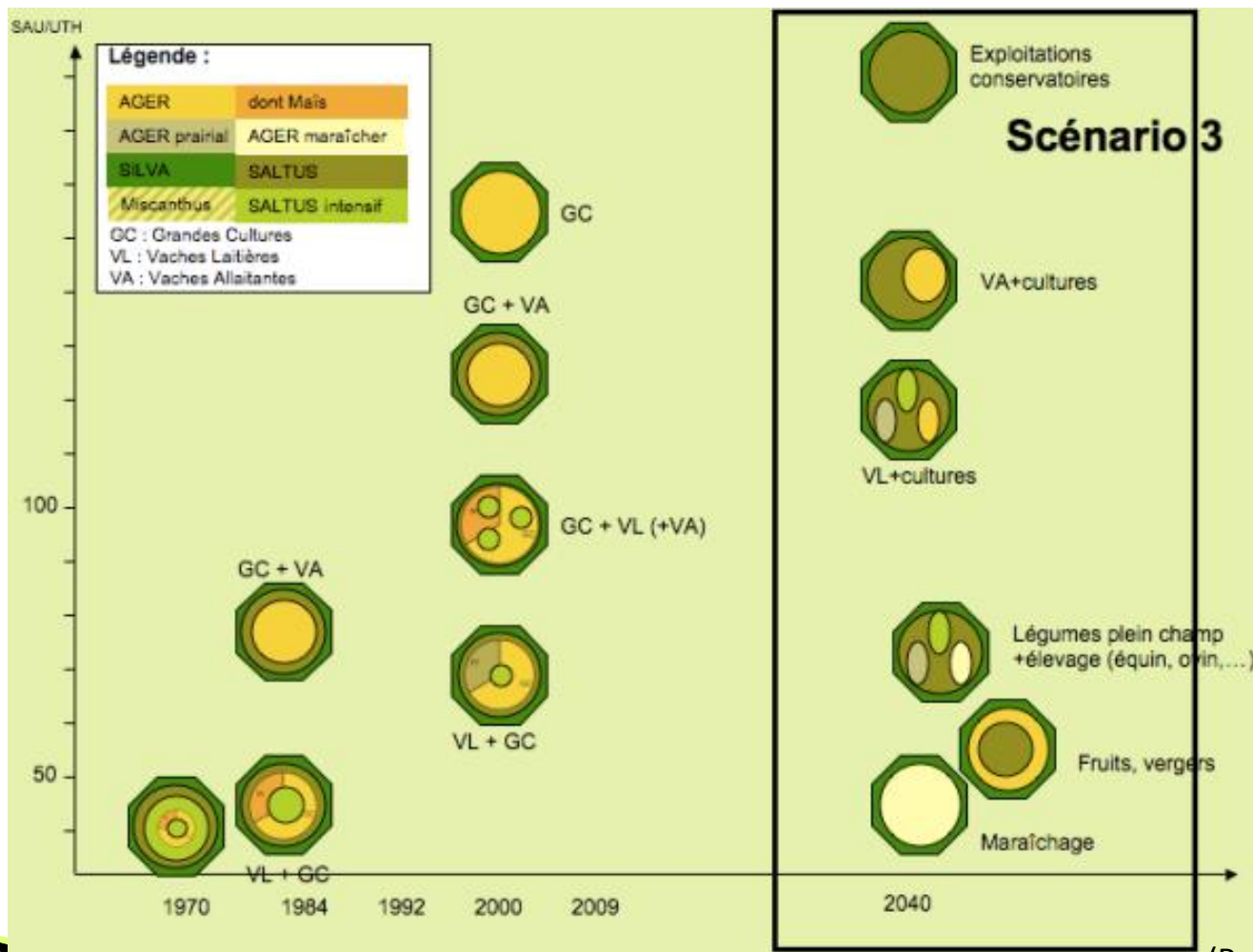
## Infrastructures agro-écologiques et territoire



(Poux *et al.* 2011)

# Conservation de la biodiversité

## Infrastructures agro-écologiques et territoire



(Poux et al. 2011)



