

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

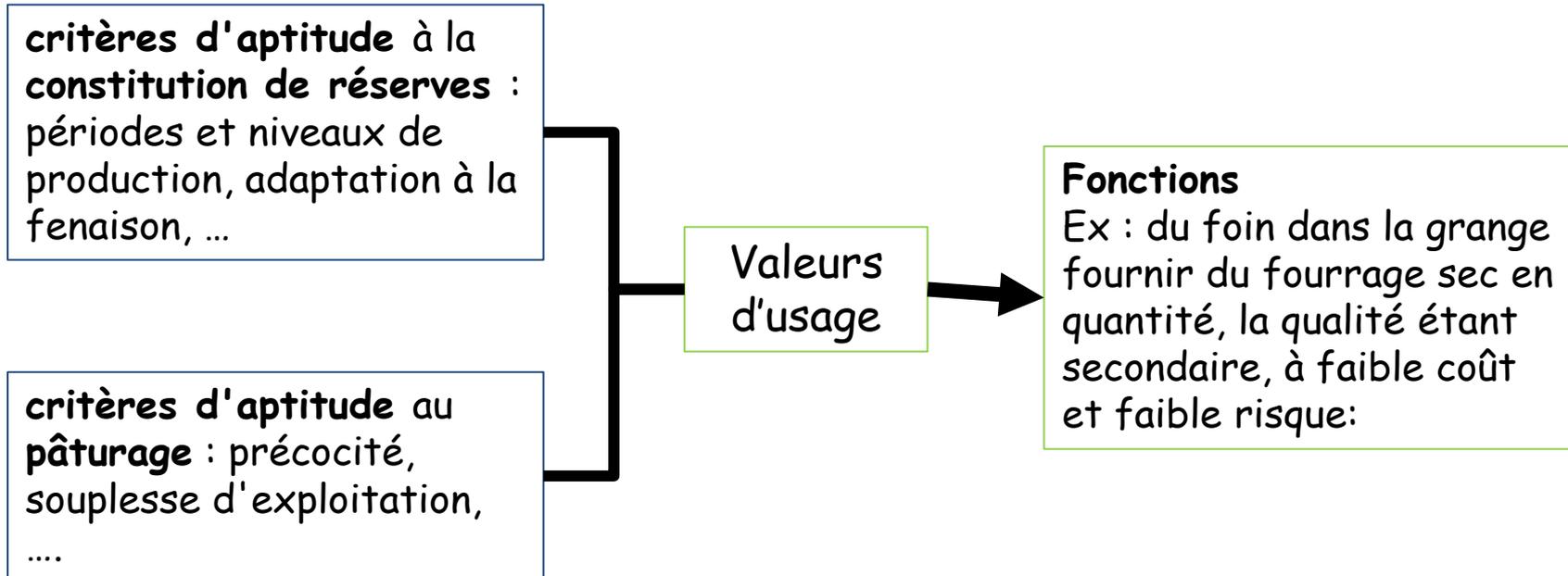
Bernard AMIAUD

Université de Lorraine



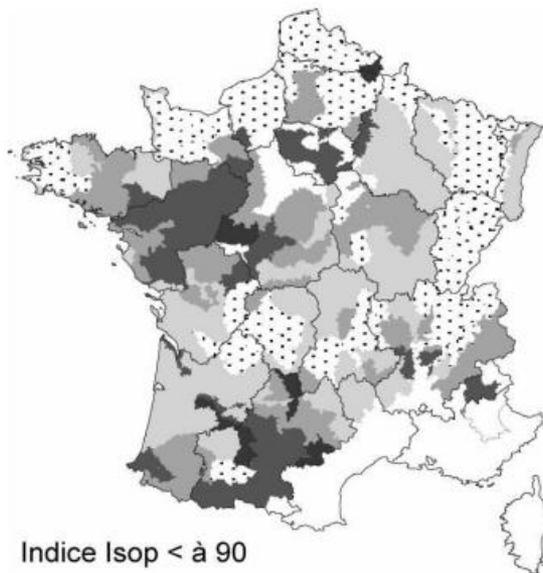
La fonction des prairies... une question déjà ancienne

- 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

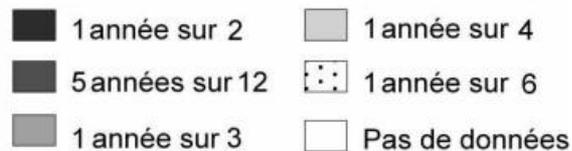


(d'après Jeannin, Fleury, Dorioz 1991)

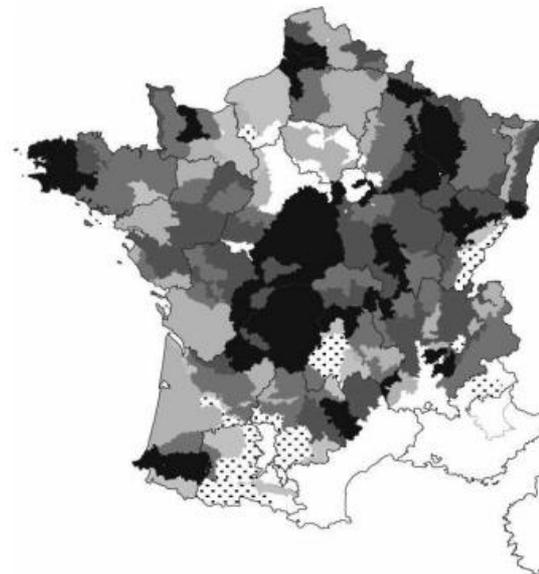
La prairie un agro-écosystème voué à la production fourragère



Indice Isop < à 90



Déficit de production



Indice Isop > à 110



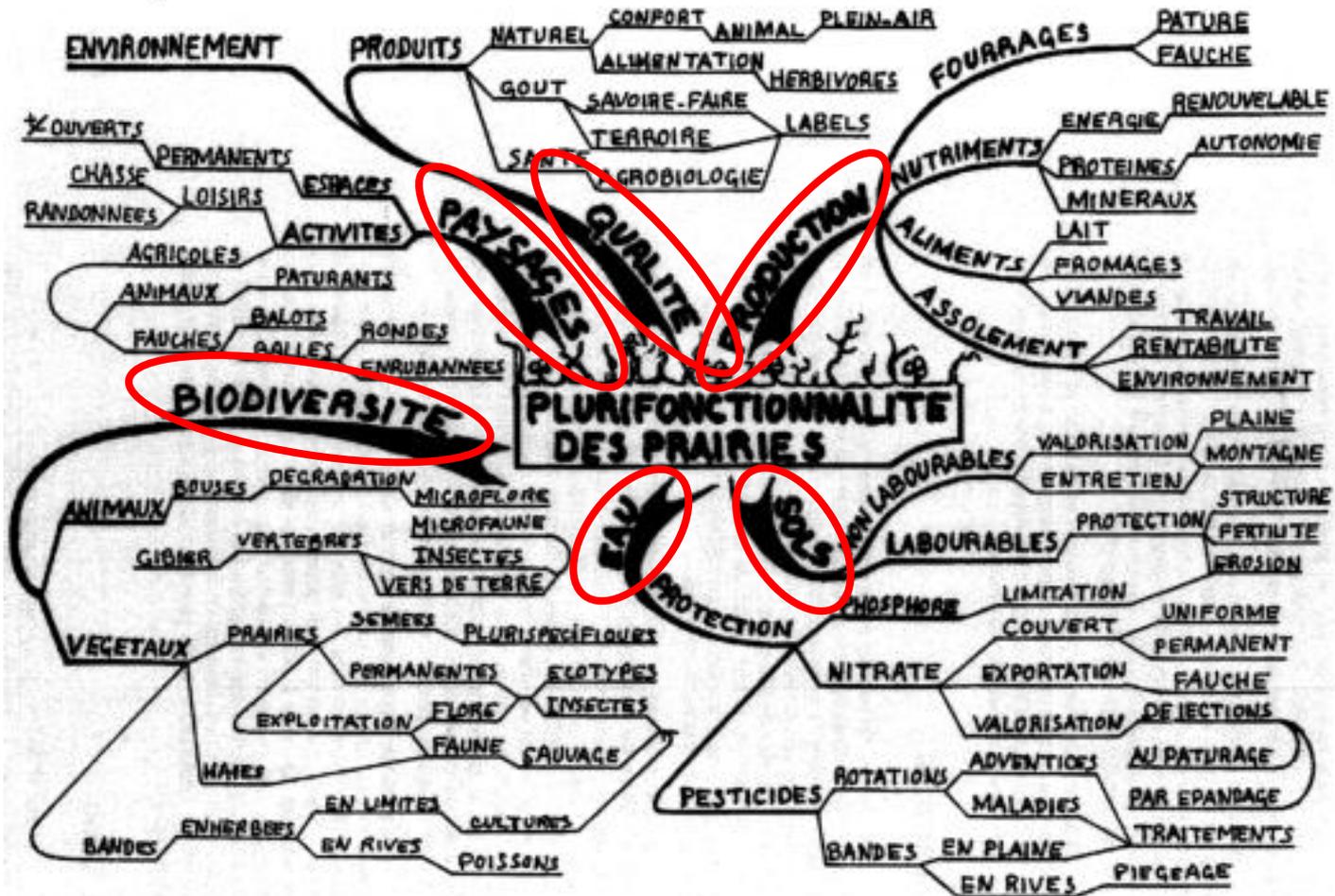
Excédent de production

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

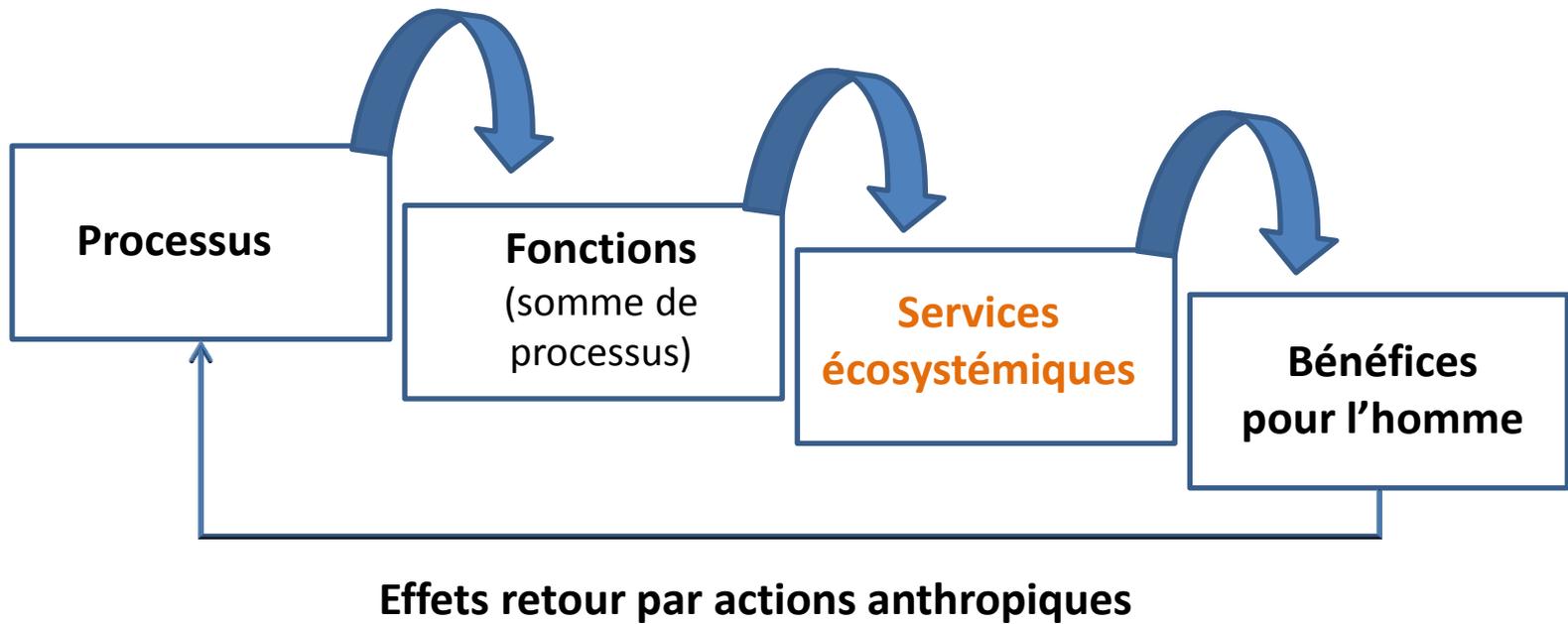


(d'après Cossée 1999)

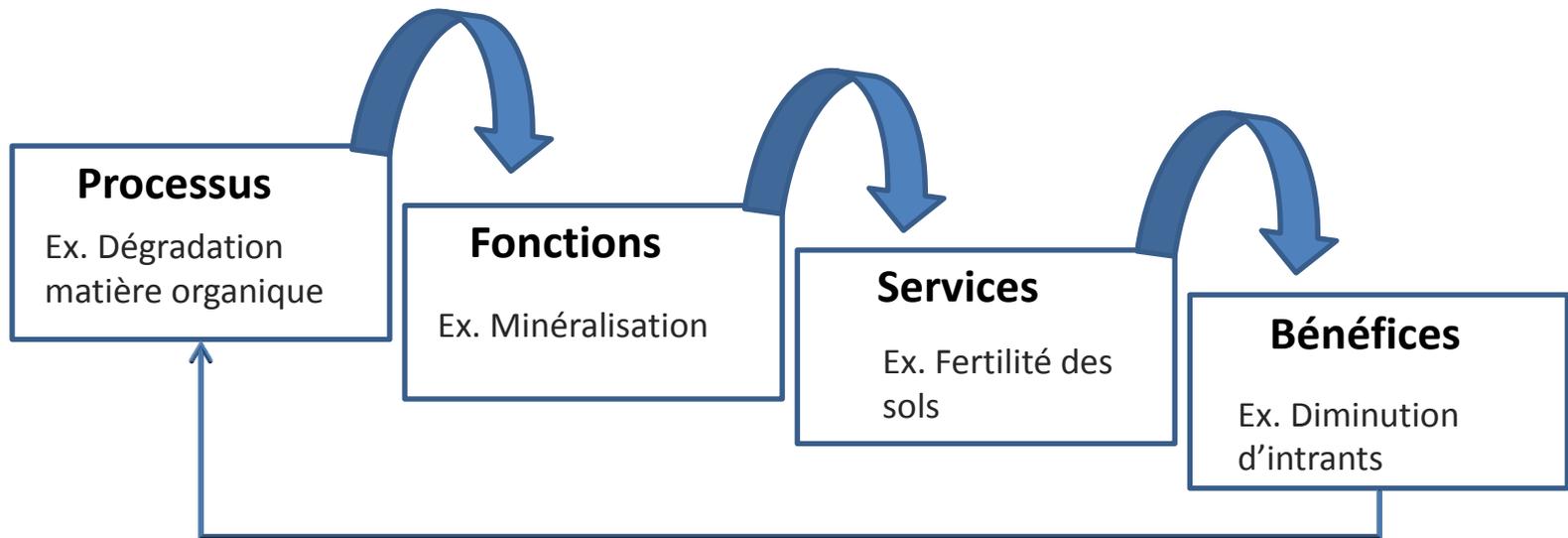
Les fonctions des prairies ...

