



ACTION et
LEADERSHIP
FACE AUX DÉFIS AGRONOMIQUES

CONGRÈS 2017 | 21-22 SEPTEMBRE | SHERBROOKE



Etienne Hainzelin
Cirad France

Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture

Cultiver la biodiversité pour transformer l'agriculture

1. Les enjeux et les voies de transformation des agricultures du monde
2. Une approche radicalement nouvelle de la performance
3. Des voies d'intensification qui mettent œuvre les services écosystémiques de la biodiversité
4. Quelques conclusions sur l'innovation et la recherche

1. Les enjeux et les voies de transformation des agricultures du monde

L'industrialisation de l'agriculture française ces 100 dernières années

Les irremplaçables fertilisants chimiques



L'industrialisation de l'agriculture française ces 100 dernières années

L'artificialisation et la "chimisation" de l'agriculture



ASSUREZ-VOUS
de **BELLES RÉCOLTES**
EN DÉTRUISANT LES MAUVAISES HERBES
DANS LES CÉRÉALES
PAR
**L'ACIDE SULFURIQUE AGRICOLE
SAINT-GOBAIN**

Sept années de guerre, d'occupation, de pénurie
ont réduit à **NEANT**
**LE TRAVAIL PATIENT
DU NETTOYAGE DES SOLS**

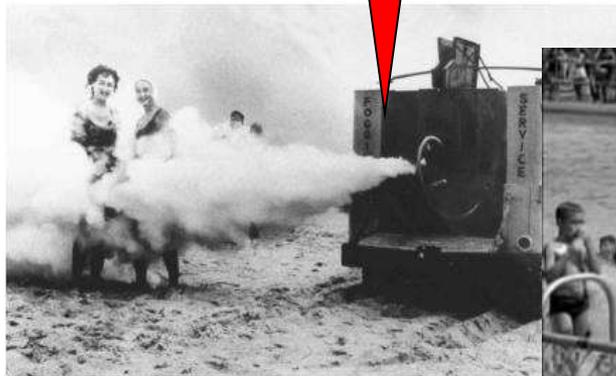
Les **MAUVAISES HERBES** ont, à nouveau,
ENVahi LES TERRES.
Elles ravissent les cultures; elles favorisent les
maladies; elles dissipent et amoindrissent les récoltes;
elles exigent de grandes quantités d'engrais disponibles.

Les **DÉSHERBANTS** sont et peu coûteux et rares.
Voici que le Carthésien à **L'ACIDE SULFURIQUE**
qui a fait ses preuves durant plus de **TRENTE ANS**
est de nouveau à la
DISPOSITION DES AGRICULTEURS

An advertisement for agricultural sulfuric acid. The top part features a yellow sunburst graphic. Below it is a small illustration of a tractor in a field. The text is in various colors and fonts, including bold green and black. The bottom part of the advertisement contains several paragraphs of text in French, discussing the benefits of the product for weed control and crop yield.