# Conservation de la biodiversité

## Infrastructures agro-écologiques

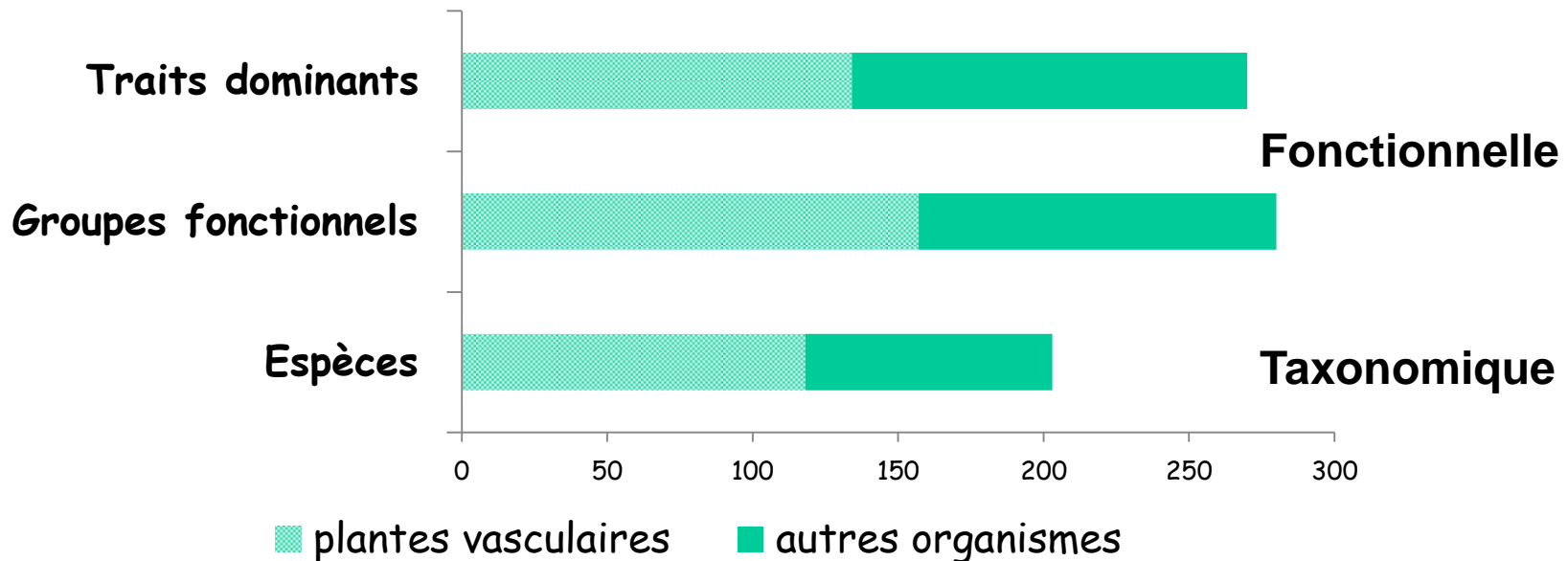


(Poux *et al.* 2011)

# Une approche récente pour aborder ces services écosystémiques : **approche fonctionnelle**

- Approche taxonomique *versus* fonctionnelle  
(n=247, de Bello *et al.* 2010)

## Niveaux d'organisation considérés



# Une approche récente pour aborder ces services écosystémiques : **approche fonctionnelle**

Traits fonctionnels des espèces végétales liés à des processus écophysologiques et des fonctions : ex. survie, croissance



Masse des graines  
Phénologie reproductrice

Hauteur végétative

Surface spécifique foliaire (SLA)  
Teneur en matière sèche (LDMC)  
Teneur en azote foliaire

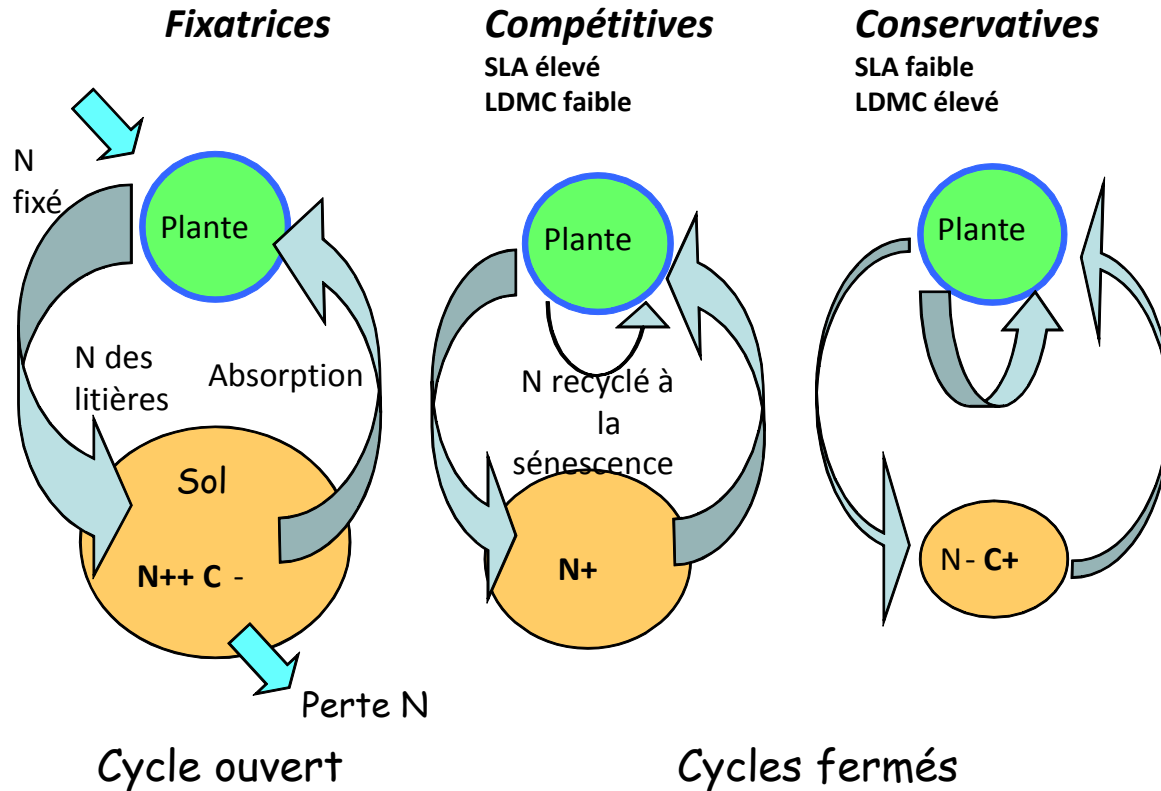
Densité, diamètre  
Longueur spécifique  
des racines...

Garnier & Navas (2011)  
In: *Grassland Productivity and  
Ecosystem Services* (CABI)