- **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



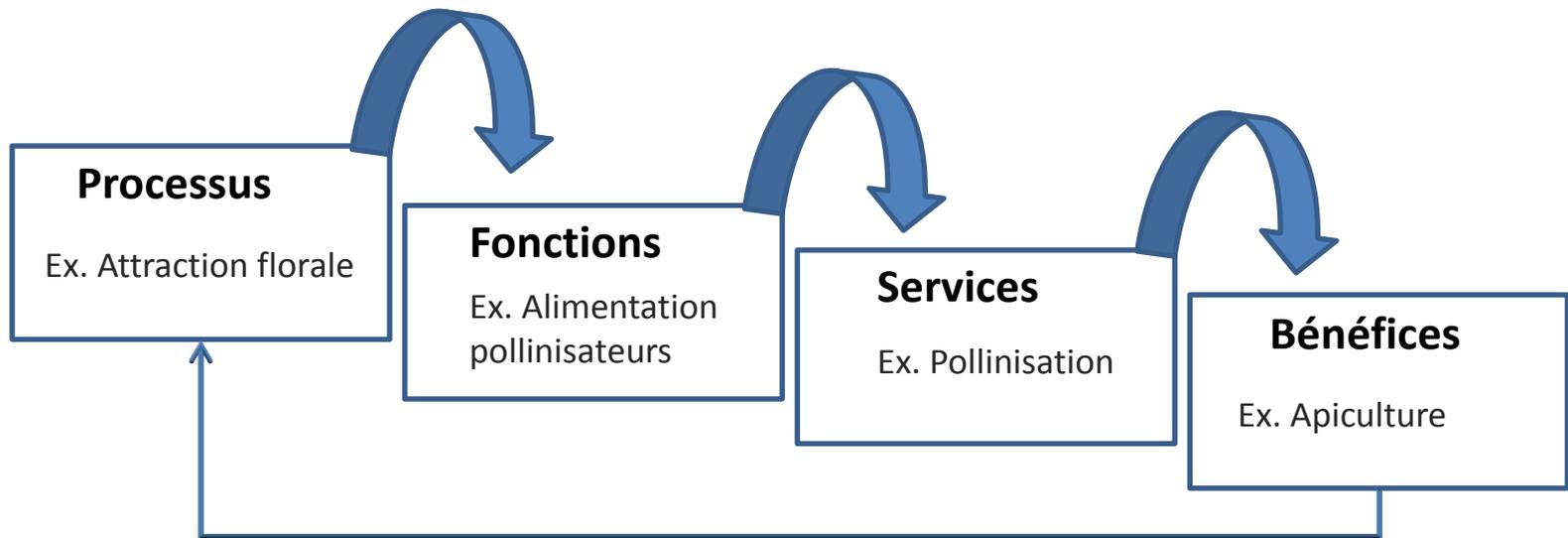
Des processus aux bénéfiques : **ex. microbes**



Effets retour par actions anthropiques

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

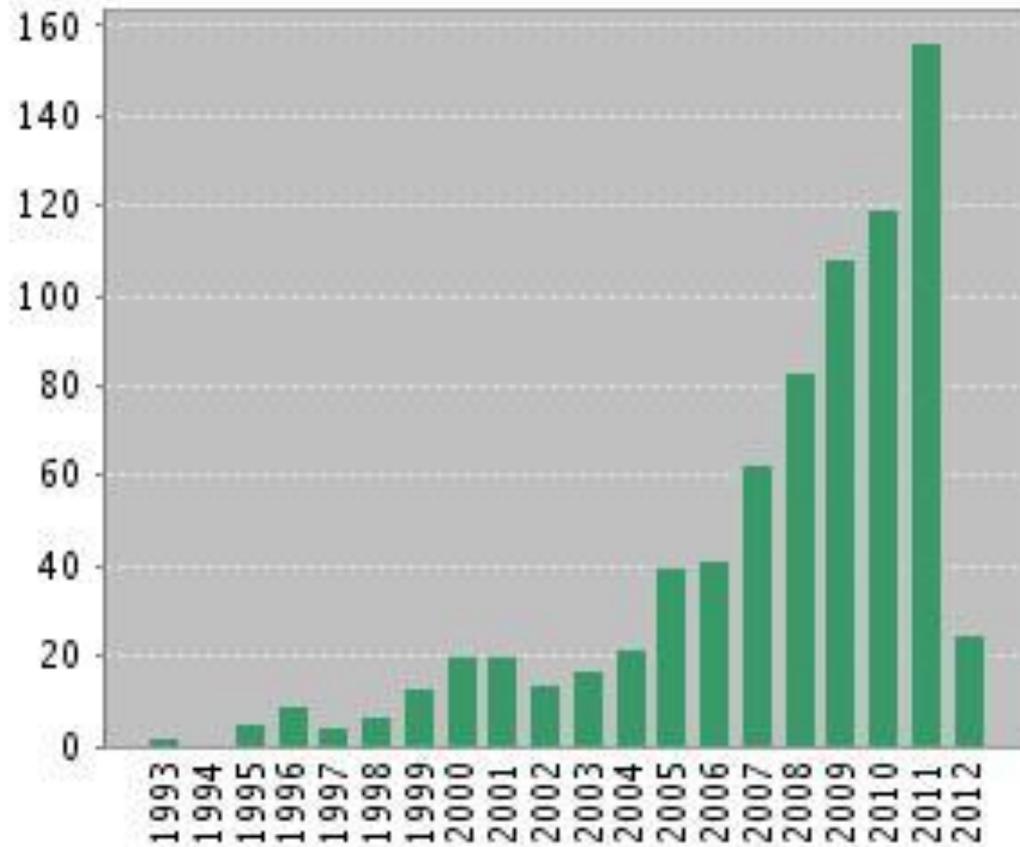
Des processus aux bénéfiques : **ex. pollinisateurs**



Effets retour par actions anthropiques

Ex. Création de bandes enherbées nectarifères

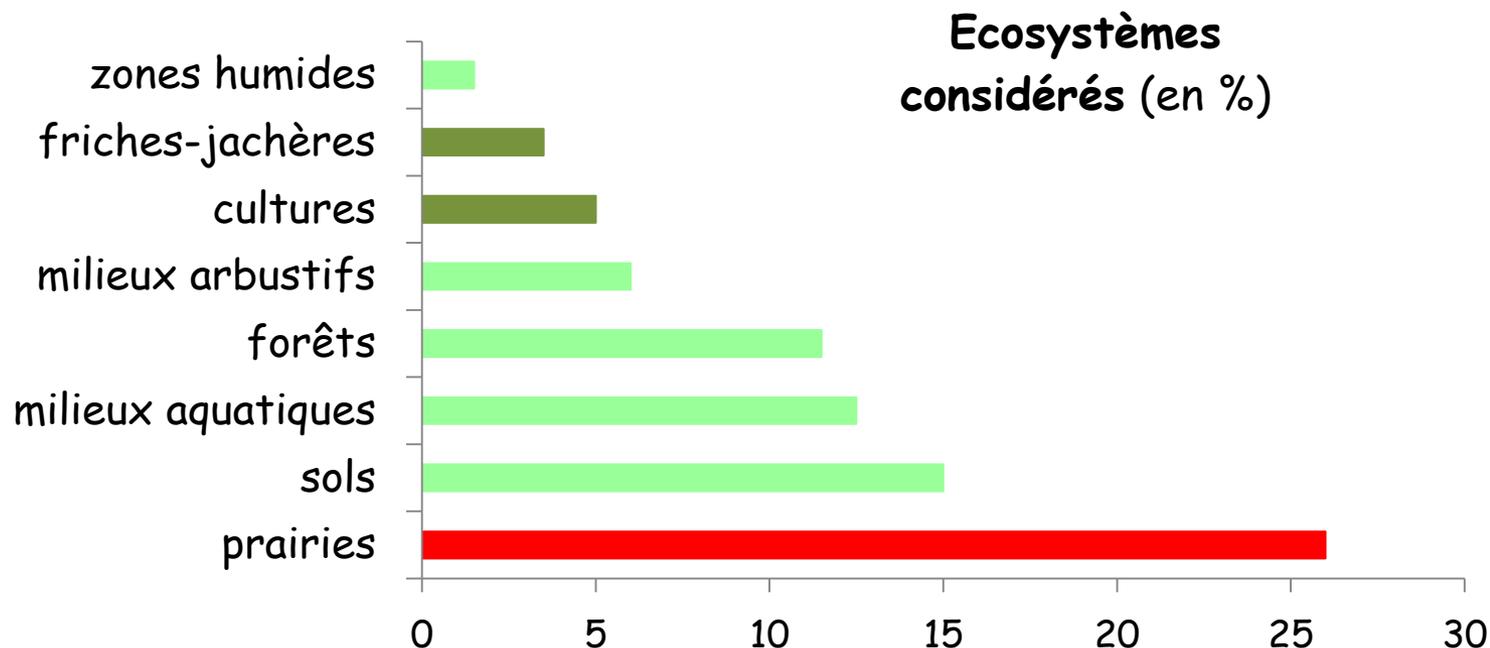
Articles scientifiques « prairies » et « services écosystémiques »



(Web of Knowledge, 2012 par S. Plantureux)

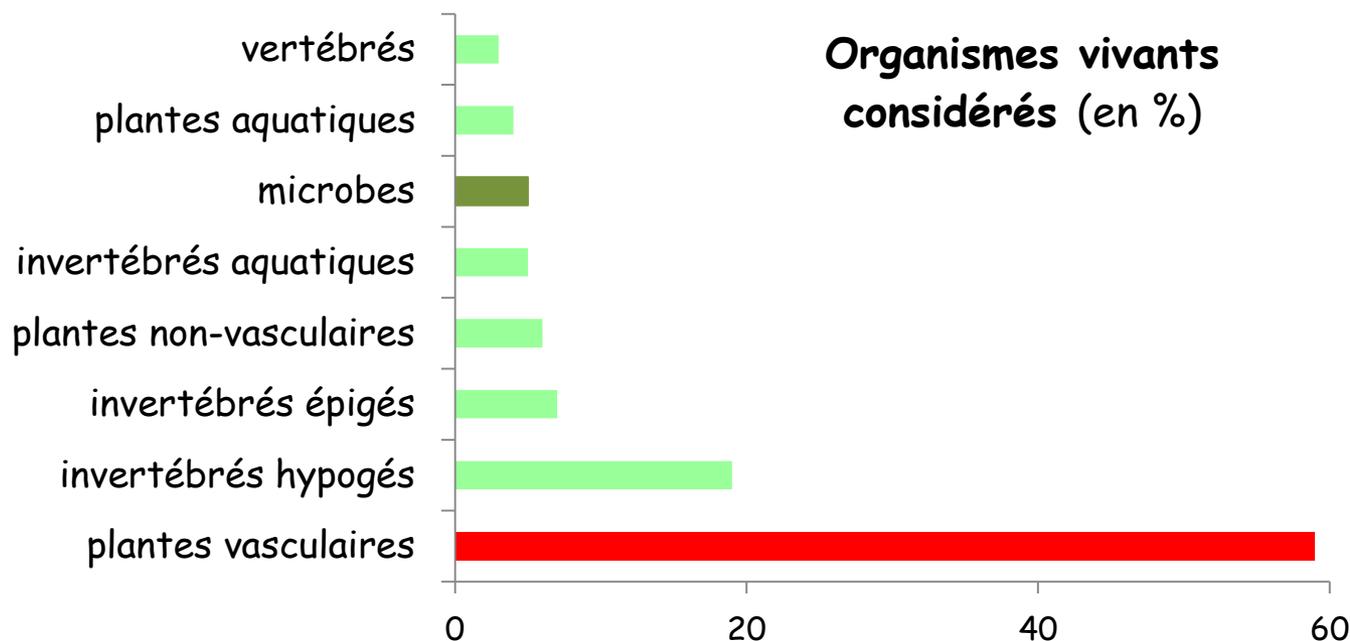
La prairie et les espèces végétales fortement impliquées dans l'atteinte de ces services

- 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

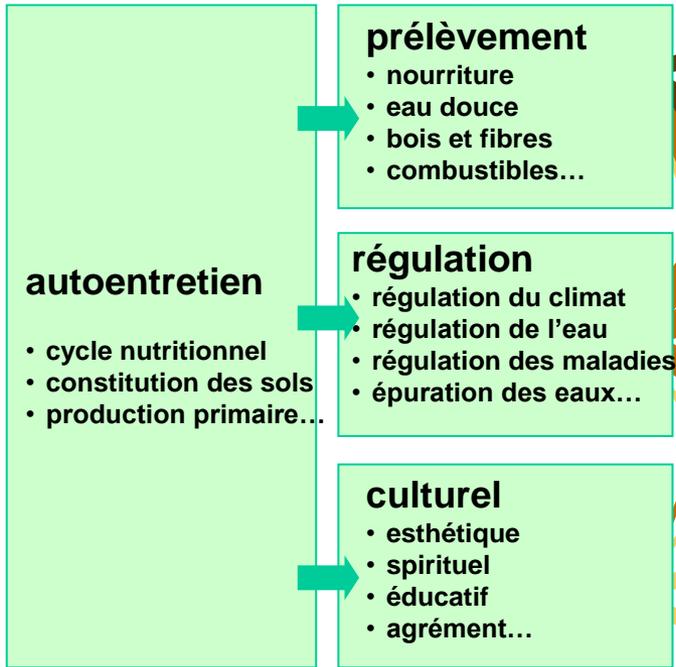
- Revue de littérature récente (n = 247 ; de Bello *et al.* 2010)