L'industrialisation de l'agriculture française ces 100 dernières années

La defense des cultures par des pesticides de synthèse

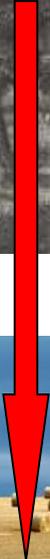


L'industrialisation de l'agriculture française ces 100 dernières années

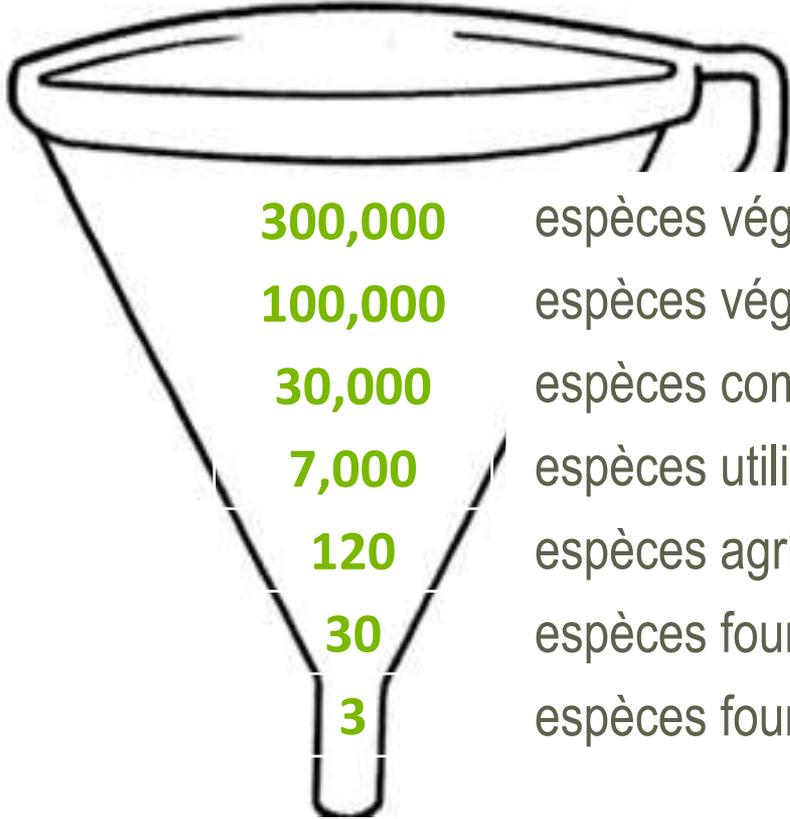
La mécanisation



Uniformisation, spécialisation et ségrégation



Une base spécifique de plus en plus étroite



300,000

espèces végétales connues

100,000

espèces végétales utilisées par l'homme

30,000

espèces comestibles

7,000

espèces utilisées localement

120

espèces agricoles importantes

30

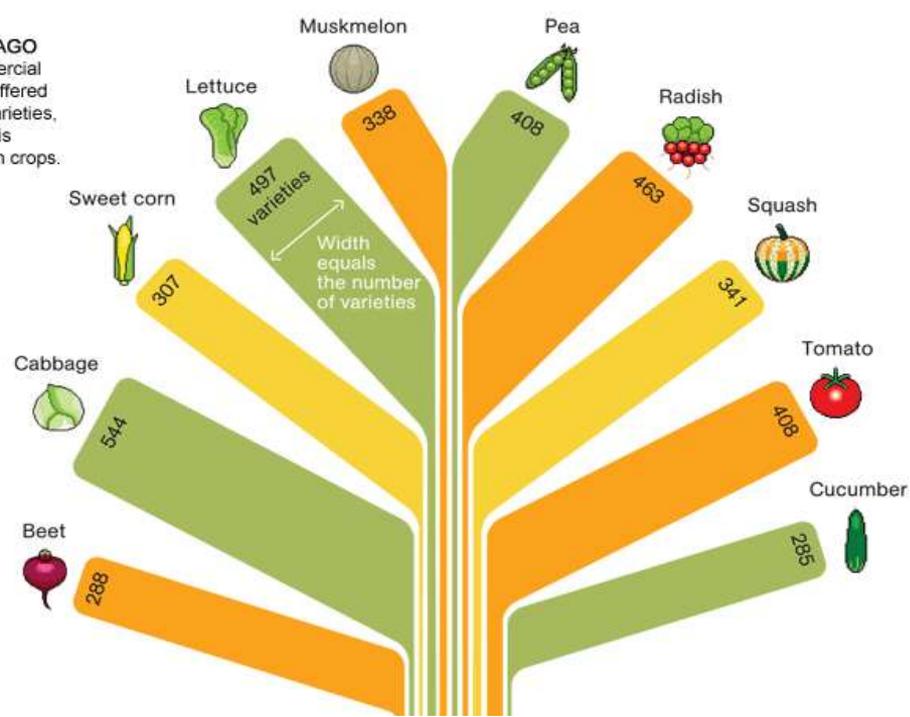
espèces fournissant 90% des calories végétales

3

espèces fournissant 60% des calories végétales (maïs, riz et blé)

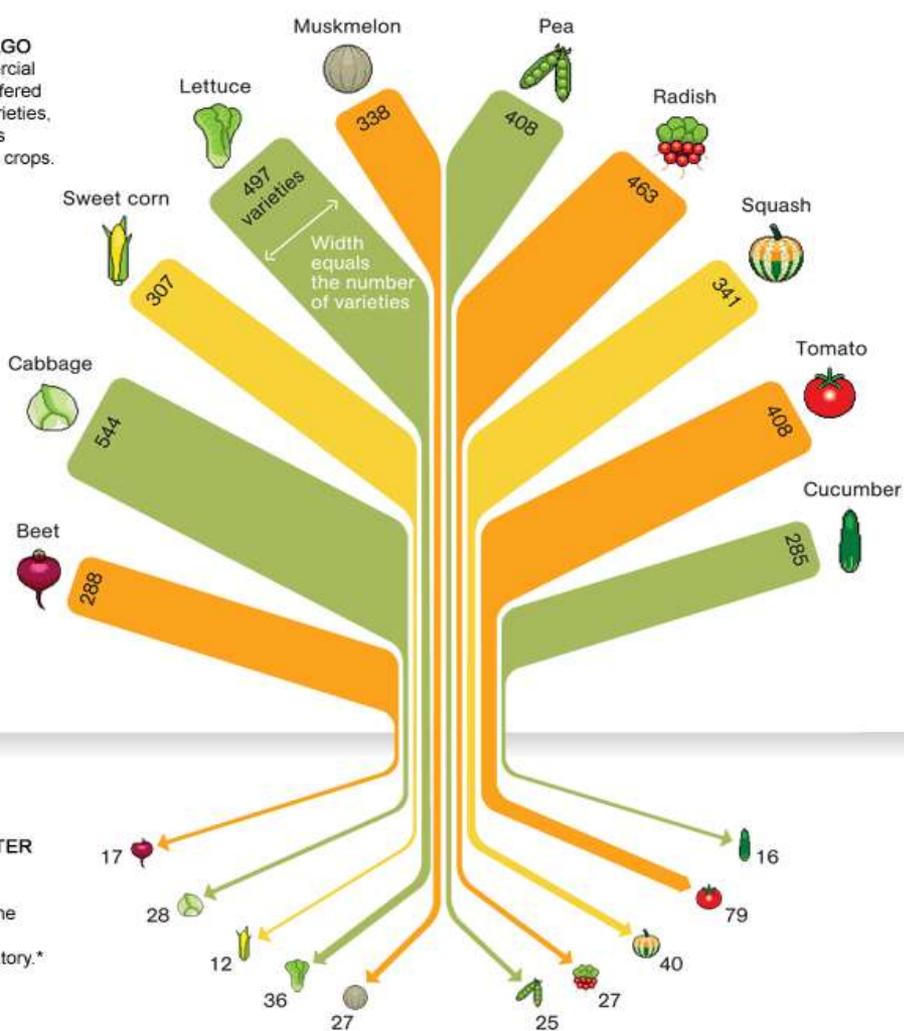
Erosion génétique des espèces agricoles

A CENTURY AGO
In 1903 commercial
seed houses offered
hundreds of varieties,
as shown in this
sampling of ten crops.



Erosion génétique des espèces agricoles

A CENTURY AGO
In 1903 commercial
seed houses offered
hundreds of varieties,
as shown in this
sampling of ten crops.