# Approche fonctionnelle

## Espèces et communautés végétales

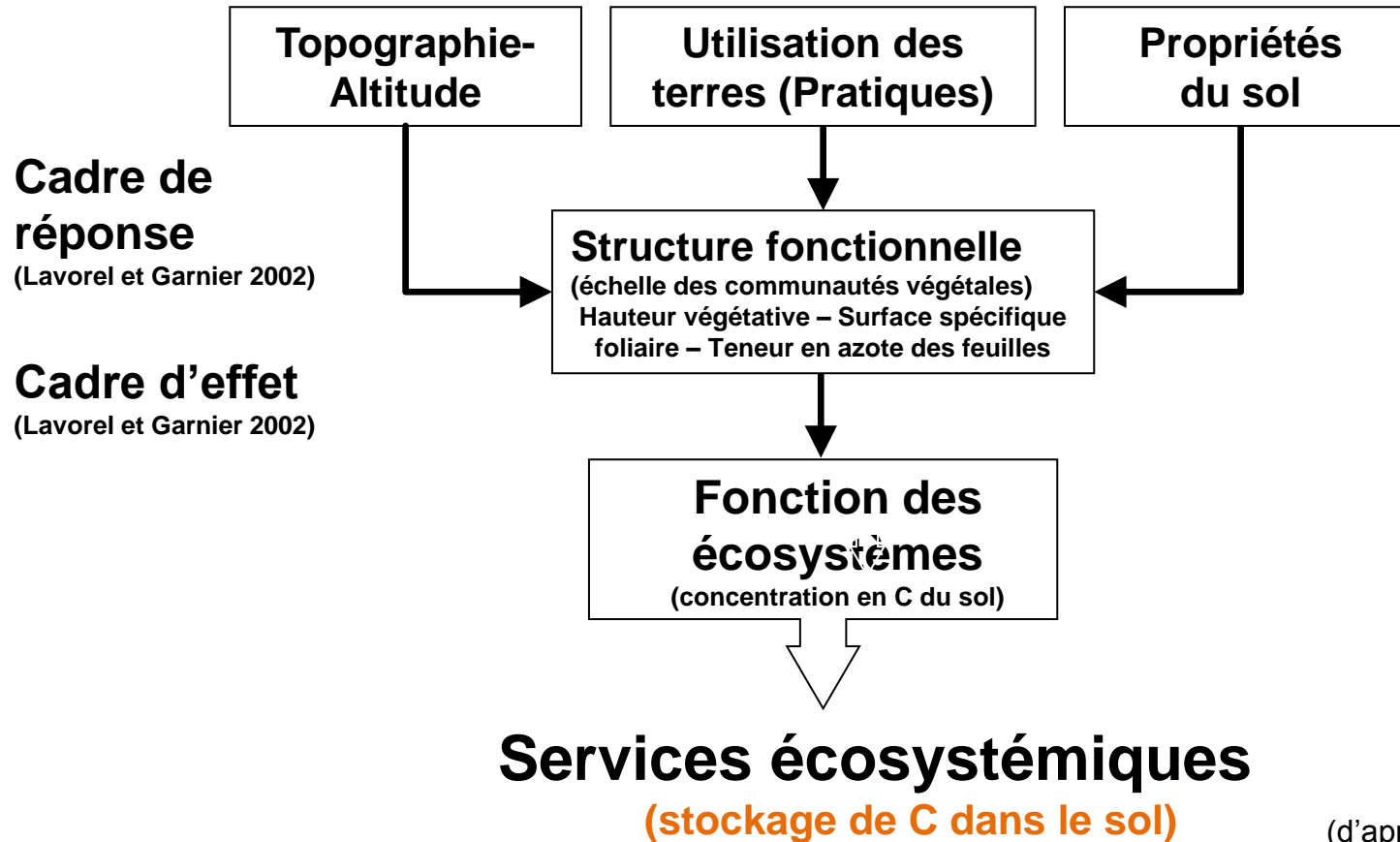
« *Groupes fonctionnels* » : regroupement d'espèces végétales ayant les mêmes syndromes de réponses



Dynamique de la communauté végétale dépendante du pool d'azote

# Approche fonctionnelle

## Stockage du carbone

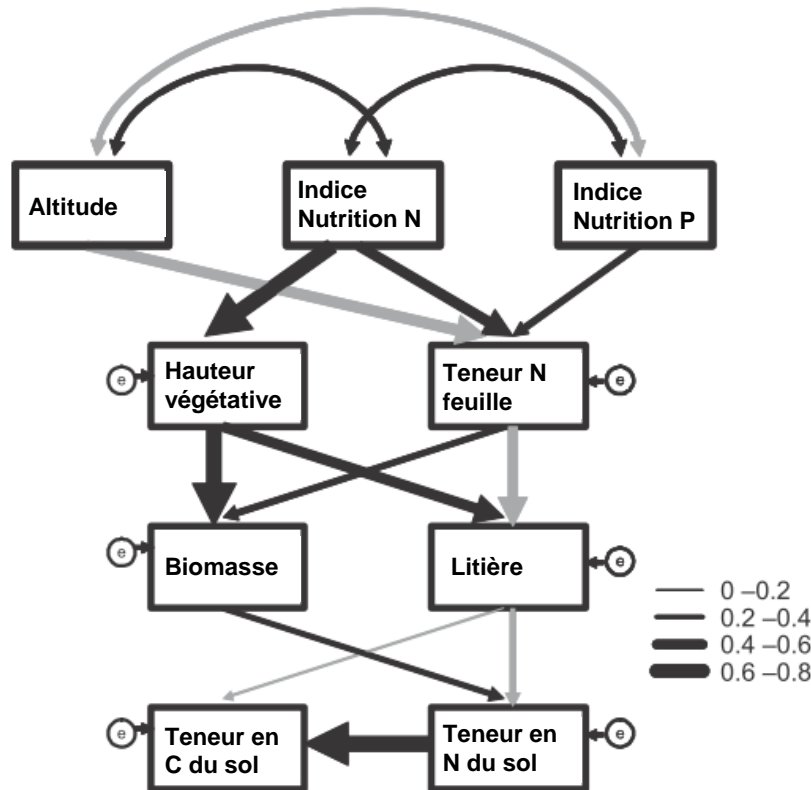


(d'après Diaz et al. 2007, Garnier et Navas 2011, Lavorel et al. 2011)