Les services écosystémiques

Millenium Ecosystem Assesment

services des écosystèmes

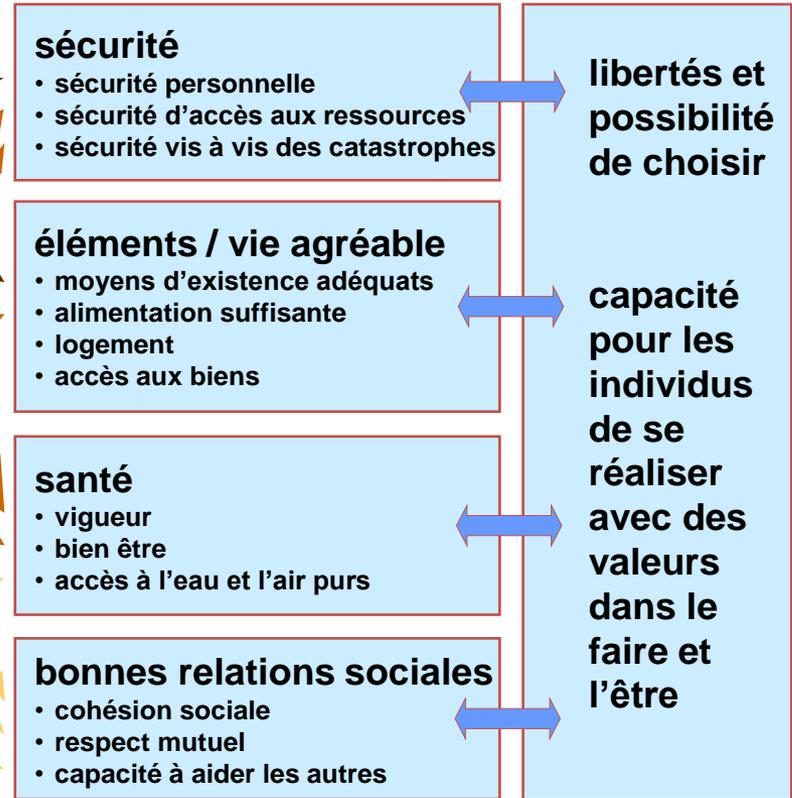


vie sur terre et biodiversité

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

faible moyen haut

éléments du bien-être



libertés et possibilité de choisir

capacité pour les individus de se réaliser avec des valeurs dans le faire et l'être

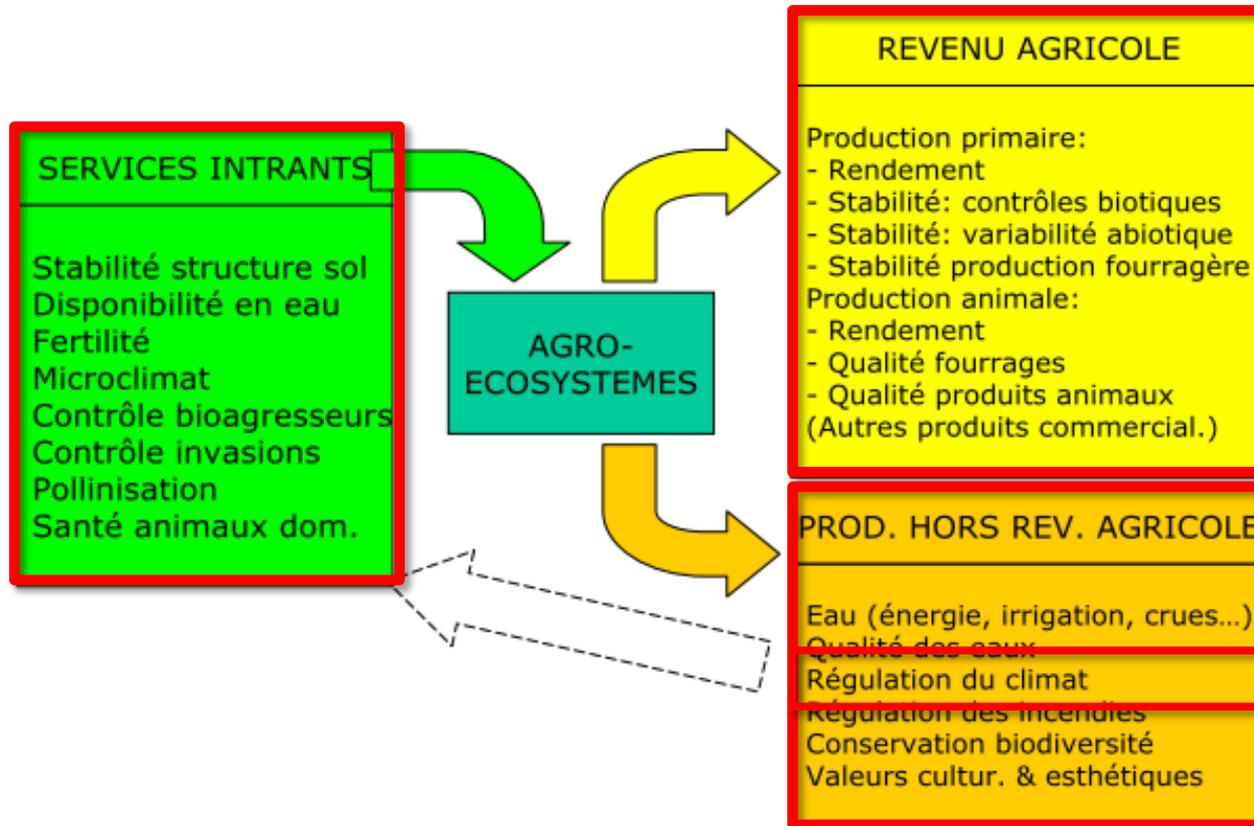
largeur des flèches : intensité du lien entre les services écologiques et le bien être

faible moyen haut

Source : Millenium Ecosystem Assesment

Les services écosystémiques

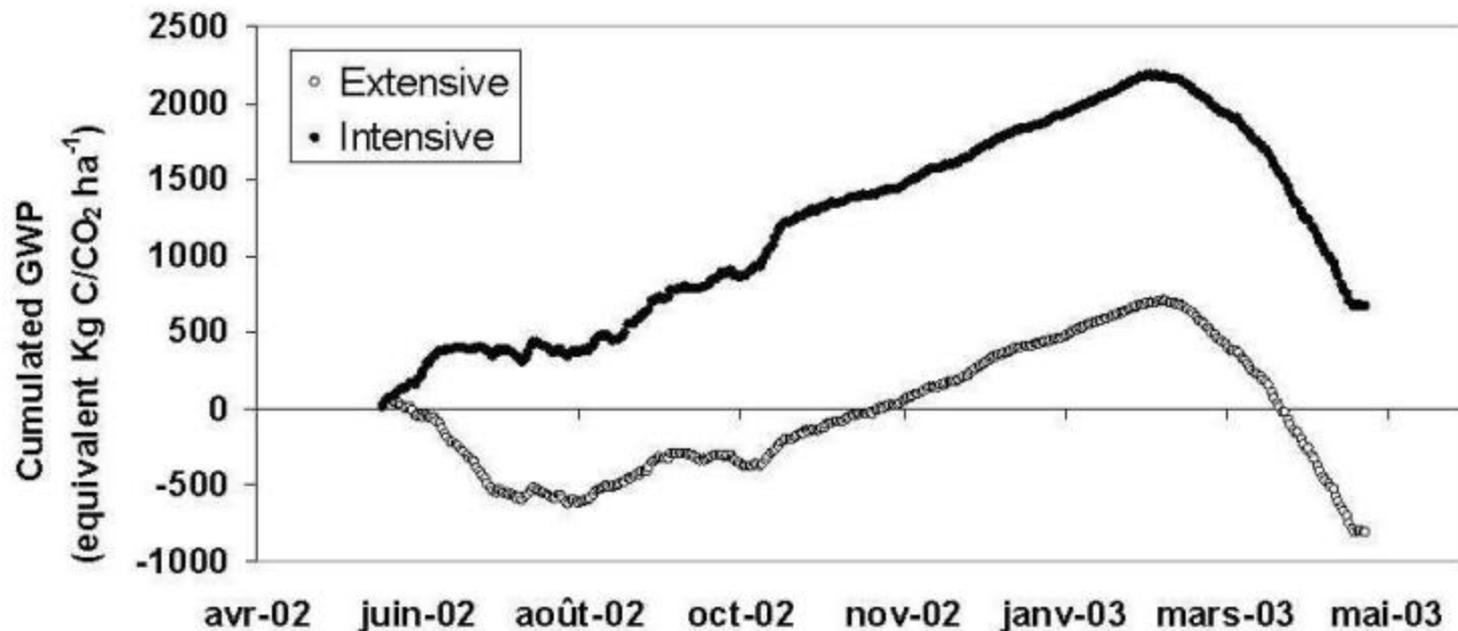
Expertise collective INRA 2008



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

Services écosystémiques de régulation du climat

Bilan des gaz à effets de serre

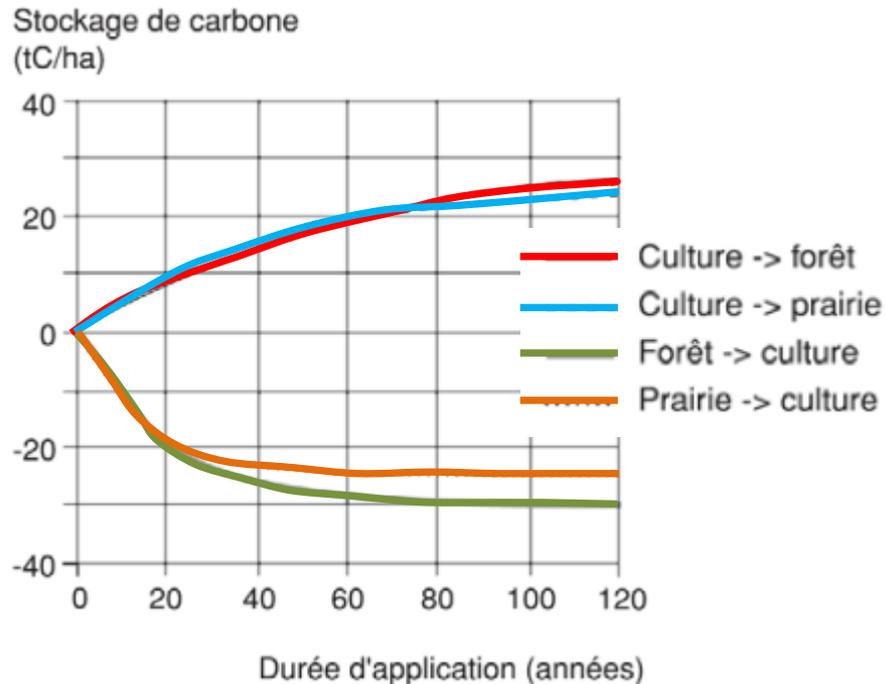


Extensive : - 800 kg C/CO₂ ha⁻¹
Intensive : + 670 kg C/CO₂ ha⁻¹

(d'après Ceschia et Soussana 1992)

Services écosystémiques de régulation du climat

Modification de la nature de l'écosystème



(Arrouay *et al.* 1992)

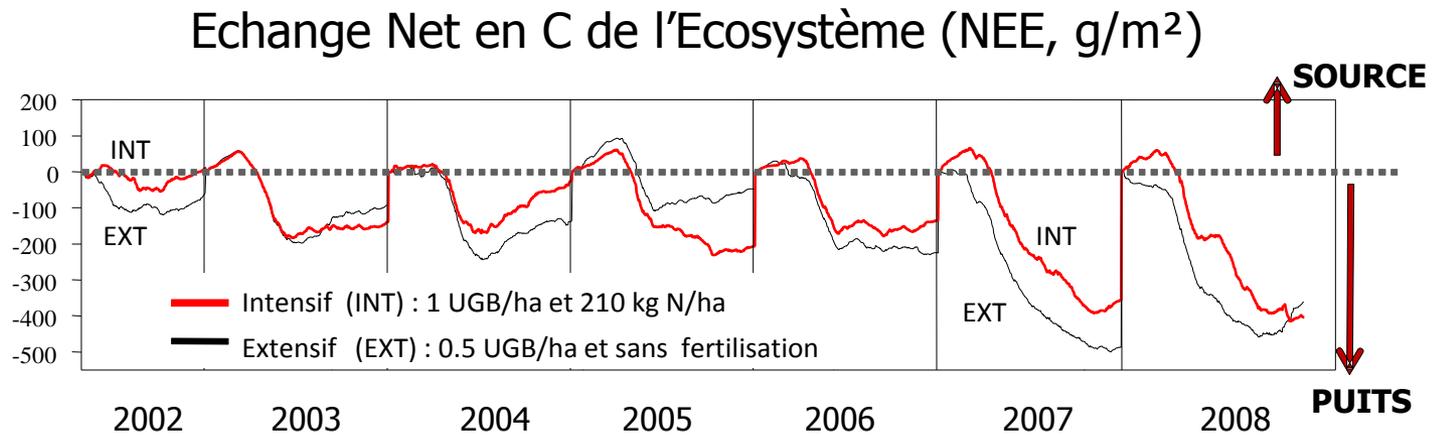
**Prairie : un puits
de carbone**

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

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

Services écosystémiques de régulation du climat

Pratiques d'élevage

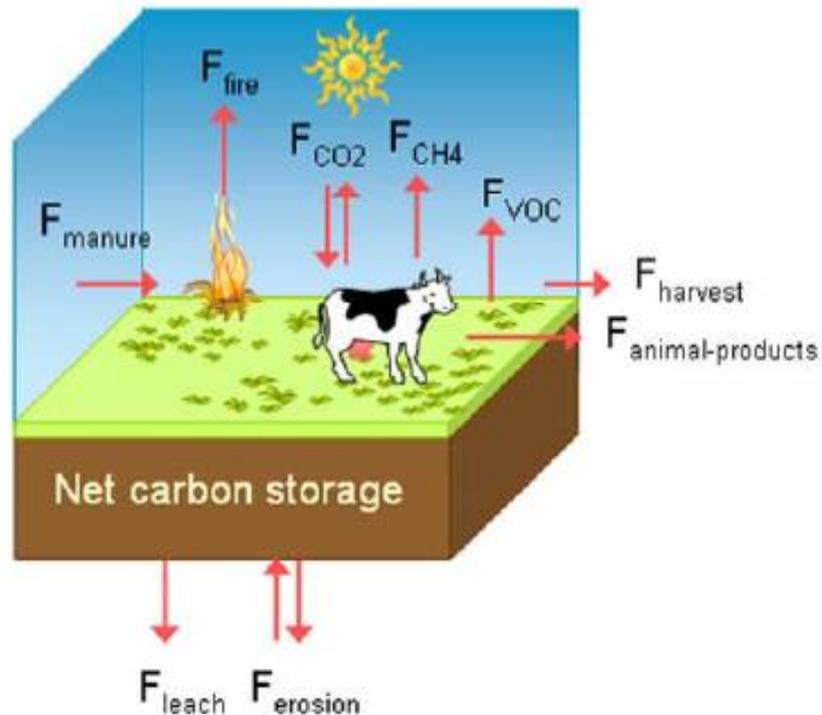


Prairie : un puits de carbone ou une source selon le mode de gestion et les conditions climatiques de l'année