80 YEARS LATER
By 1983 few of
those varieties
were found in the
National Seed
Storage Laboratory.*

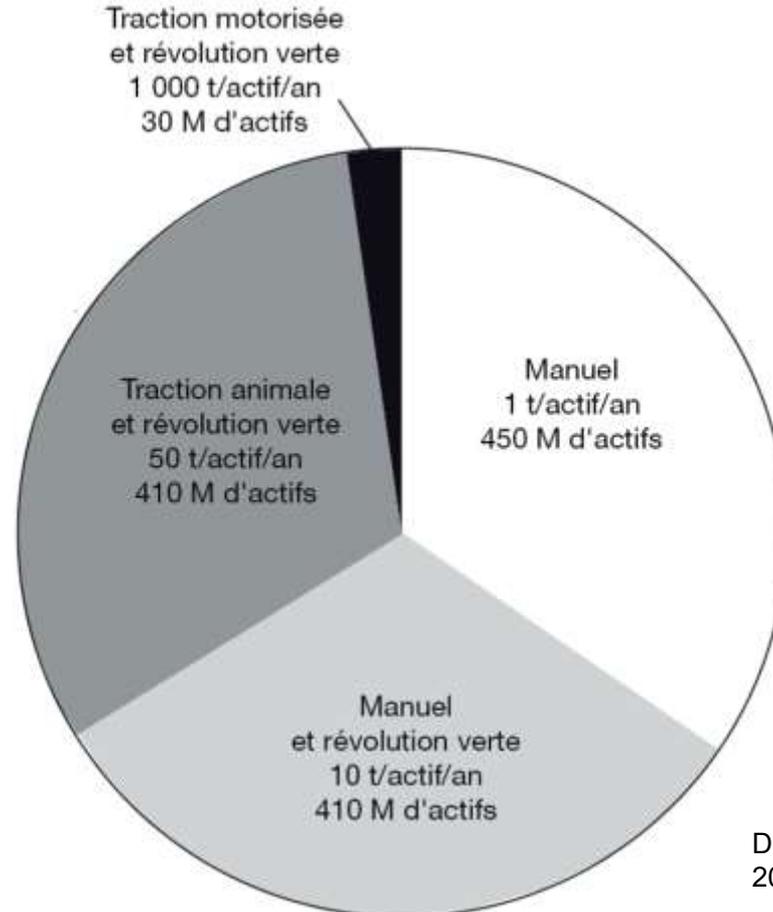
* CHANGED ITS NAME IN 2001 TO THE NATIONAL
CENTER FOR GENETIC RESOURCES PRESERVATION

JOHN TOMANIO, NGM STAFF. FOOD ICONS: QUICKHONEY
SOURCE: RURAL ADVANCEMENT FOUNDATION INTERNATIONAL

Erosion de la diversité des paysages



Une intensification qui ne touche pas toutes les agricultures du monde de la même façon