# Approche fonctionnelle

## Stockage du carbone

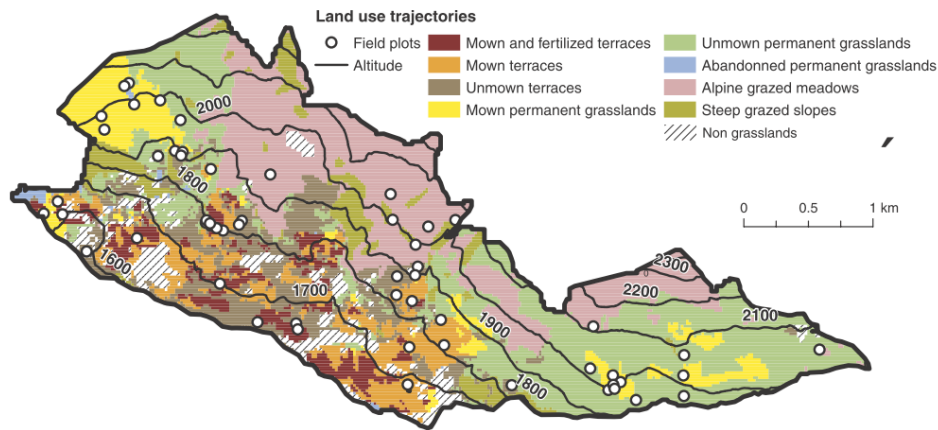
Topographie  
Propriétés du sol



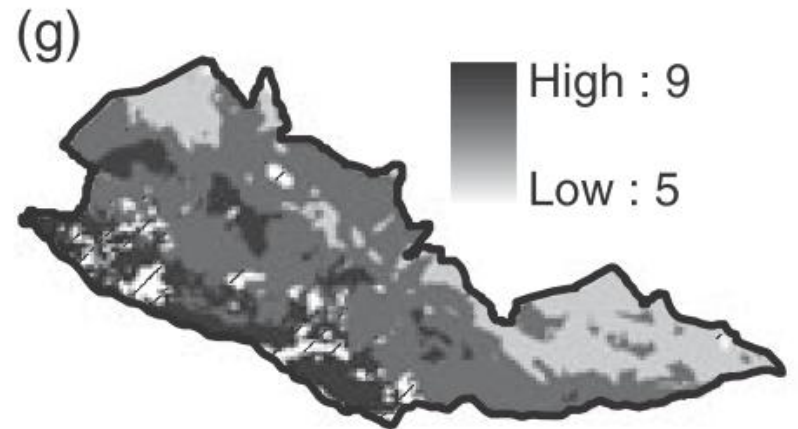
Modèle d'équation structurale  
(Lavorel et Grigulis 2012)

# Approche fonctionnelle

## Stockage du carbone



Site d'étude du Lautaret (LECA Grenoble)



Concentration en carbone du sol (%)

(Lavorel *et al.* 2011)

# Approche fonctionnelle

## Communautés végétales et services



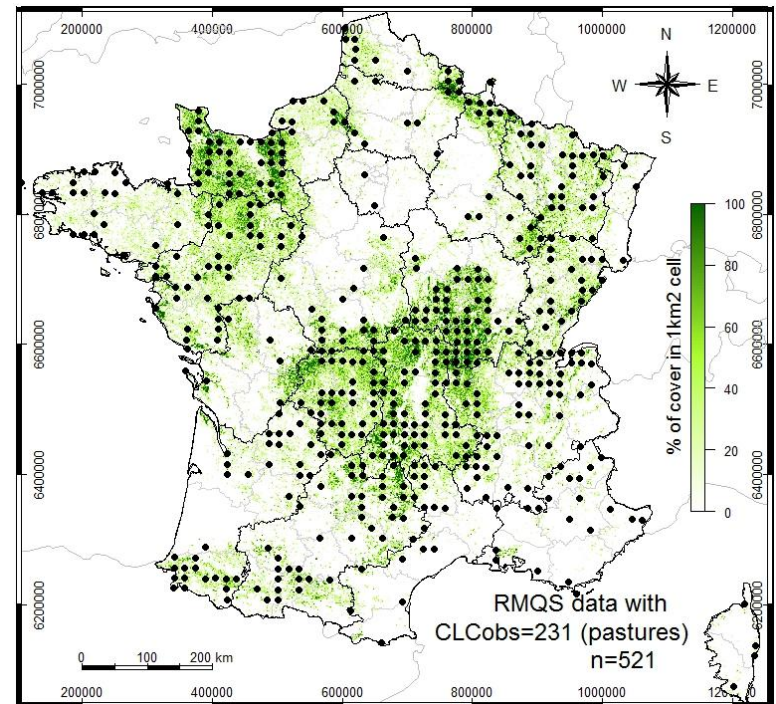
**CESAB**  
CENTRE DE SYNTHÈSE  
ET D'ANALYSE  
SUR LA BIODIVERSITÉ

**FRB**  
FONDATION  
POUR LA RECHERCHE  
SUR LA BIODIVERSITÉ

**DIVGRASS** 2011  
-  
DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET FONCTIONNEMENT 2013  
DES PRAIRIES PERMANENTES

**Porteur du projet :** Philippe CHOLER (philippe.choler@ujf-grenoble.fr)  
Laboratoire d'Ecologie Alpine – CNRS-INEE, Université J. Fourier, Grenoble

**15 participants :** CNRS-INEE, INRA, Institut National Polytechnique de Lorraine, Université Paul Cézanne, Université de Caen Basse Normandie, CEA Saclay, Université Paris-Sud 11, Max-Planck-Institute for Biogeochemistry, Jena, INRA, Fédération des conservatoires botaniques nationaux



(Source données : Relevés Prairies  
Réseau RMQS INRA Orléans)