(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 CO₂ : échanges atmosphériques

F CH₄ : 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

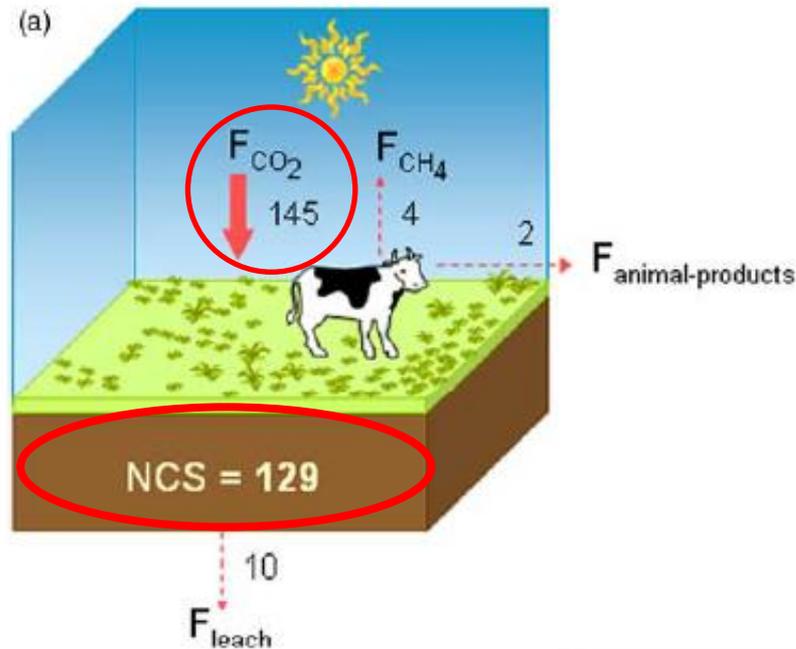
F leach : perte par lessivage et/ou immobilisation

F erosion : pertes par érosion des sols

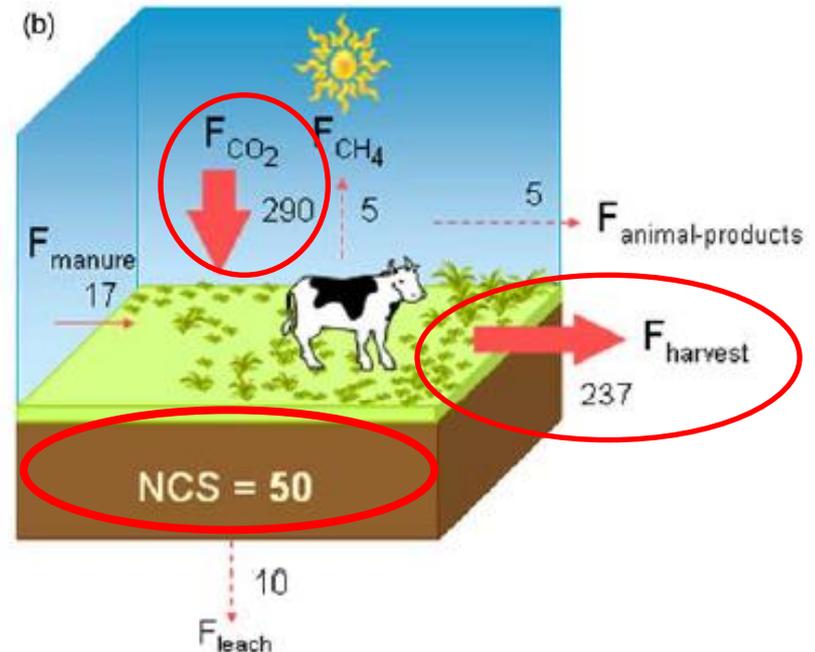
(Soussana *et al.* 2010)

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

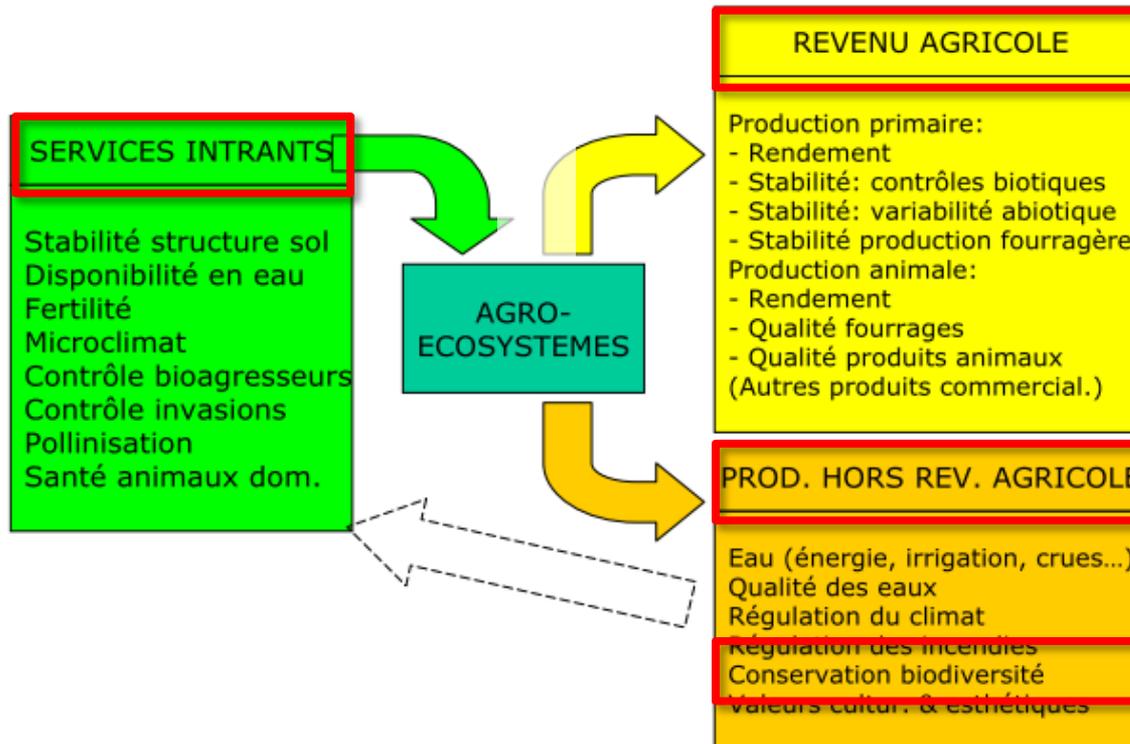
Modification de la nature et des pratiques

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

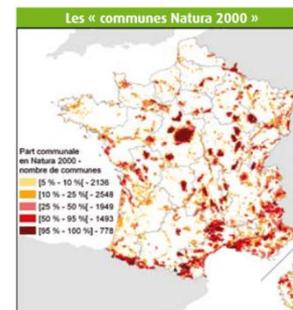
Expertise collective INRA 2008



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

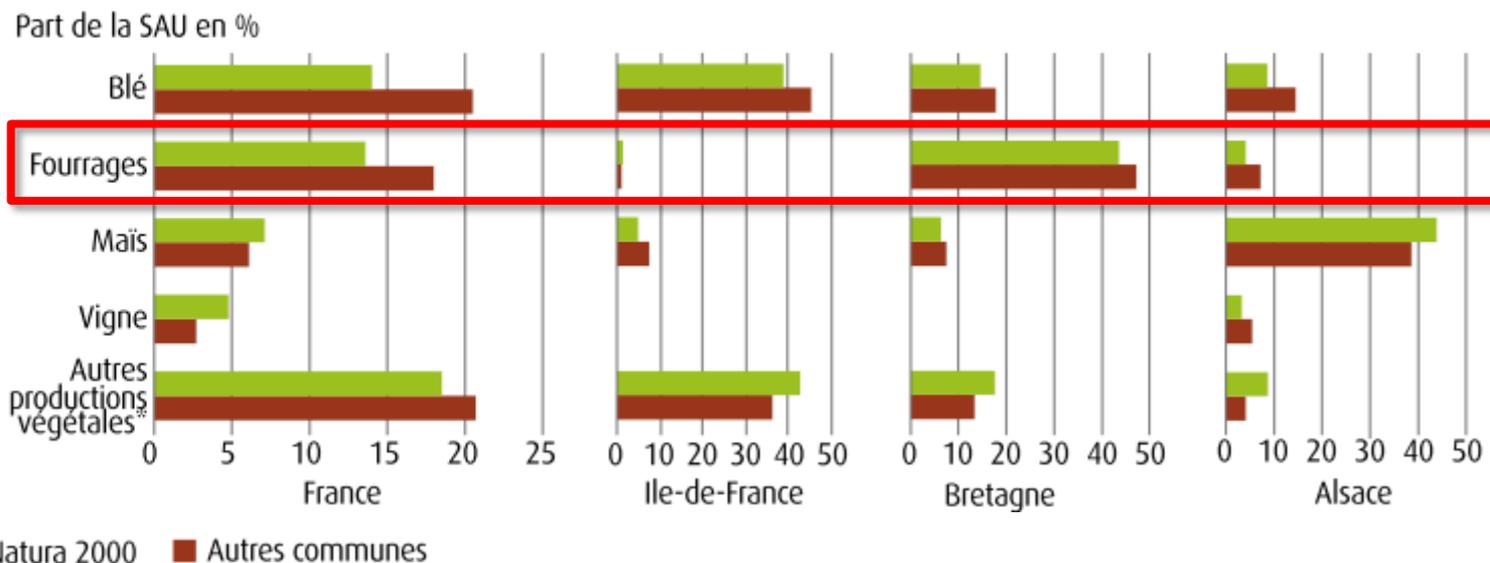
Conservation de la biodiversité

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

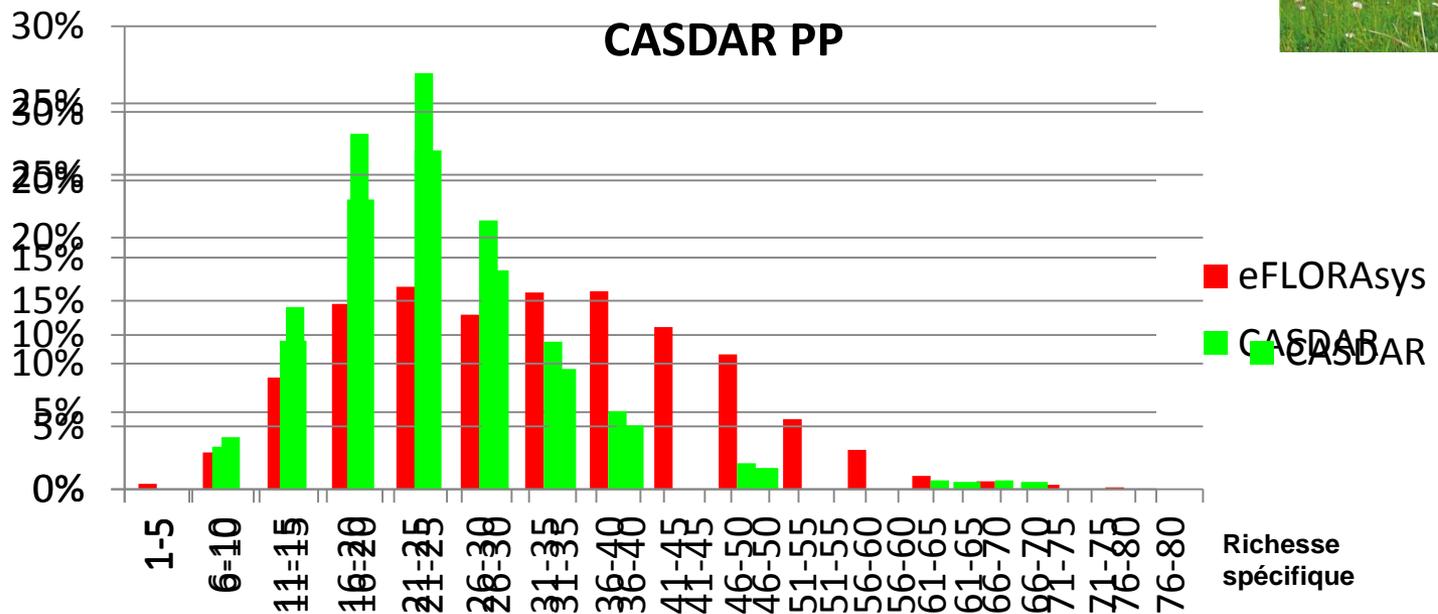


Note : * Surface toujours en herbe et jachères non comprises.