D'après Mazoyer
2001

2014 Année internationale

des

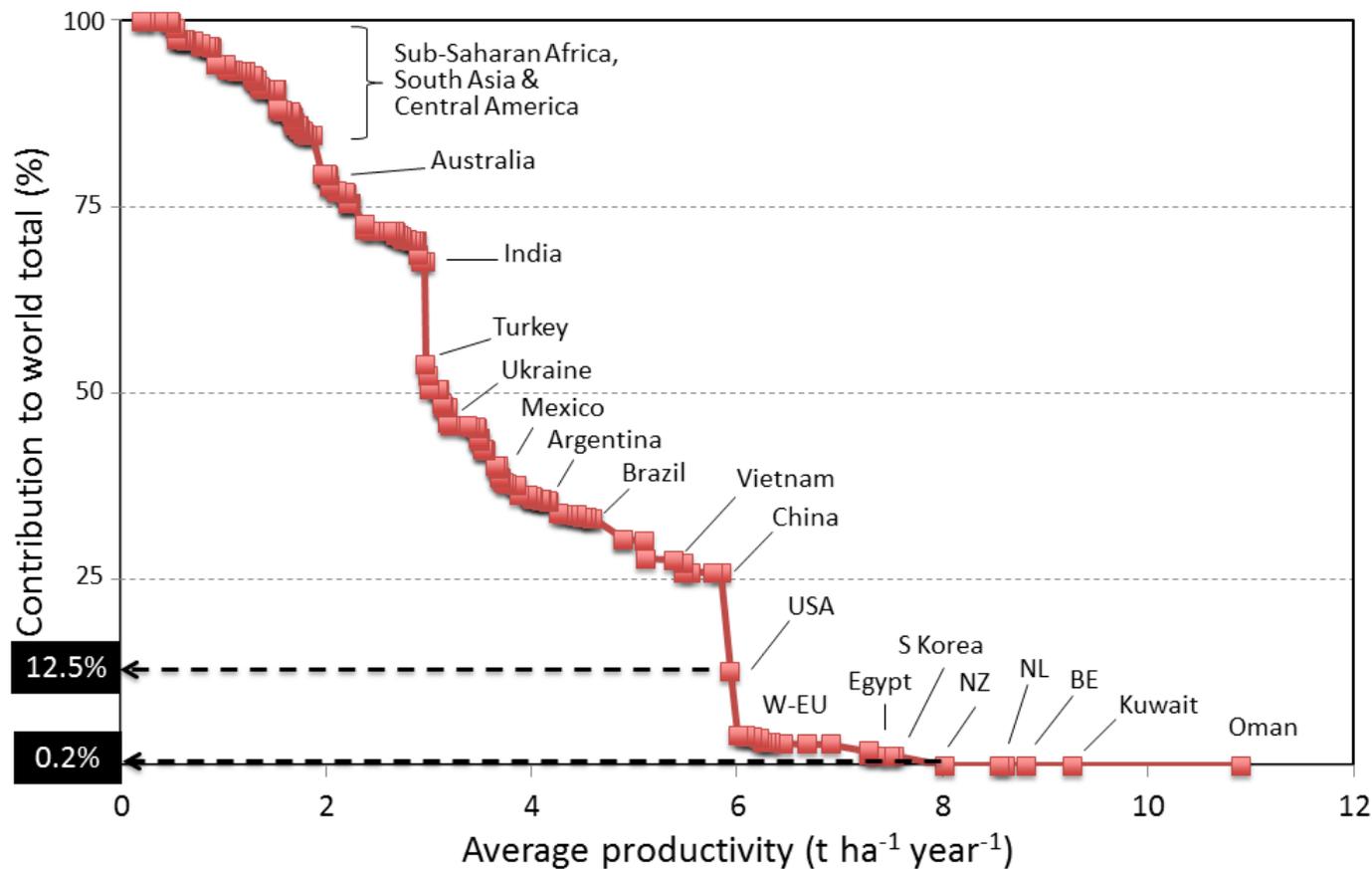
agricultures
familiales



cirad

Innovons ensemble
pour les agricultures
de demain

L'essentiel de la nourriture est encore produite aujourd'hui par la petite agriculture familiale



Au-delà de leur diversité et de leur niveau d'industrialisation, les agricultures du monde partagent des défis communs. En plus du **défi de la sécurité alimentaire et nutritionnelle**, les agricultures doivent incorporer de nouveaux rôles, de nouvelles fonctions :

- **fournisseur de services environnementaux**
- **moteur d'une nouvelle « bio-économie »**
- **atténuation et adaptation face au changement climatique**
- **structuration des territoires ruraux et des liens avec l'urbain**

Trois principes incontournables s'imposent aujourd'hui à toutes les agricultures du monde selon des modalités différenciées :

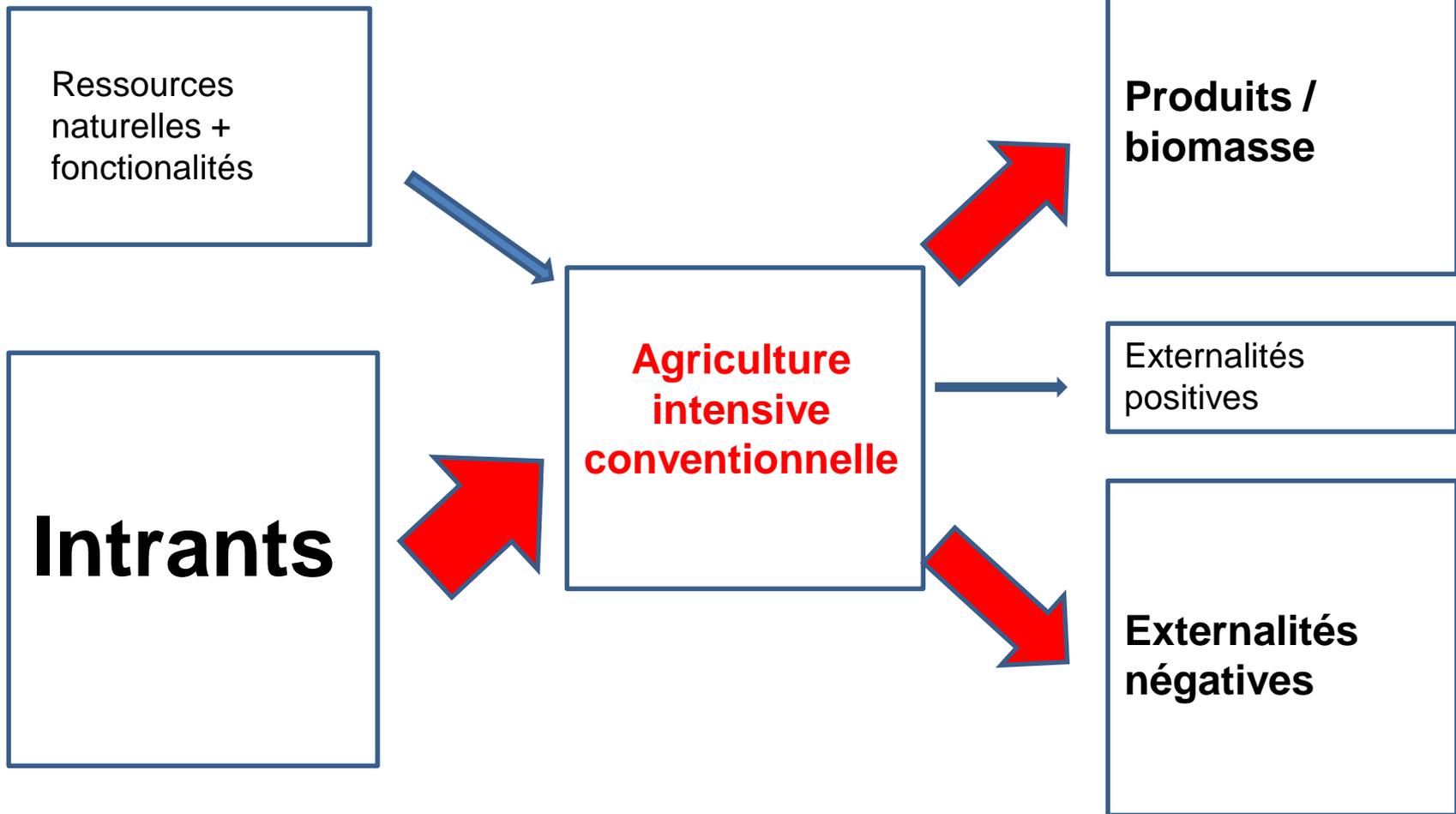
- Une approche radicalement nouvelle de la performance
- des voies d'intensification qui mettent œuvre les services écosystémiques de la biodiversité
- des politiques publiques favorables aux agricultures familiales et à l'emploi en milieu rural.