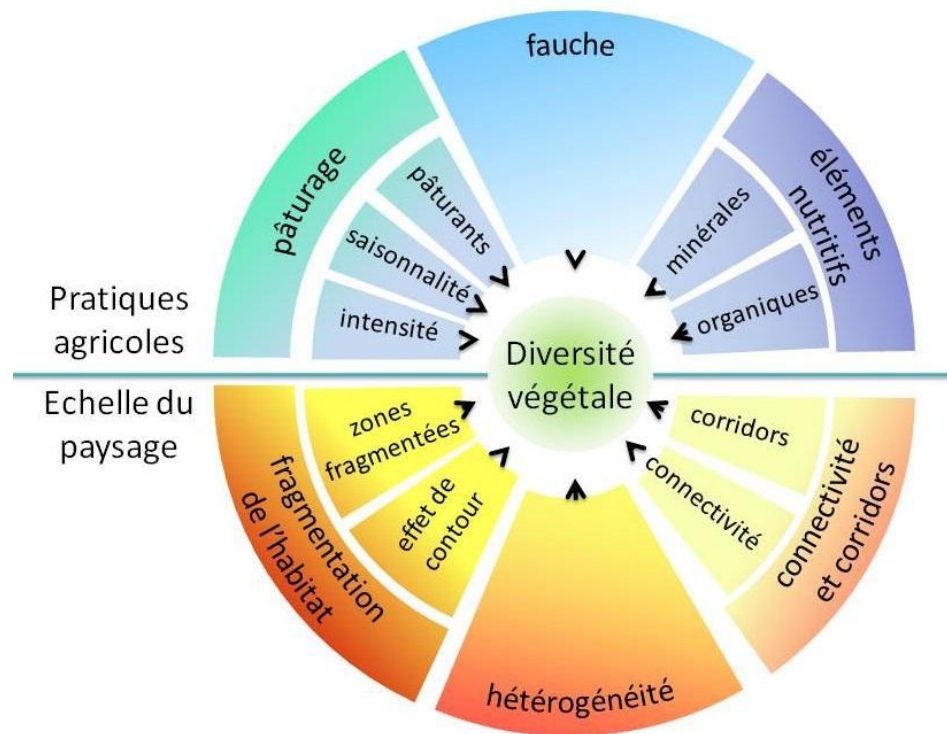
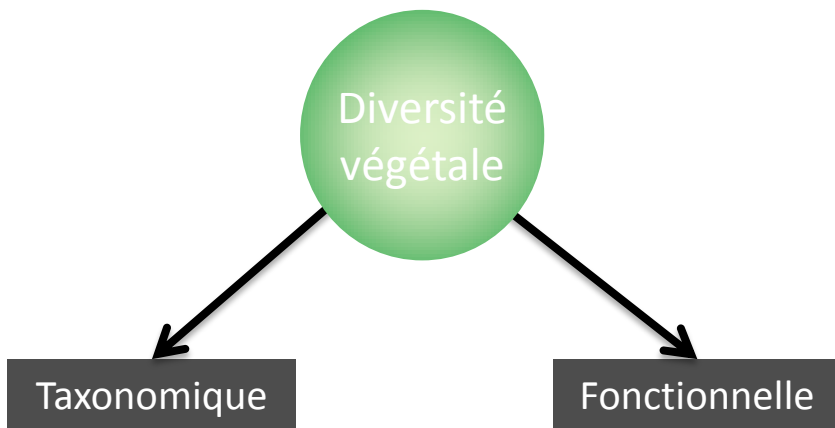
**Création de placettes permanentes à  
l'échelle nationale vers un Inventaire  
Prairial National ?**



# Contribution de l'élevage

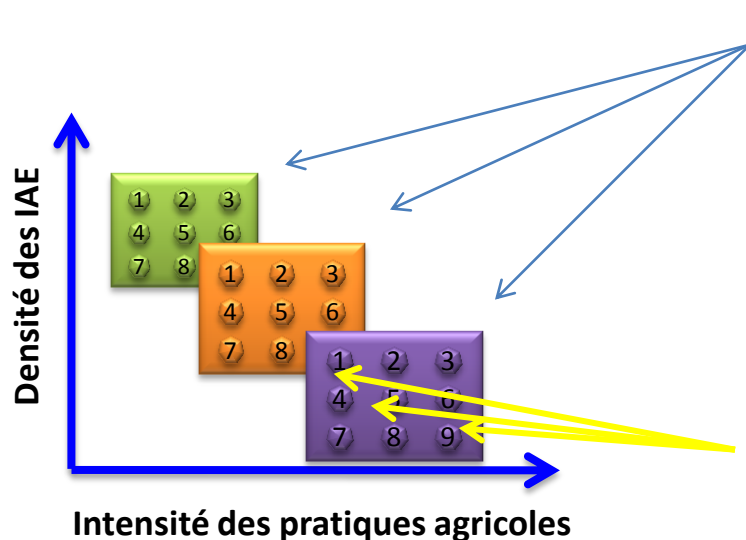
diversité végétale = pratiques x IAE

Exemple de la diversité végétale (thèse A. Chanséaume)



# Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE



❑ Une première clé de détermination construite sur une approche nationale : + Zone système + Combinaison de production + description sommaire du fonctionnement (exemple en lait place du maïs dans le système fourrager)

❑ Une seconde clé de détermination construite sur une approche locale : Zone locale + cas type + expertise locale

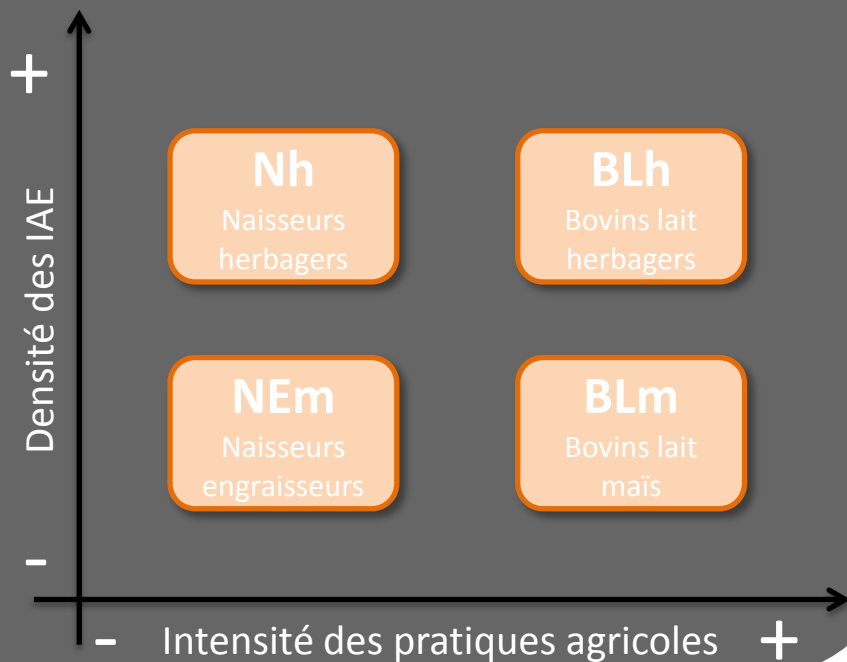
*Cas type : modélisation structurelle, technique et économique d'un système d'exploitation, réalisée à partir des fermes des réseaux de référence dont le fonctionnement a été optimisé au préalable (Idele)*