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

Conservation de la biodiversité

Dynamique de la diversité végétale



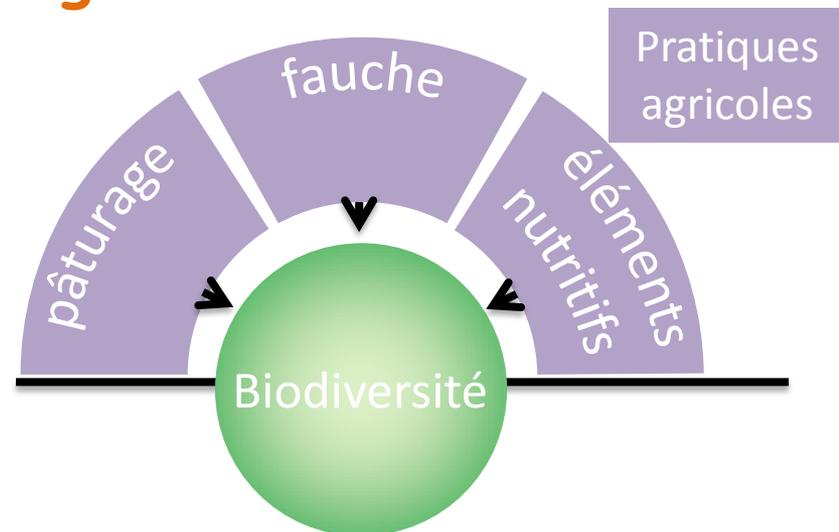
...mais perte de diversité végétale

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

Conservation de la biodiversité

Dynamique de la diversité végétale

Effets des pratiques agricoles



Pâturage

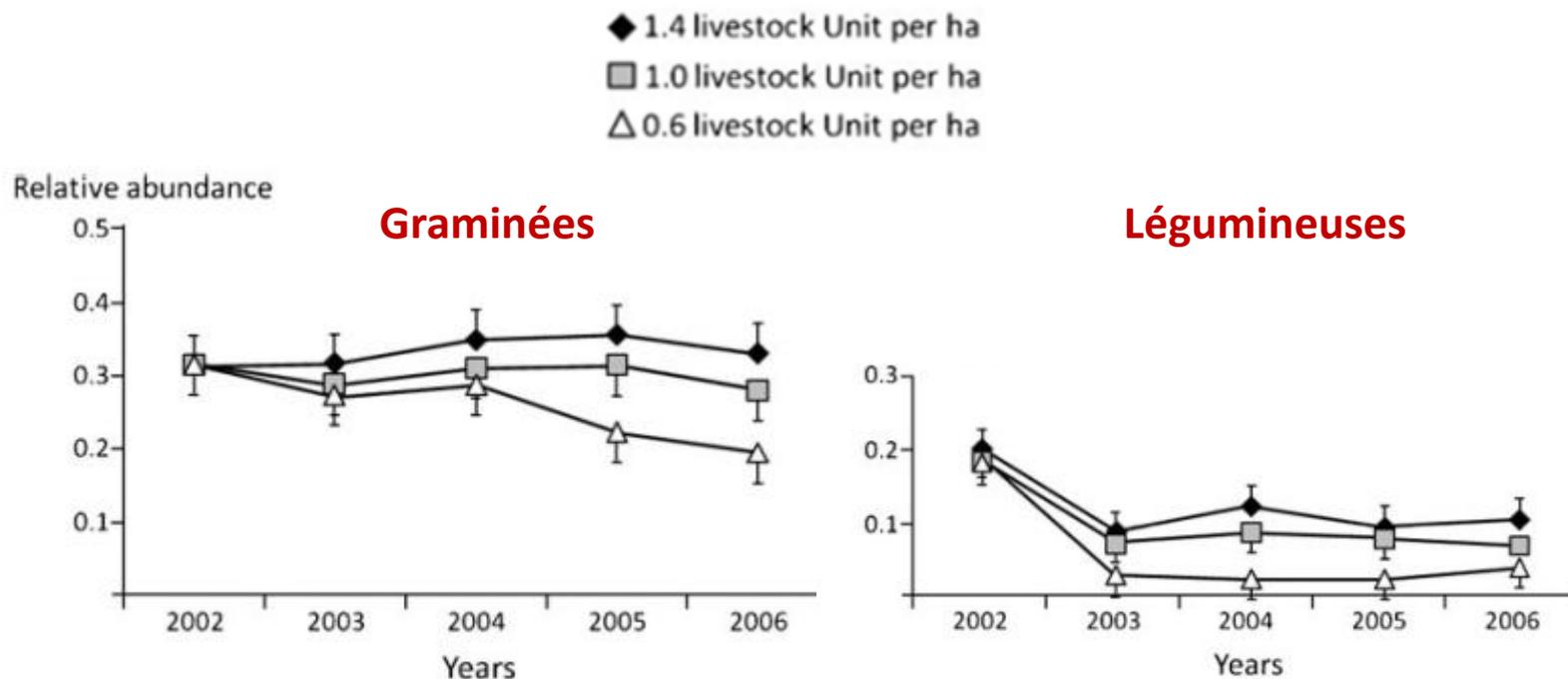
Effet direct :

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



Conservation de la biodiversité

Dynamique de la diversité végétale



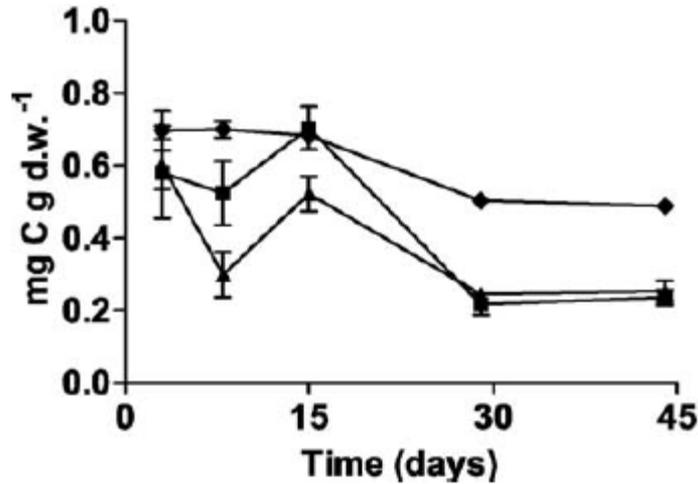
Augmentation du chargement animal :

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

(Dumont *et al.* 2006)

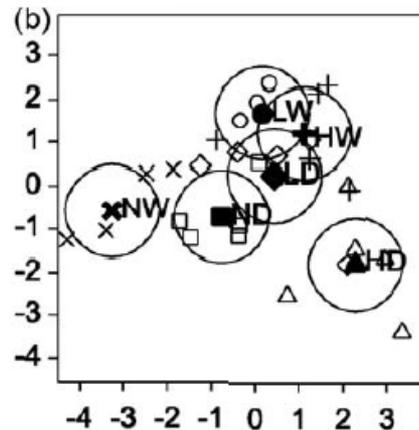
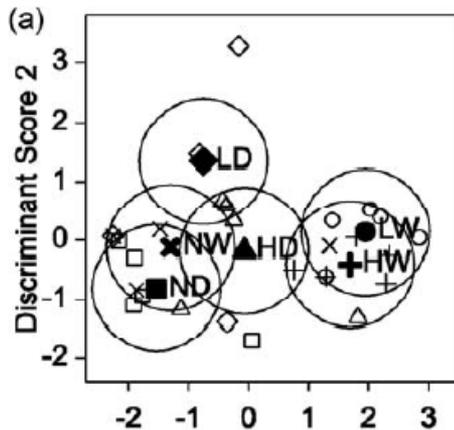
Conservation de la biodiversité

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

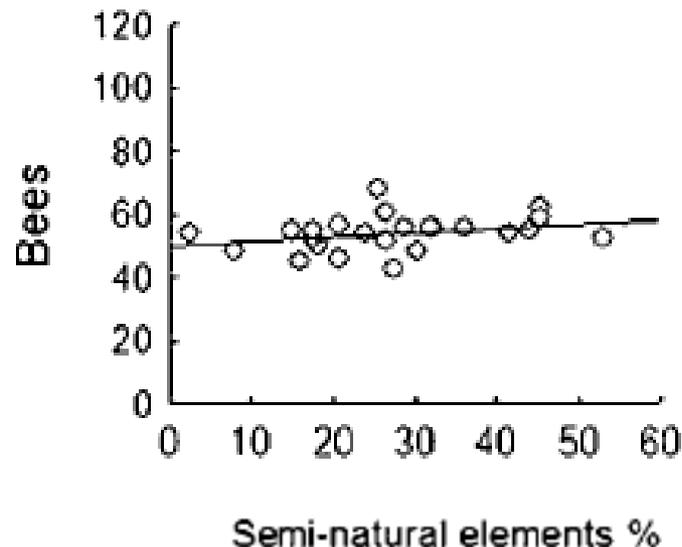
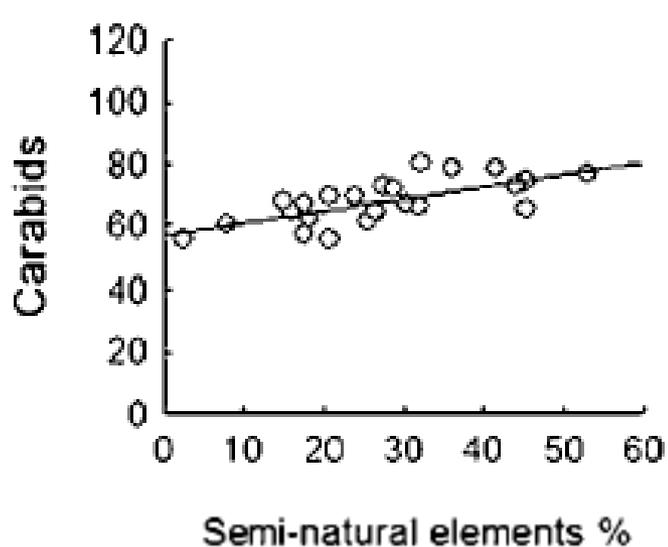
Infrastructures agro-écologiques (IAE)

Éléments peu anthropisés du paysage :

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

Conservation de la biodiversité

Infrastructures agro-écologiques



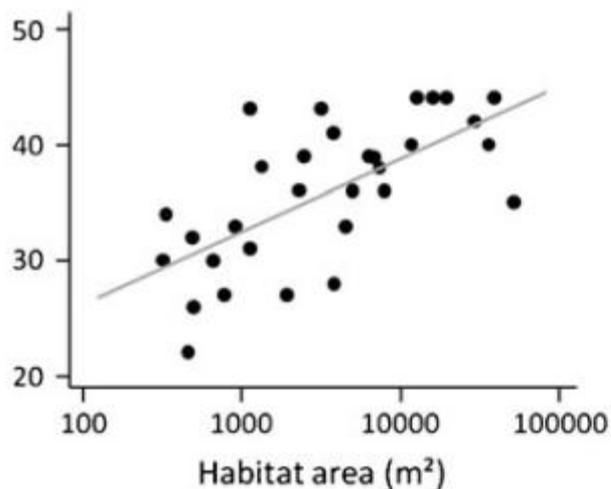
Augmentation de la quantité d'infrastructures agro-écologiques
- augmentation abondance de certains groupes d'insectes
avec un effet \pm accentué

(Billeter *et al.* 2008)

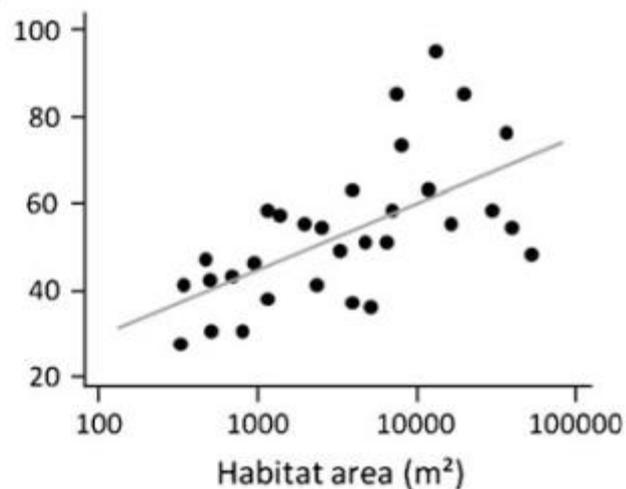
Conservation de la biodiversité

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



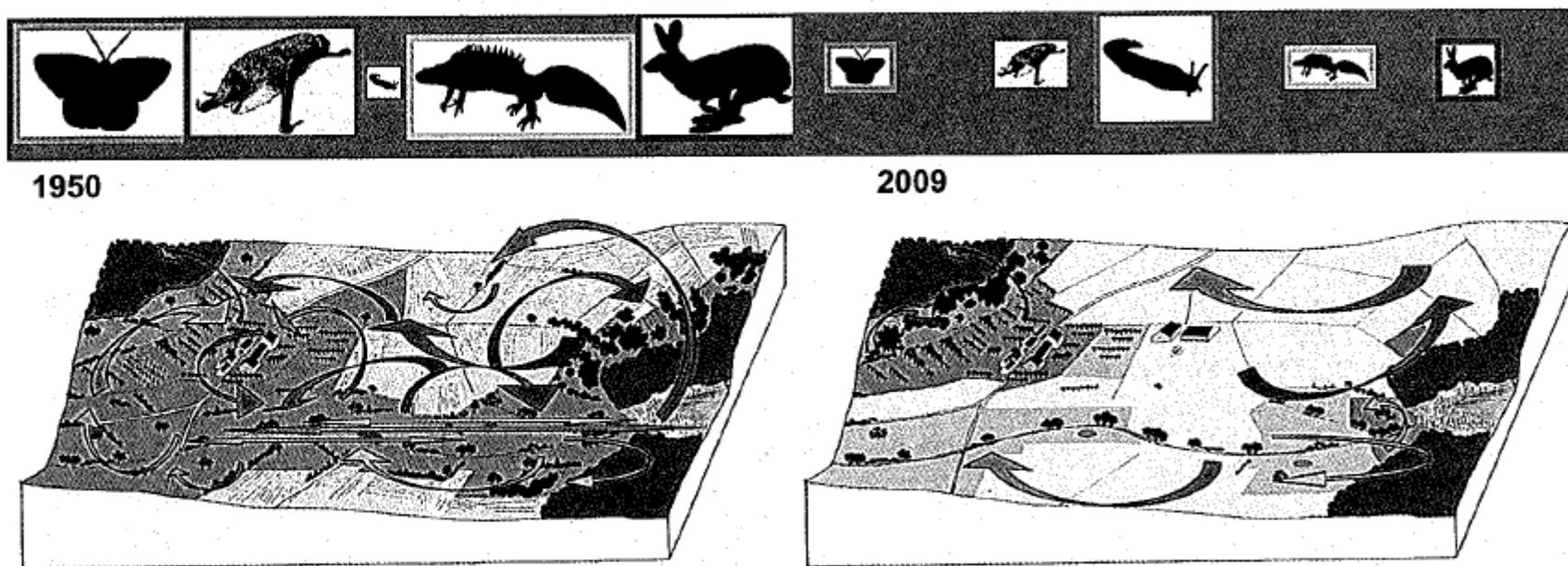
Paysage d'openfield en Lorraine au début du 20^{ème} siècle



(Poux *et al.* 2011)