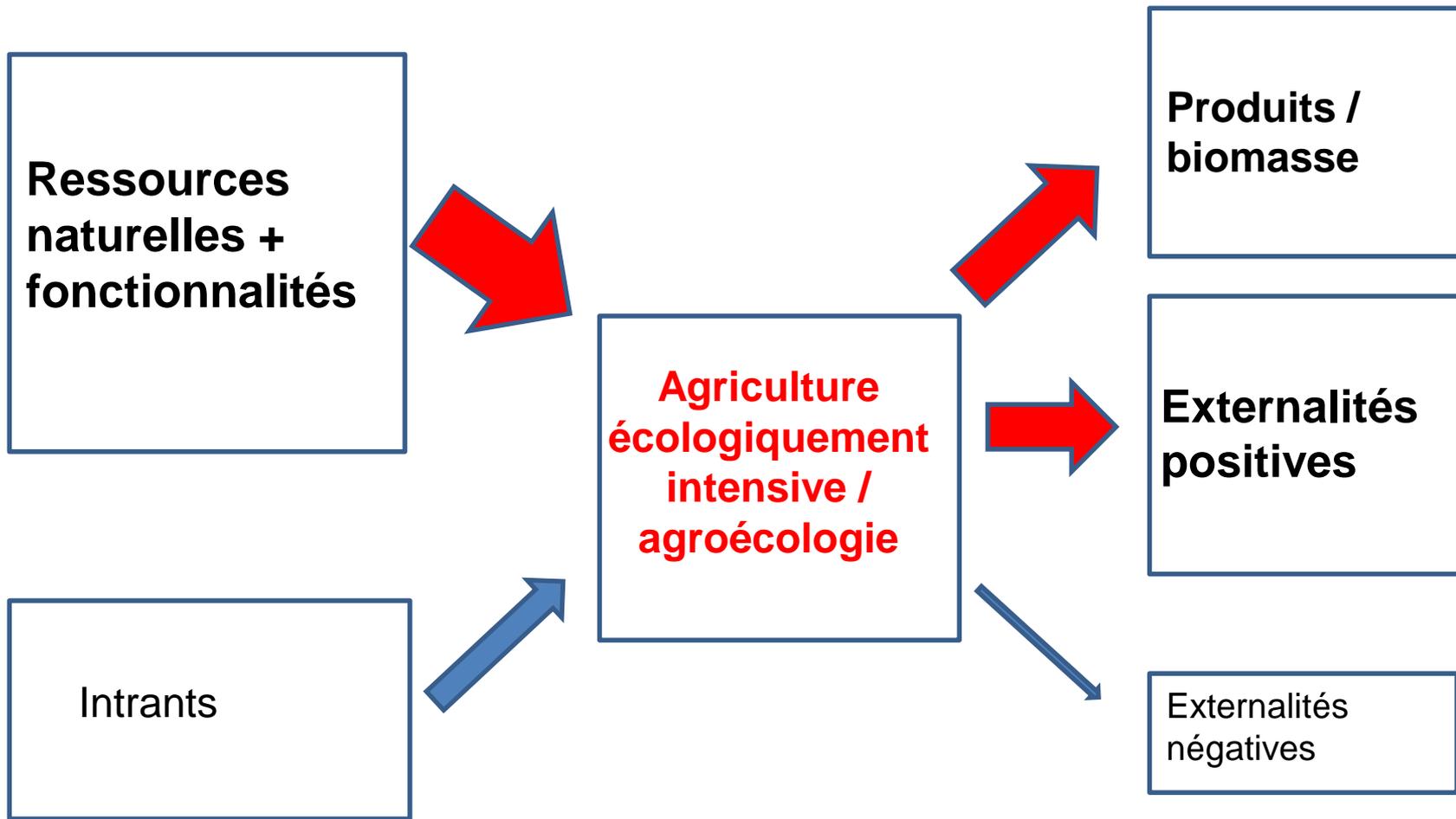
2. Une approche radicalement nouvelle de la performance