(Programme INDIBIO)

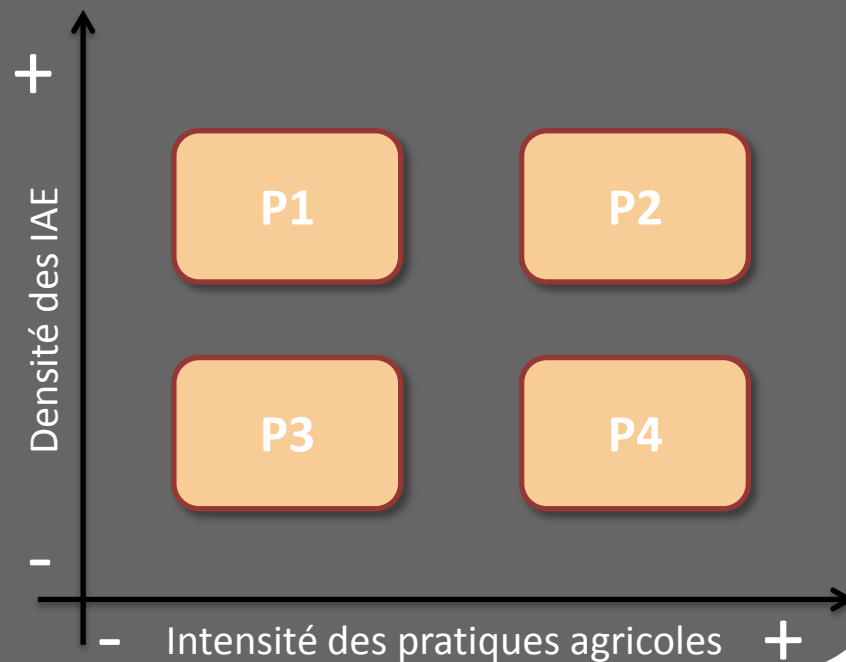
# Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

## Cas-types d'exploitation



## Parcelles types



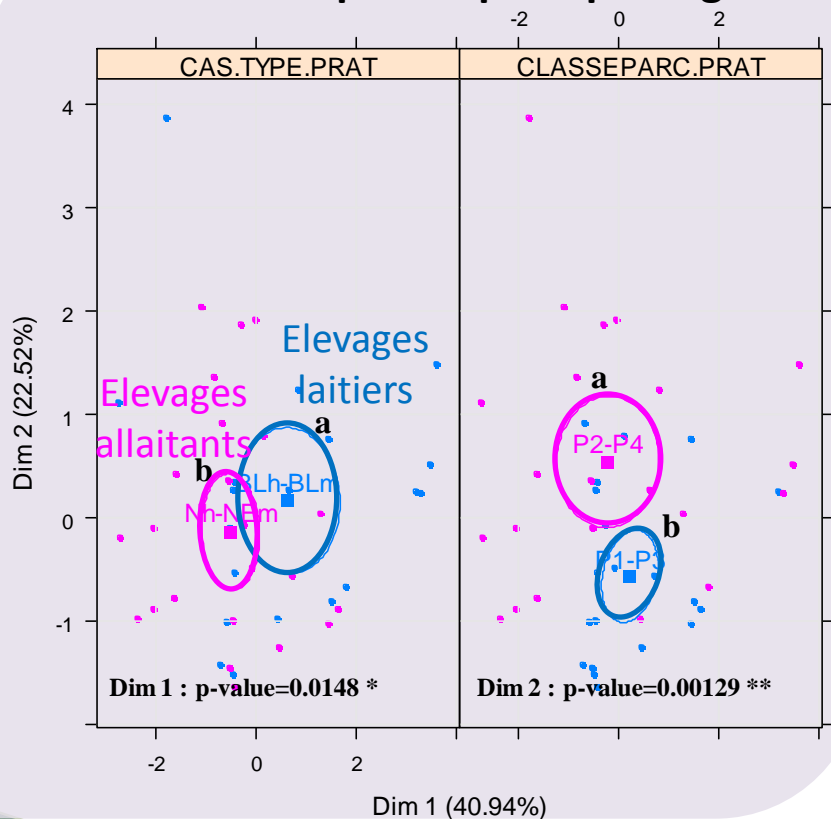
(Programme INDIBIO)



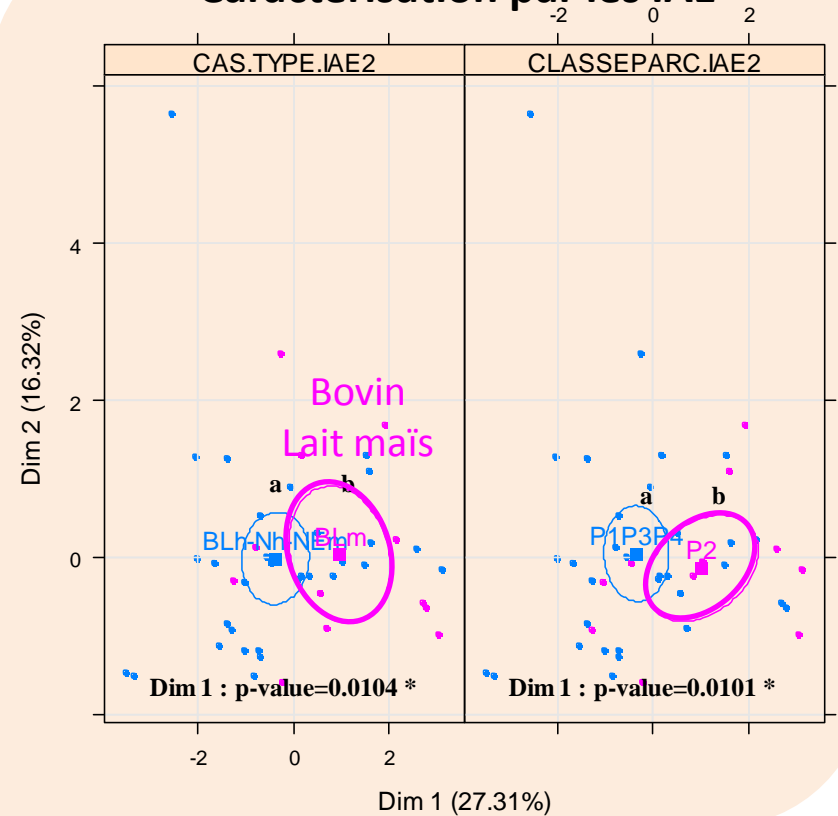
# Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques / IAE