Conservation de la biodiversité

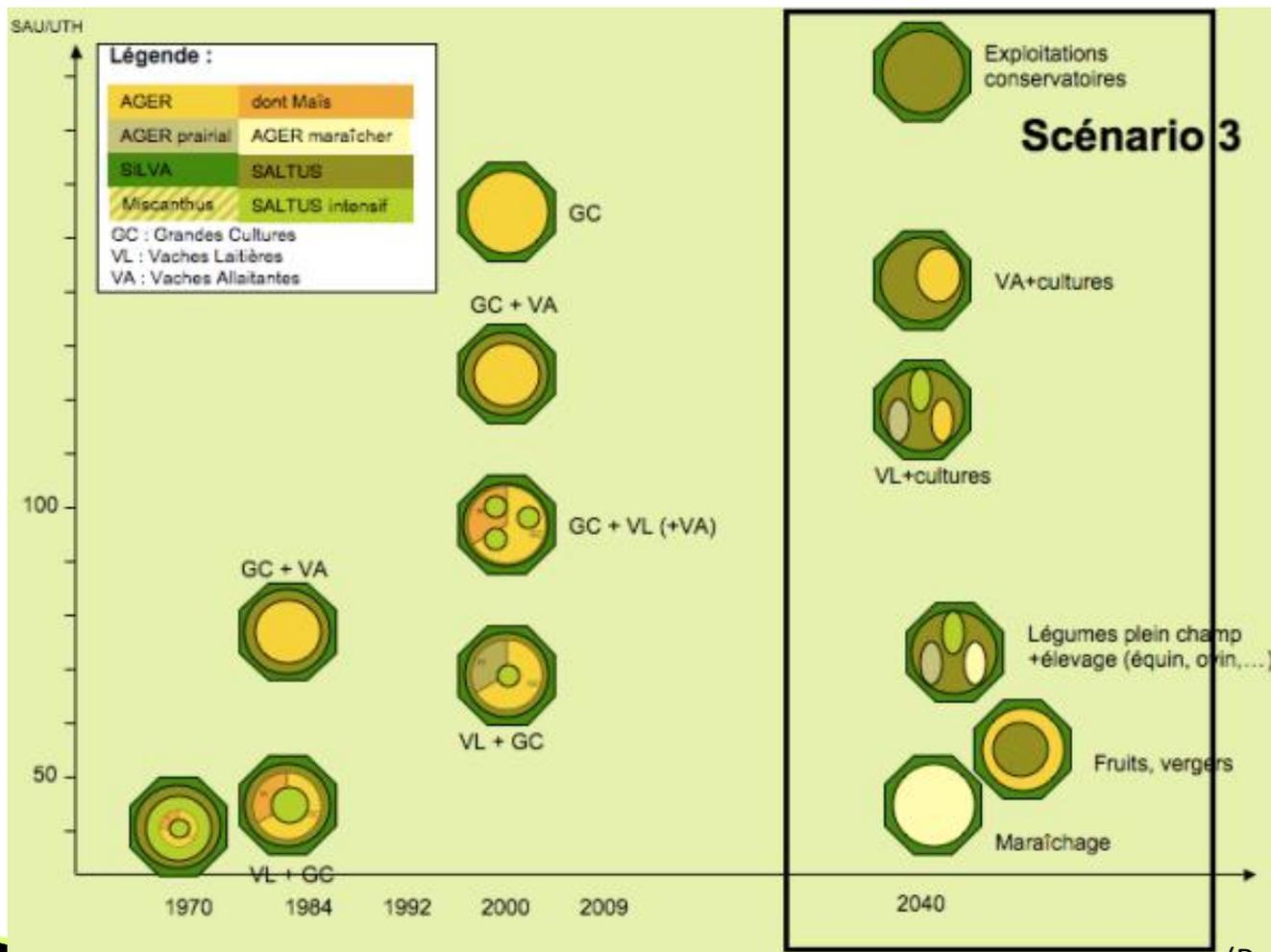
Infrastructures agro-écologiques et territoire



(Poux *et al.* 2011)

Conservation de la biodiversité

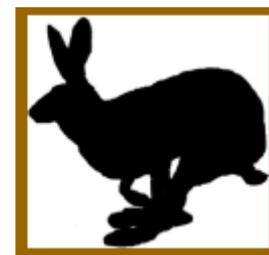
Infrastructures agro-écologiques et territoire



(Poux et al. 2011)

Conservation de la biodiversité

Infrastructures agro-écologiques

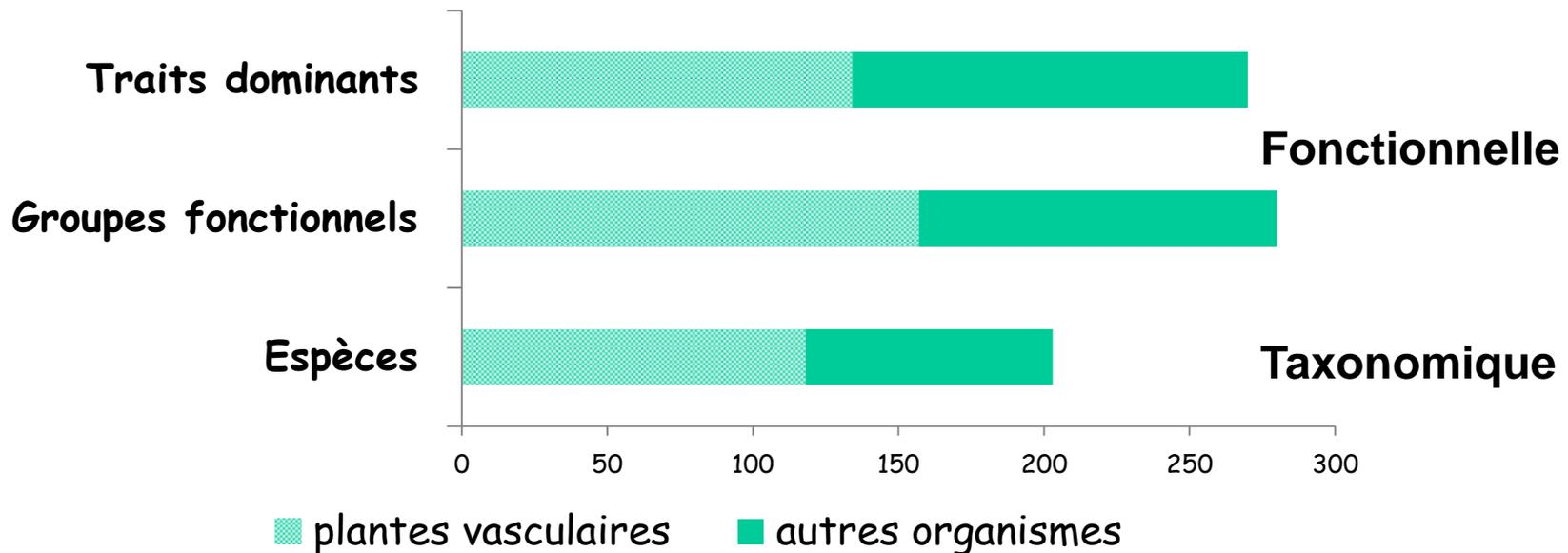


(Poux *et al.* 2011)

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

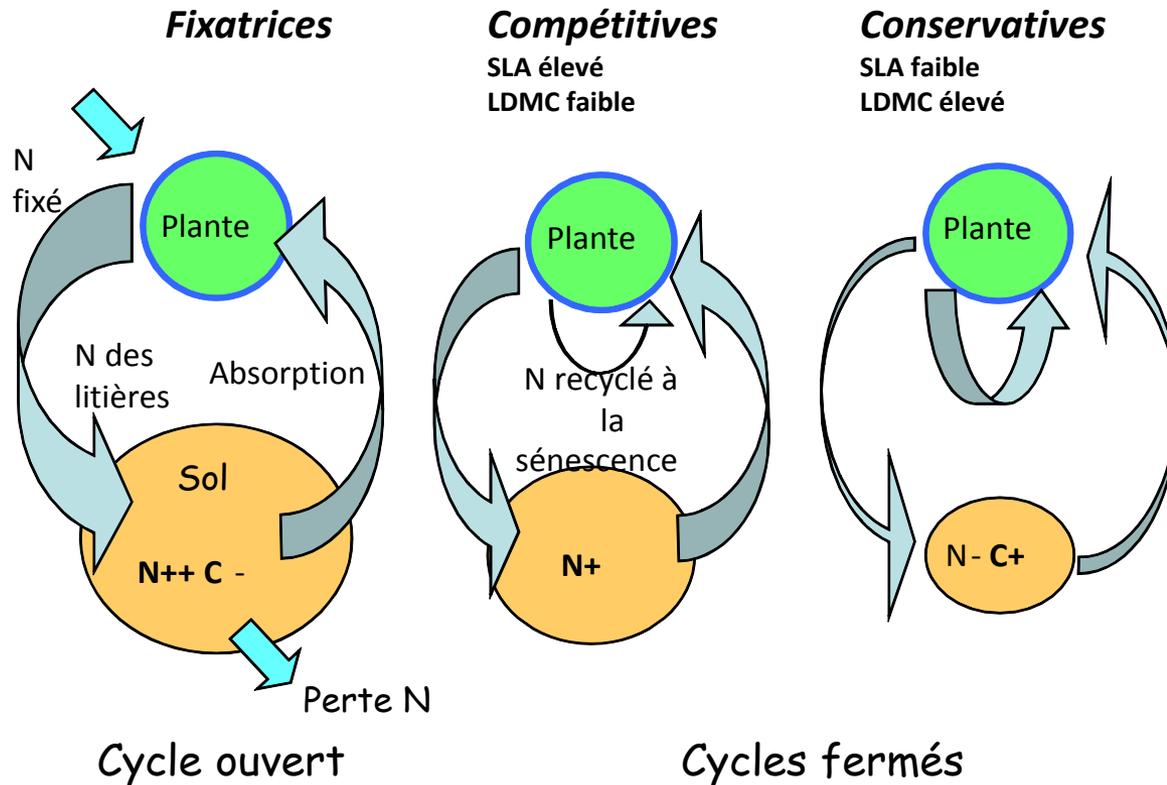
Densité, diamètre
Longueur spécifique
des racines...

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

Approche fonctionnelle

Espèces et communautés végétales

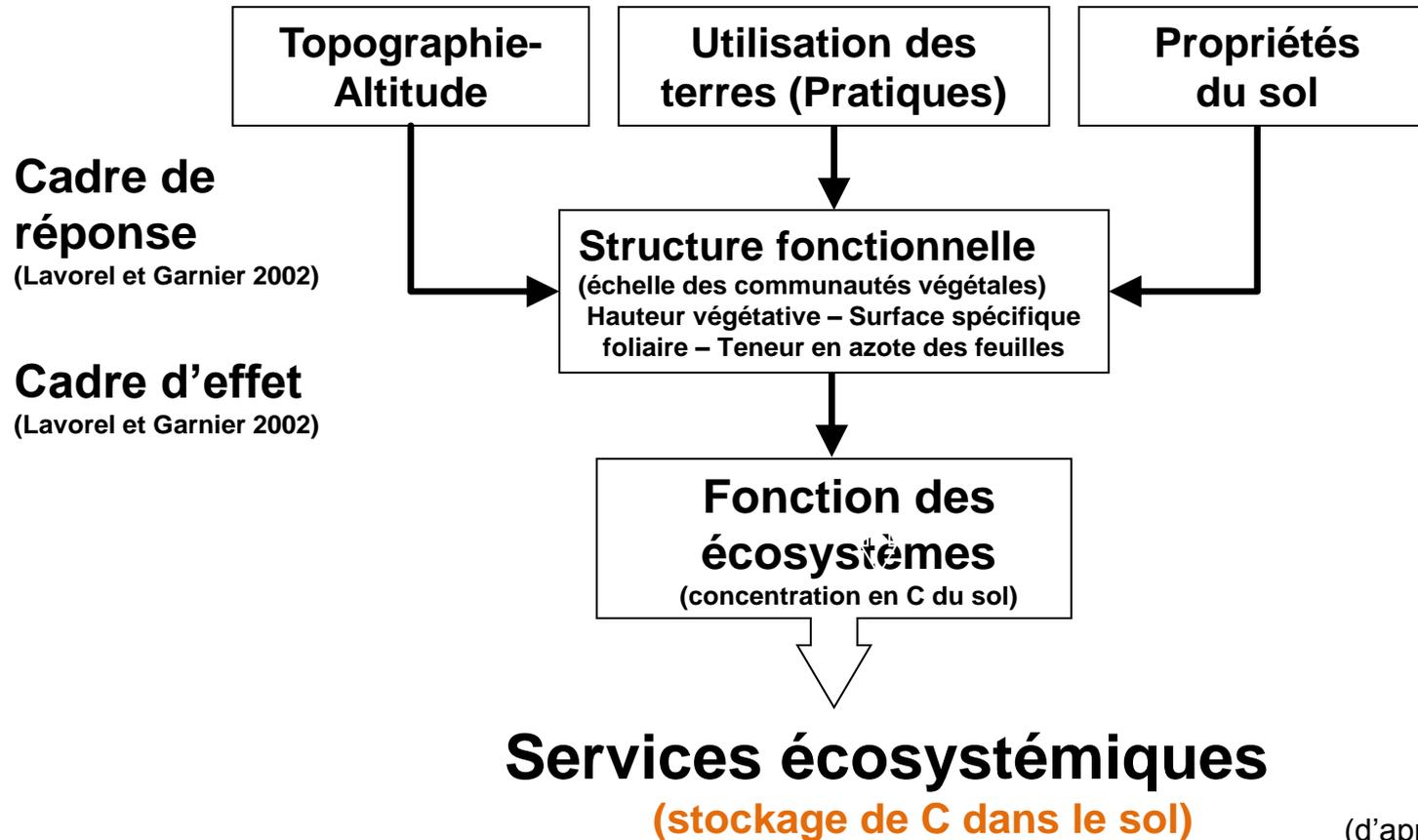
« *Groupes fonctionnels* » :
regroupement
d'espèces végétales
ayant les mêmes
syndromes de
réponses



Dynamique de la communauté végétale dépendante du pool d'azote

Approche fonctionnelle

Stockage du carbone

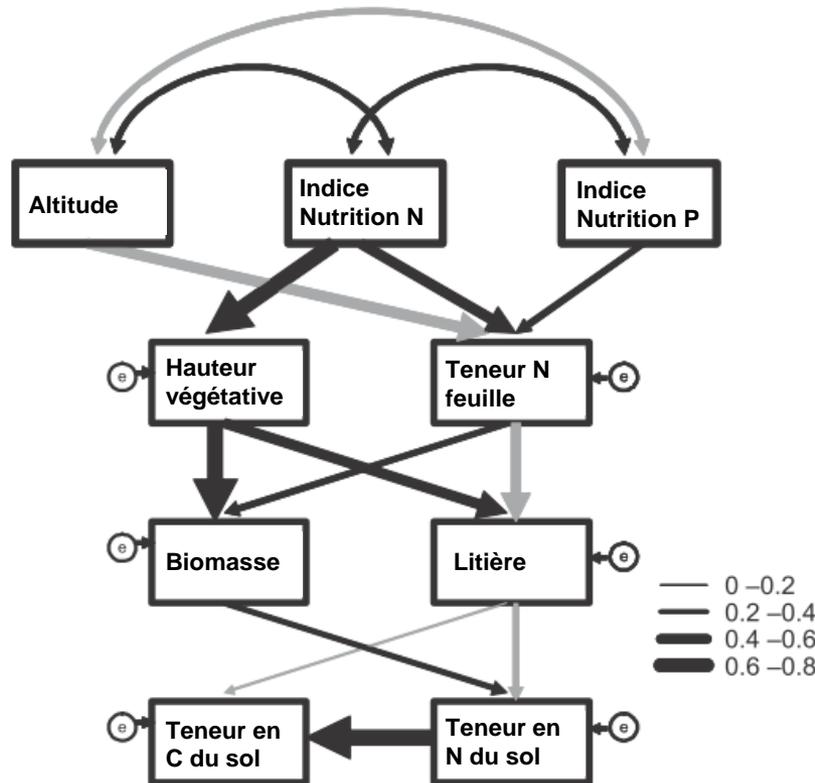


(d'après Diaz et al. 2007, Garnier et Navas 2011, Lavorel et al. 2011)