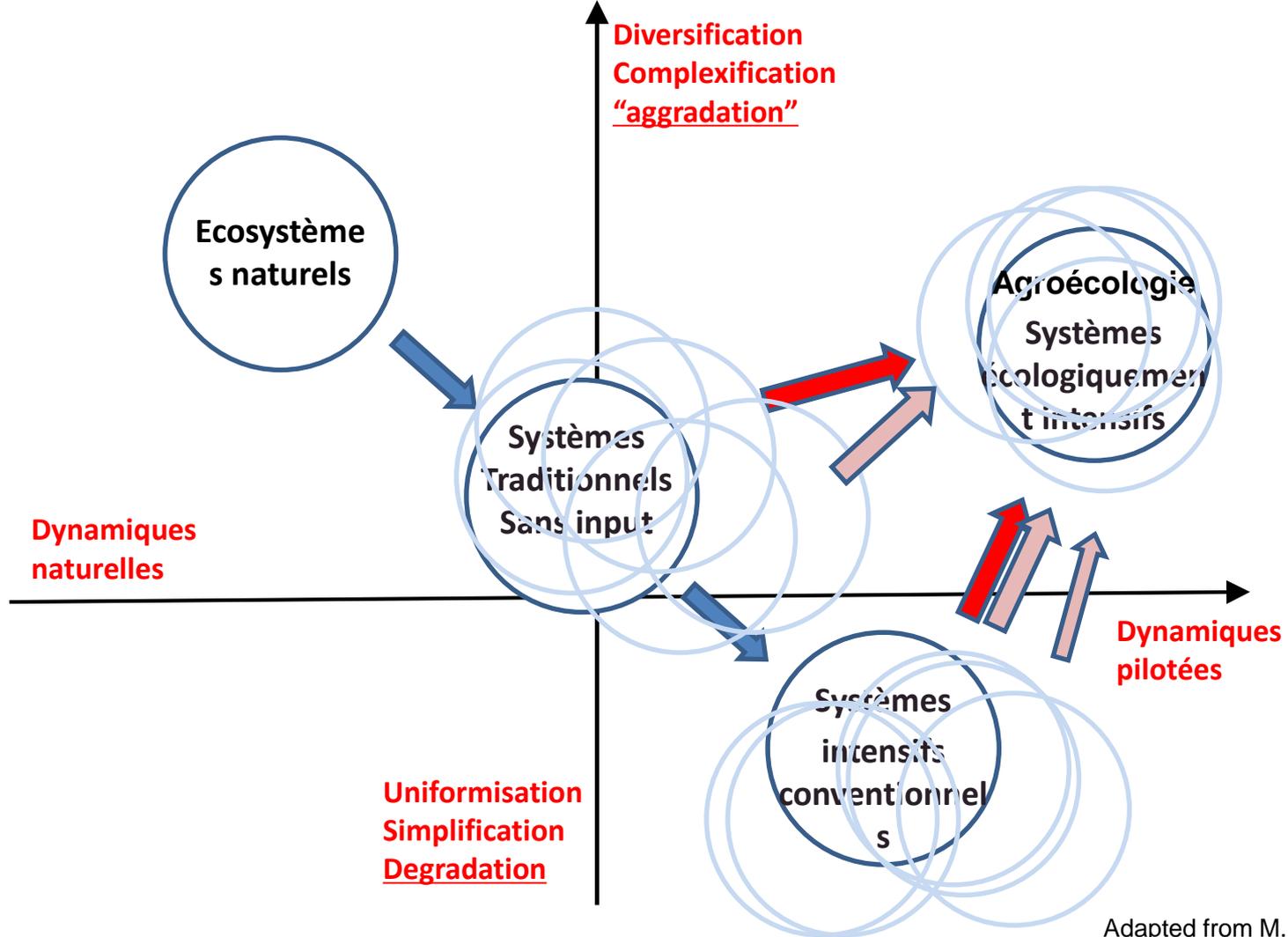
Visualisation des services écologiques en fonction des pratiques agricoles
(valeurs de services sur une échelle de 0 à 8)