## Caractérisation par les pratiques agricoles



## Caractérisation par les IAE

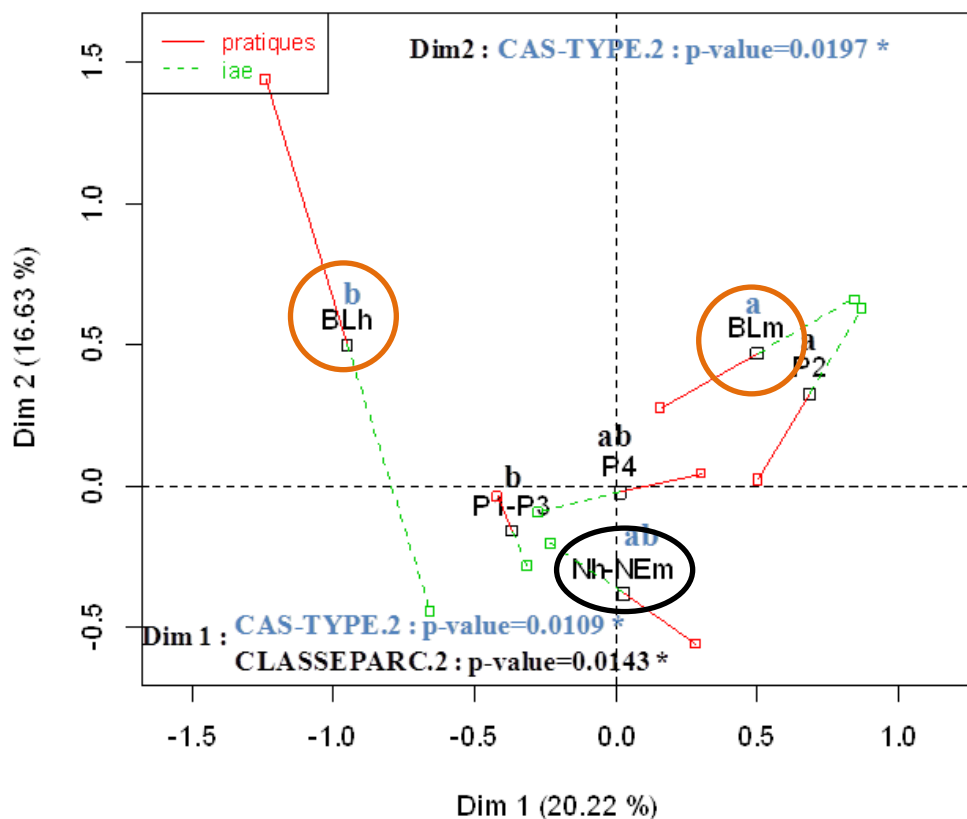


(Programme INDIBIO)

# Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Caractérisation par les pratiques agricoles x les IAE (AFM)



Bovin  
Lait maïs

Bovin Lait  
herbagers

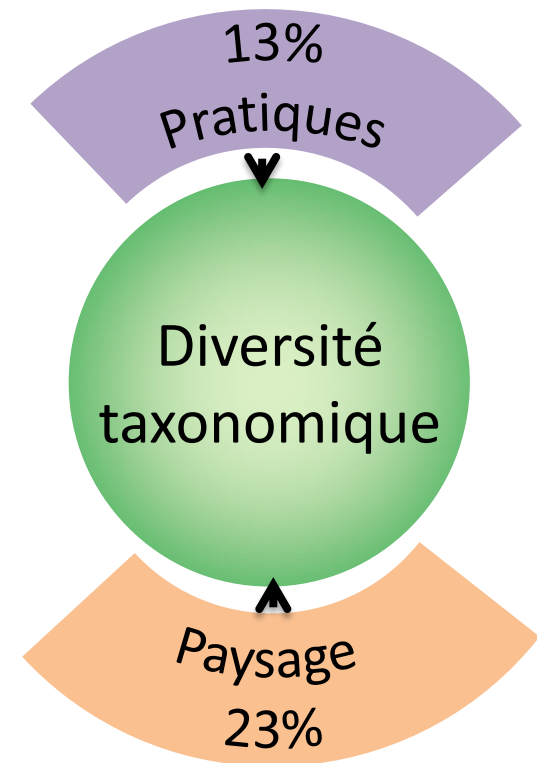
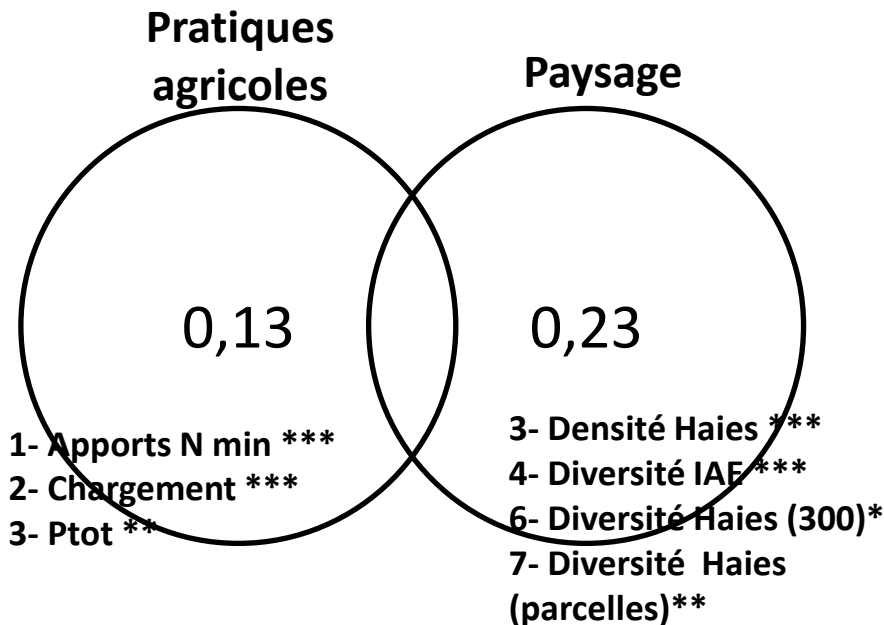
Elevages  
allaitants  
(herbagers -  
maïs)