Approche fonctionnelle

Stockage du carbone

Topographie
Propriétés du sol



→ Relation positive

→ Relation négative

↔ Covariation ou absence de relation

Structure
fonctionnelle

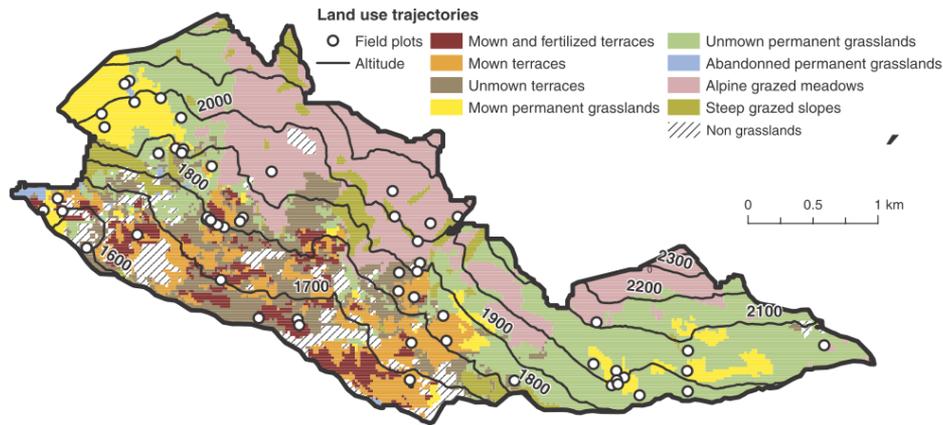
Fonction
des écosystèmes

Services
écosystémiques

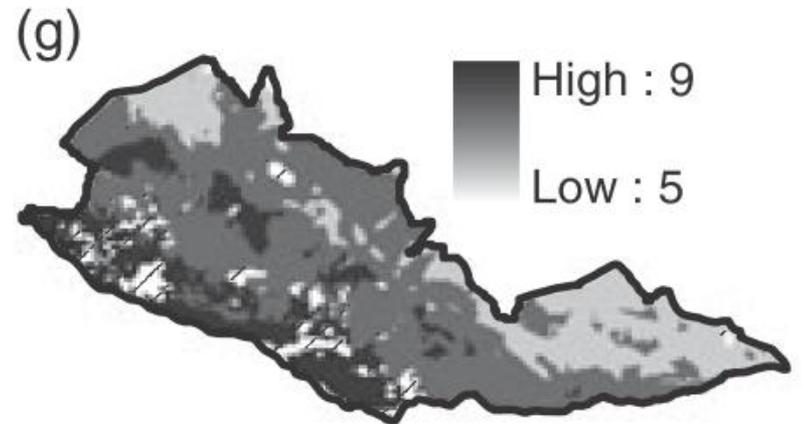
Modèle d'équation structurale
(Lavorel et Grigulis 2012)

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



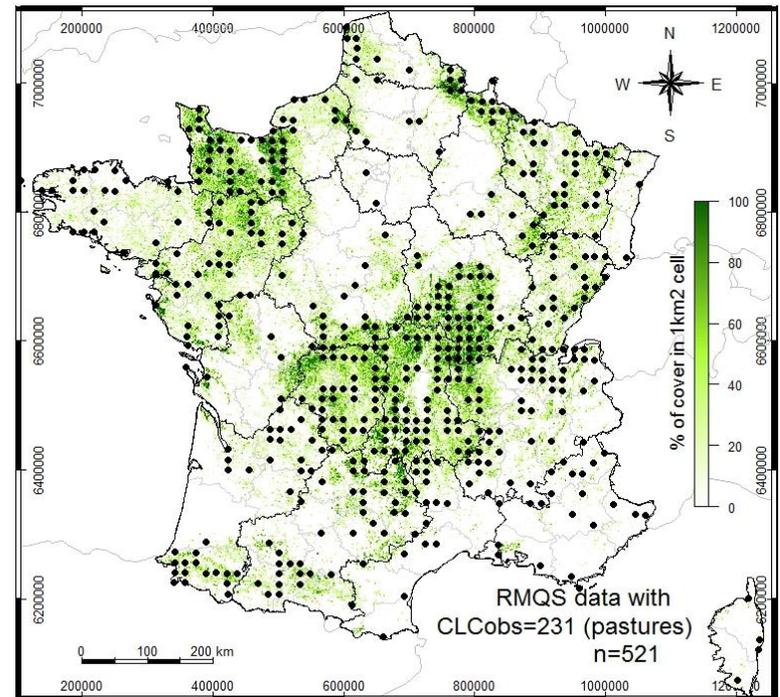
CESAB
CENTRE DE SYNTHÈSE
ET D'ANALYSE
SUR LA BIODIVERSITÉ

FRB
FONDATION
POUR LA RECHERCHE
SUR LA BIODIVERSITÉ

DIVGRASS 2011
-
DIVERSITÉ VÉGÉTALE ET FONCTIONNEMENT
DES PRAIRIES PERMANENTES 2013

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



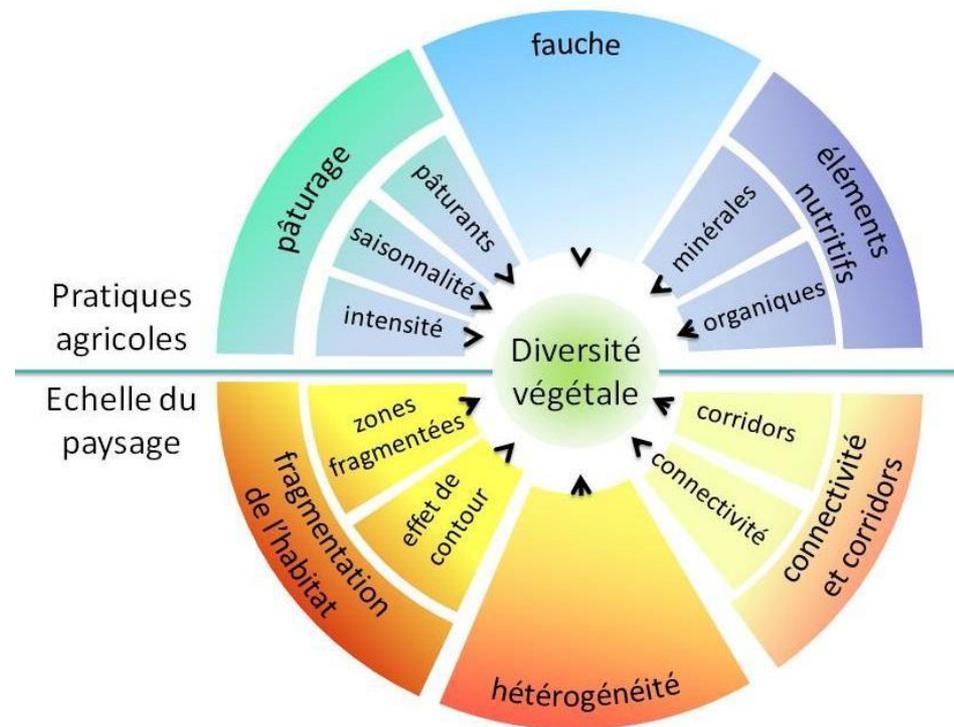
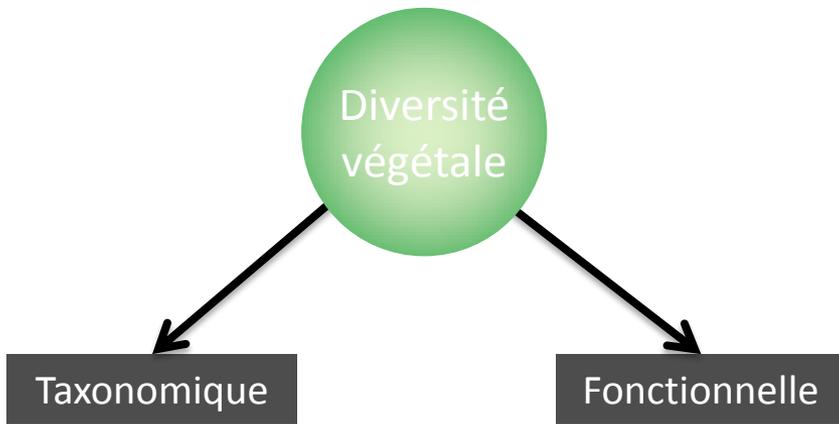
(Source données : Relevés Prairies
Réseau RMQS INRA Orléans)

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

Contribution de l'élevage

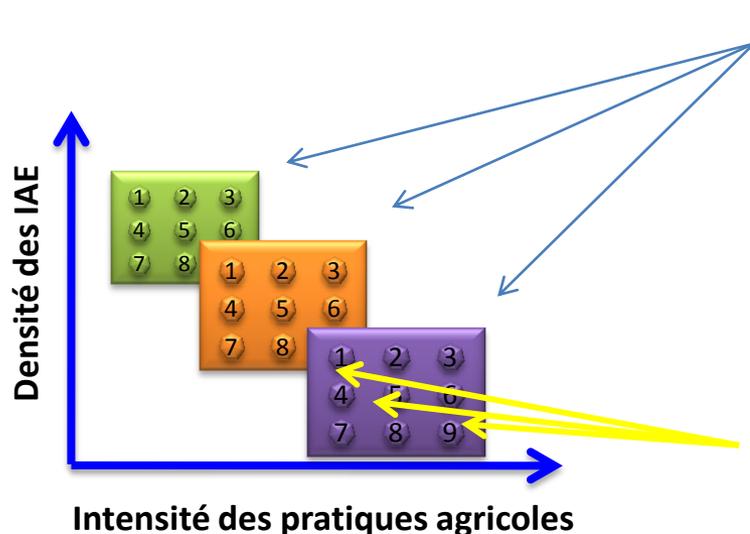
diversité végétale = pratiques x IAE

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

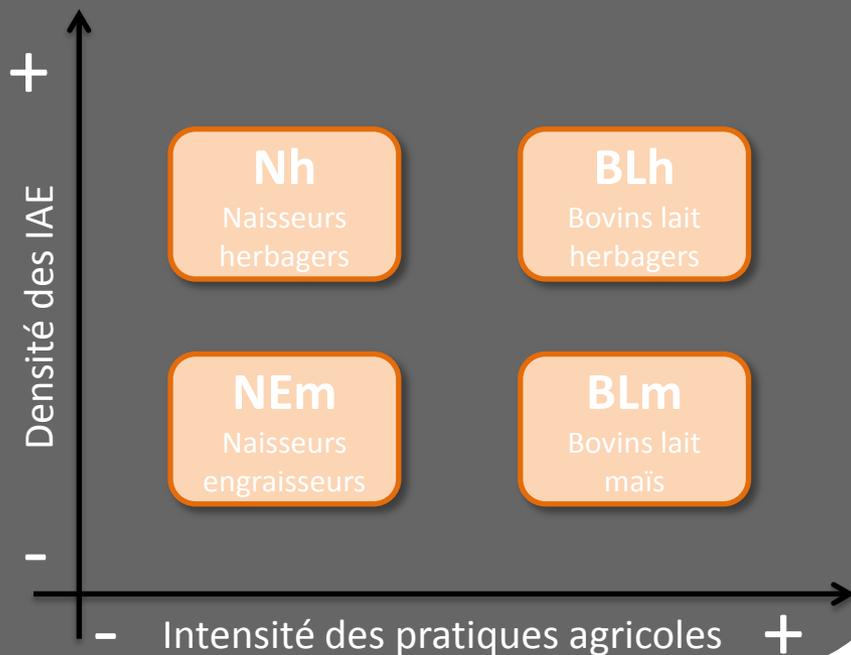
Cas type : modélisation structurelle, technique et économique d'un système d'exploitation, réalisée à partir des fermes des réseaux de référence dont le fonctionnement a été optimisé au préalable (Idele)

(Programme INDIBIO)

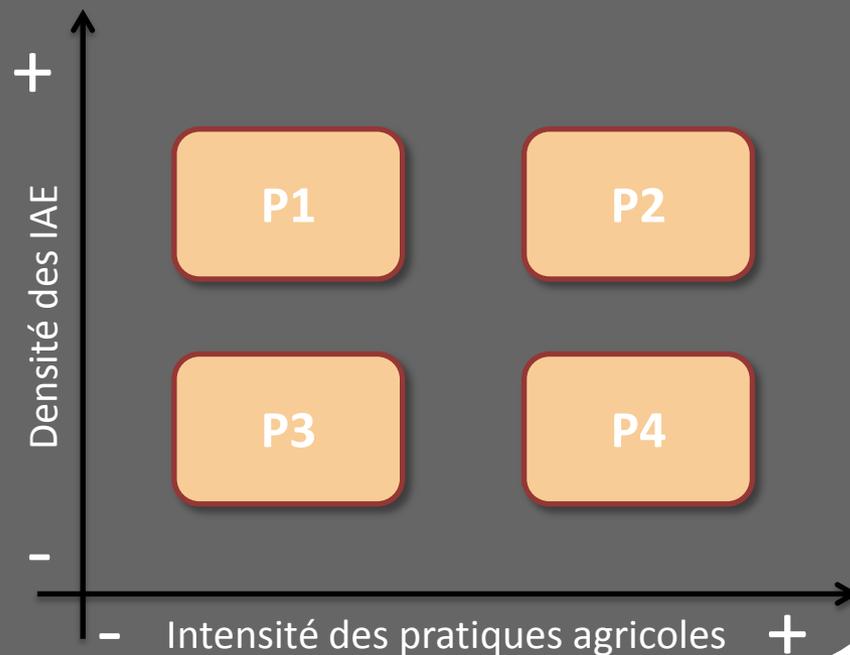
Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Cas-types d'exploitation