3. Des voies d'intensification qui mettent œuvre les services écosystémiques de la biodiversité

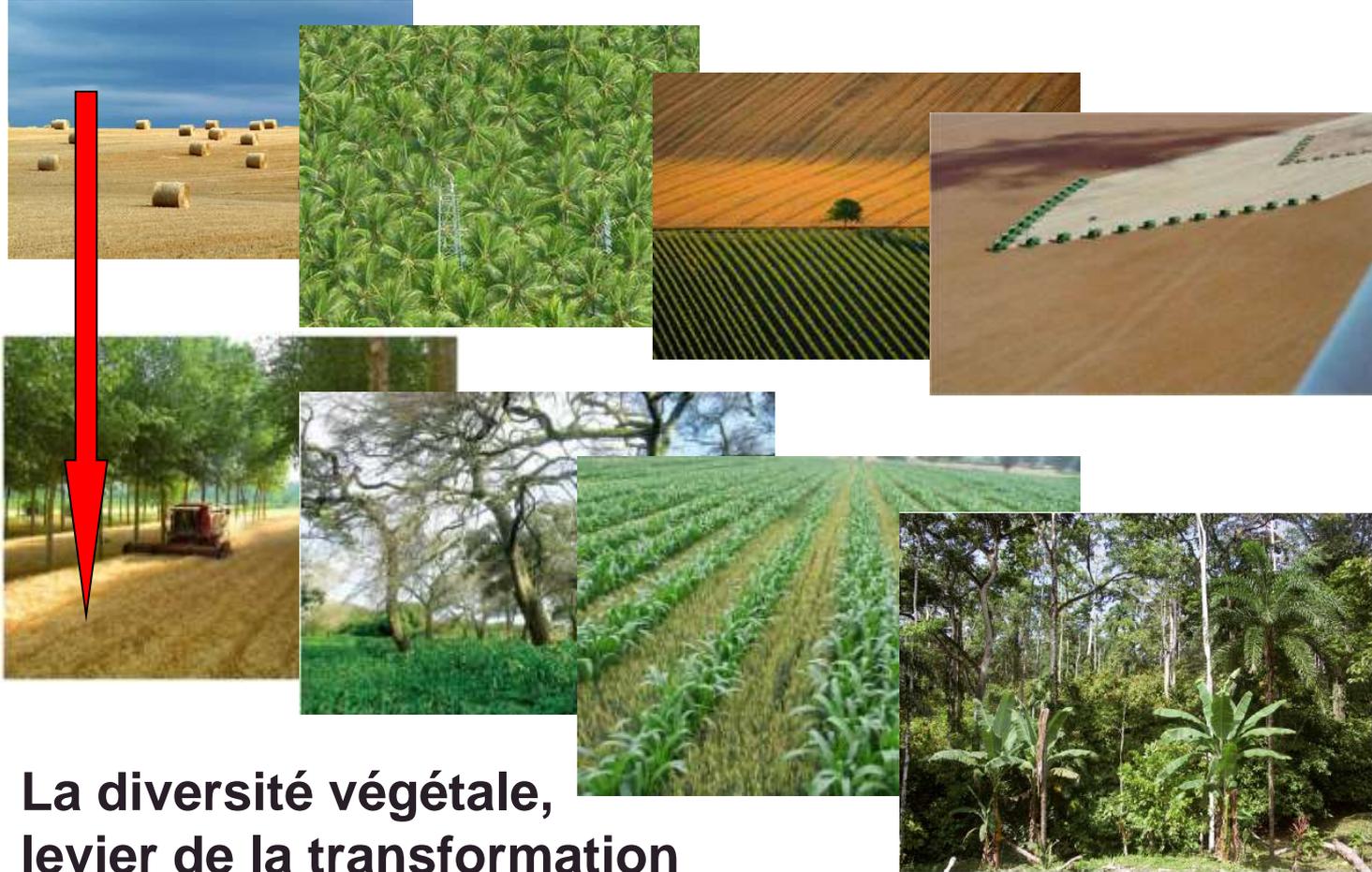




Intensité comparée des systèmes de culture (adapted from M. Griffon 2013)



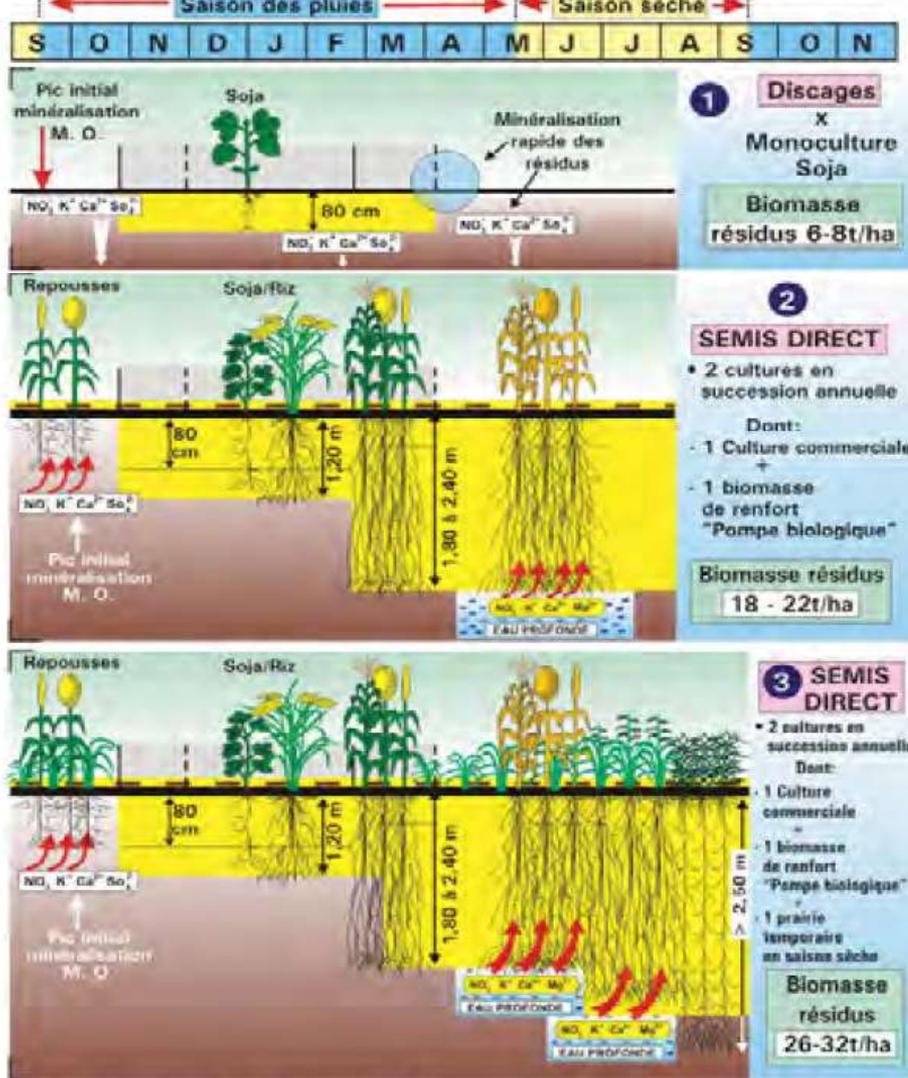
Optimiser la diversité fonctionnelle (végétale) Complexifier les systèmes de cultures



**La diversité végétale,
levier de la transformation**

Exemple de l'association de deux variétés de riz pour réduire les attaques de pyriculariose





Exemple des systèmes de culture sous couverture du Mato Grosso (1980-2010)

Source: L. Seguy et al., (2009) La symphonie inachevée du semis direct dans Brésil central http://agroecologie.cirad.fr/librairie_virtuelle

Exemple de l'agroforesterie : réintroduire les arbres dans les grandes cultures

Depuis les associations organisées entre arbres et cultures..