(Programme INDIBIO)

# Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Diversité végétale : taxonomique



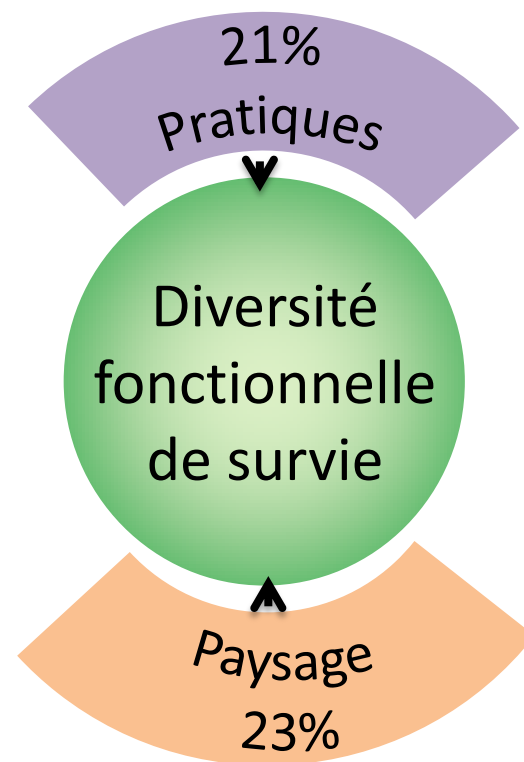
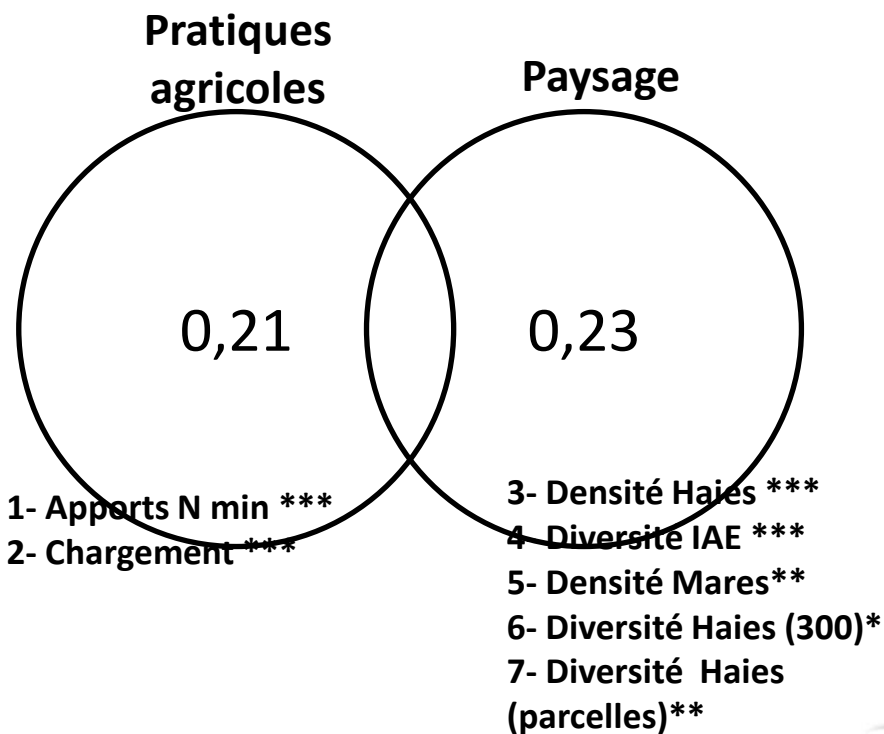
(Programme INDIBIO)



# Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Diversité végétale fonctionnelle :  
Ex. stratégies de survie



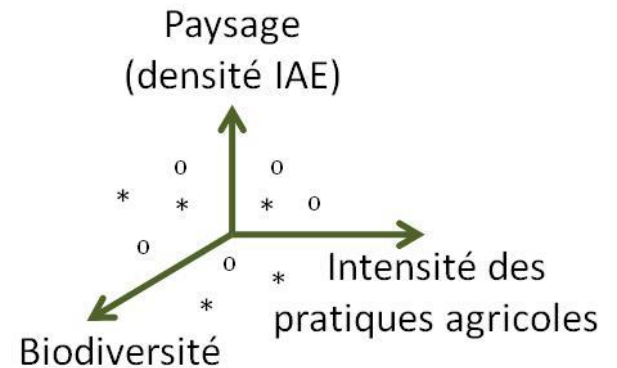
(Programme INDIBIO)



# Conservation de la biodiversité

Contribution de l'élevage = pratiques x IAE

Travaux et analyses en cours !



oiseaux



chiroptères



bourdons



orthoptères



lombrics



Flore

Mobilité des espèces

Territoire



Parcelles



(Programme INDIBIO)



# La multi-fonctionnalité de la prairie pour la fourniture de services écosystémiques

- Des services intrants de plus en plus étudiés mais il existe un fort contraste
  - Certains très étudiés :
    - fertilité des sols / stockage de permanentes / conservation de la biodiversité / pollinisation
  - Certains peu étudiés :
    - contrôle des bioagresseurs / santé des animaux / valeurs esthétiques et culturelles
- Des suivis sur le long terme et une structuration des inventaires floristiques afin de prédire les changements

Merci pour votre attention