Parcelles types



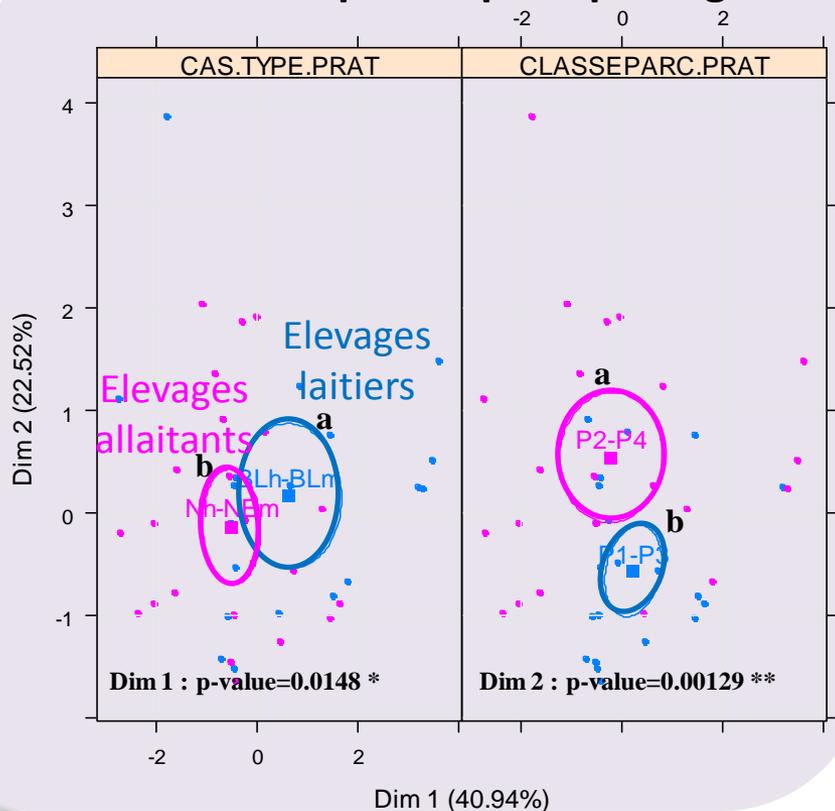
(Programme INDIBIO)



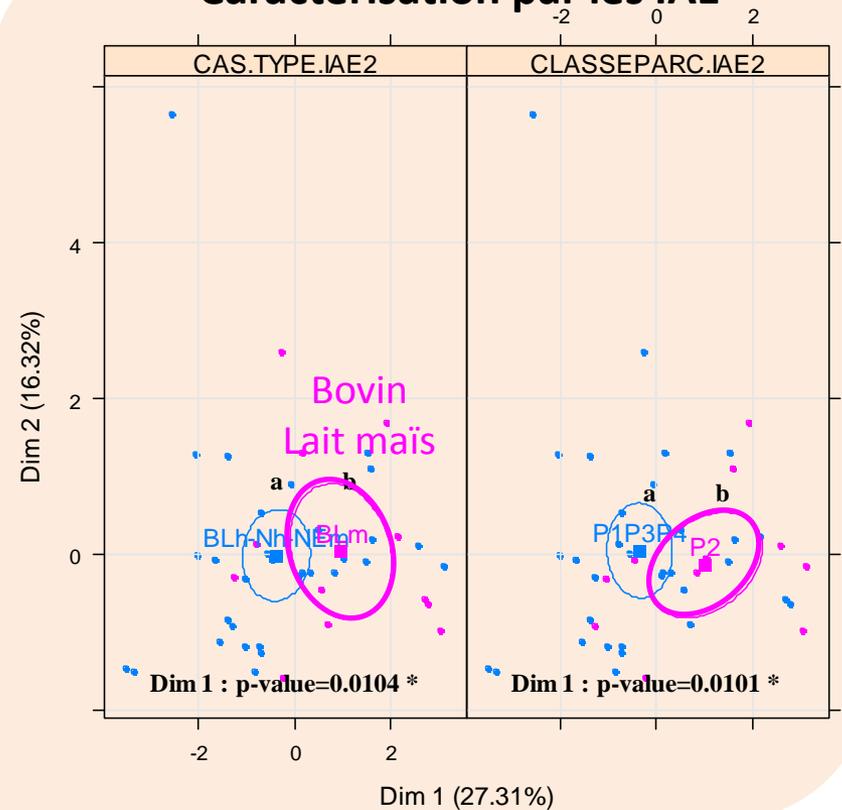
Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques / IAE

Caractérisation par les pratiques agricoles



Caractérisation par les IAE

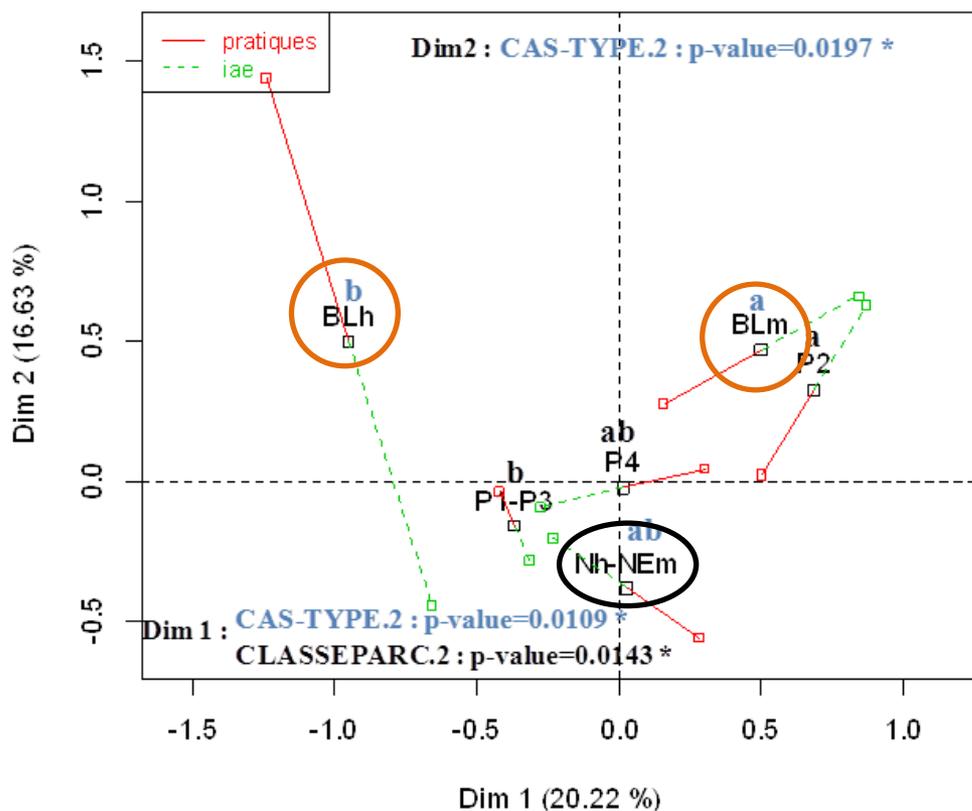


(Programme INDIBIO)

Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Caractérisation par les pratiques agricoles x les IAE (AFM)



Bovin
Lait maïs

Bovin Lait
herbagers

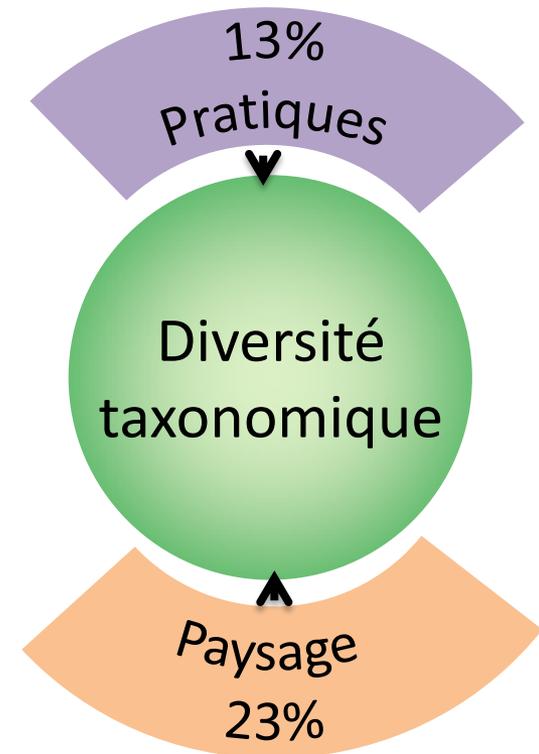
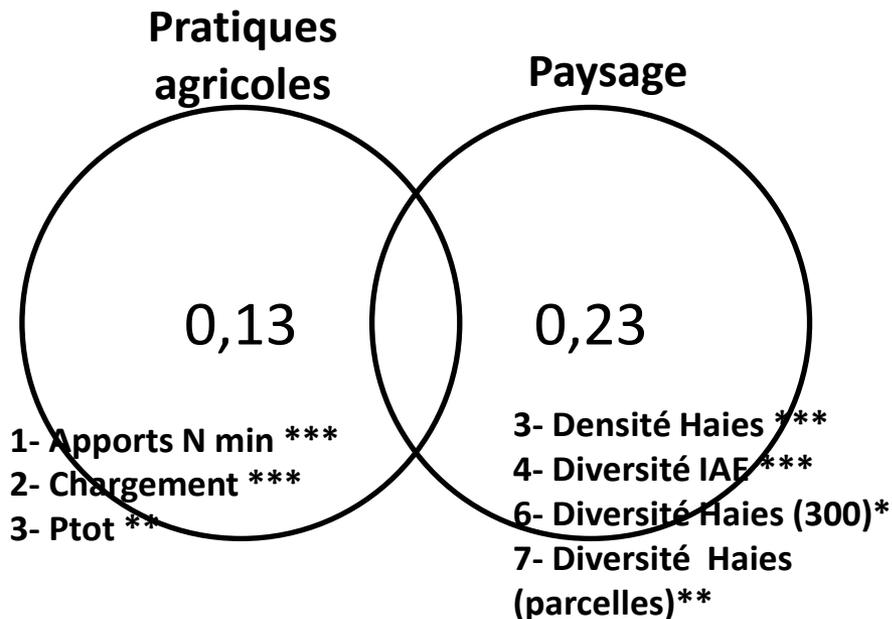
Elevages
allaitants
(herbagers -
maïs)

(Programme INDIBIO)

Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Diversité végétale : taxonomique



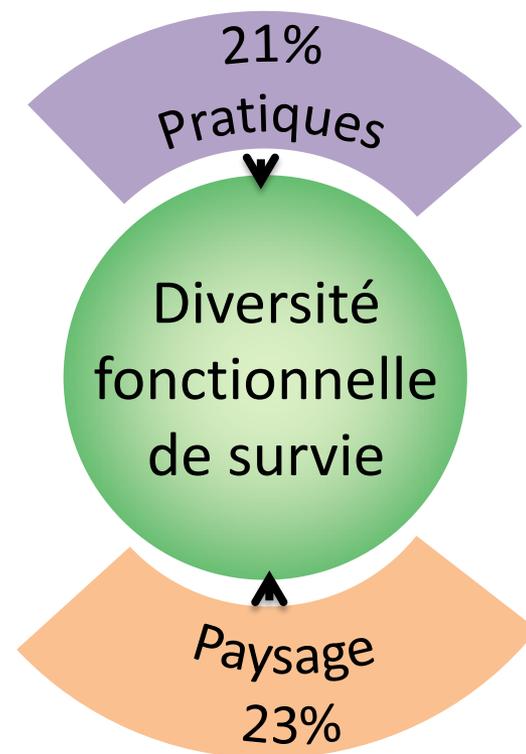
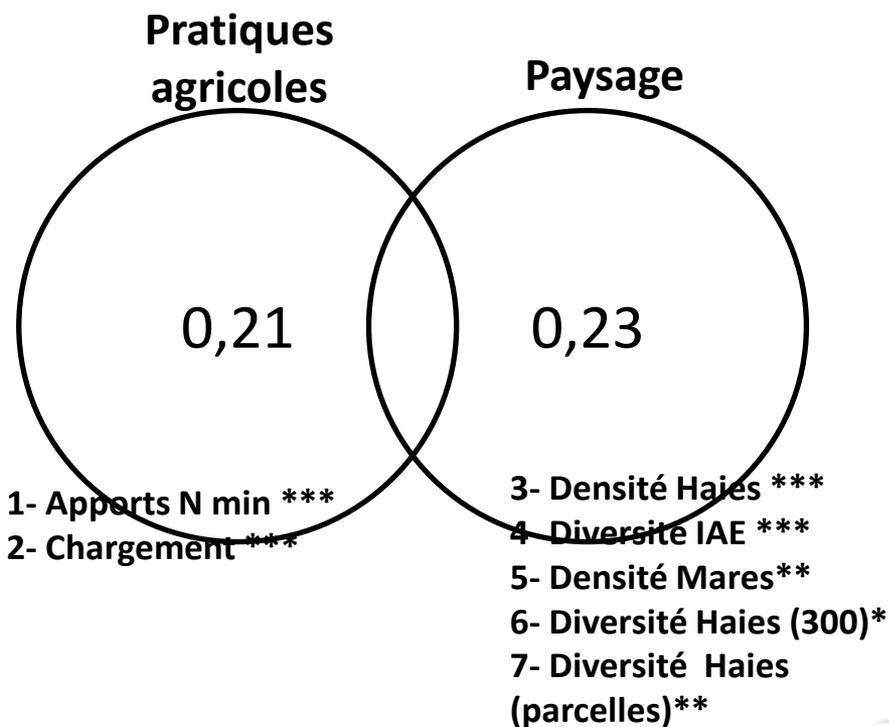
(Programme INDIBIO)



Contribution de l'élevage

diversité végétale = pratiques x IAE

Diversité végétale fonctionnelle :
Ex. stratégies de survie



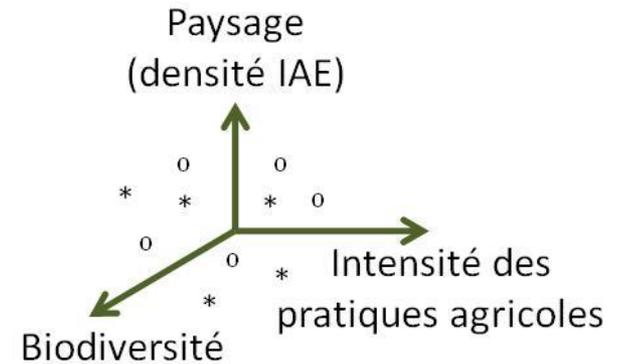
(Programme INDIBIO)



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