... jusqu'aux peuplements agroforestiers complexes

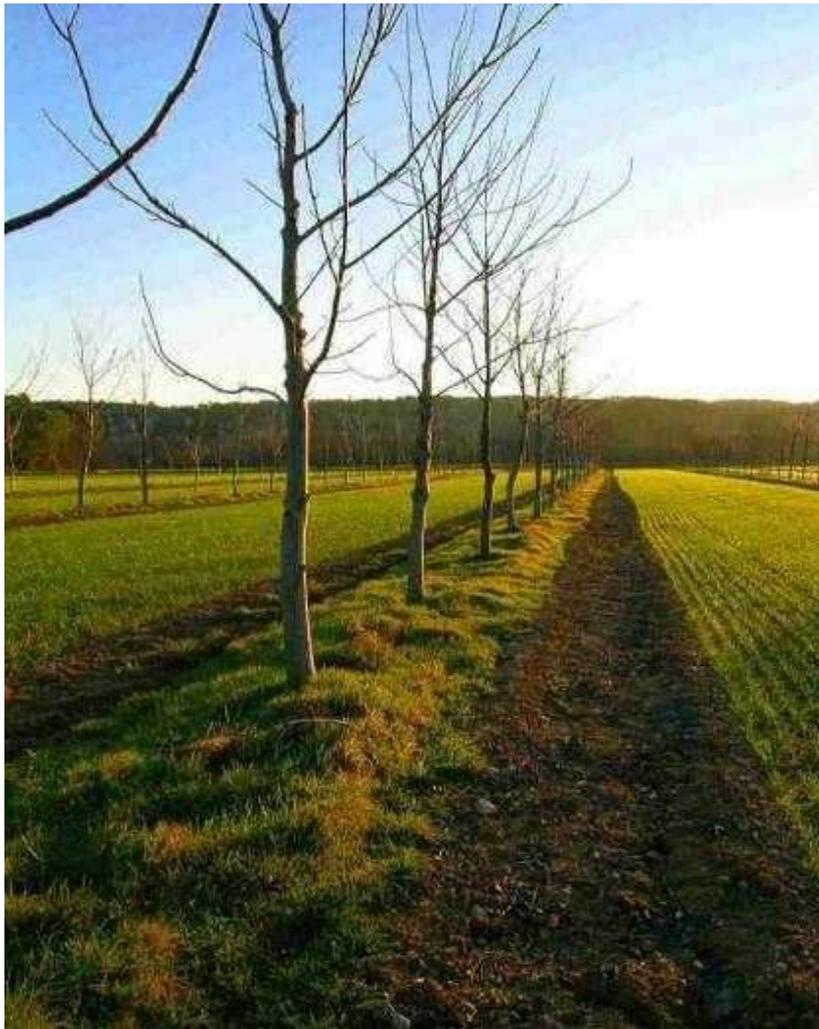




Photo C. Dupraz



Photo C. Dupraz



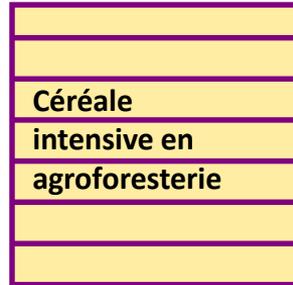
100 ha



160 ha

Agroforesterie avec
une céréale intensive

En culture
séparées
conventionnelles



... 100 ha d'agroforesterie produit
autant que de bois et de nourriture
que 160 ha cultivées de façon
séparées et conventionnelles.

Source: Dupraz et al, INRA

Exemple de l'introduction d'une plante de service dans le système de culture bananière

Services recherchés : Assainissement nématologique, régénération de la porosité des sols, Couverture du sol permanente pour contrôle des adventices et limitation des risques érosifs.

Plantes de service sélectionnées

Stylosanthes G.



Traits:

- . Non hôte de nématodes
- . Forte production de biomasse + fixation azote
- . Enracinement sur pivot puissant
- . **Peu tolérante à l'ombrage sous bananeraie**

Impatiens

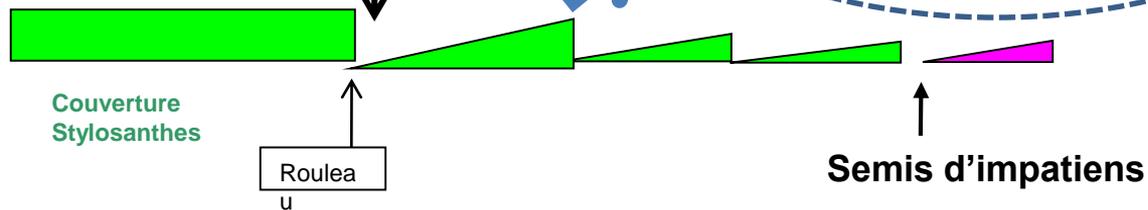


Traits:

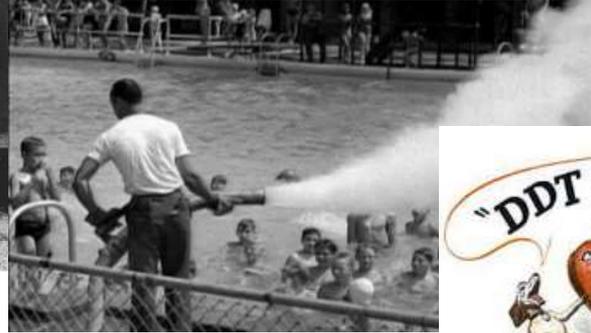
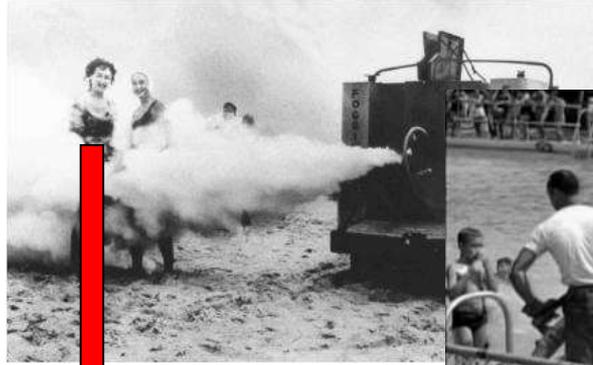
- . Non hôte de nématodes
- . Faible production de biomasse
- . Faible enracinement
- . **Sciaphile, pérenne sous bananeraie**

Système Banane/Stylosanthes/Impatiens

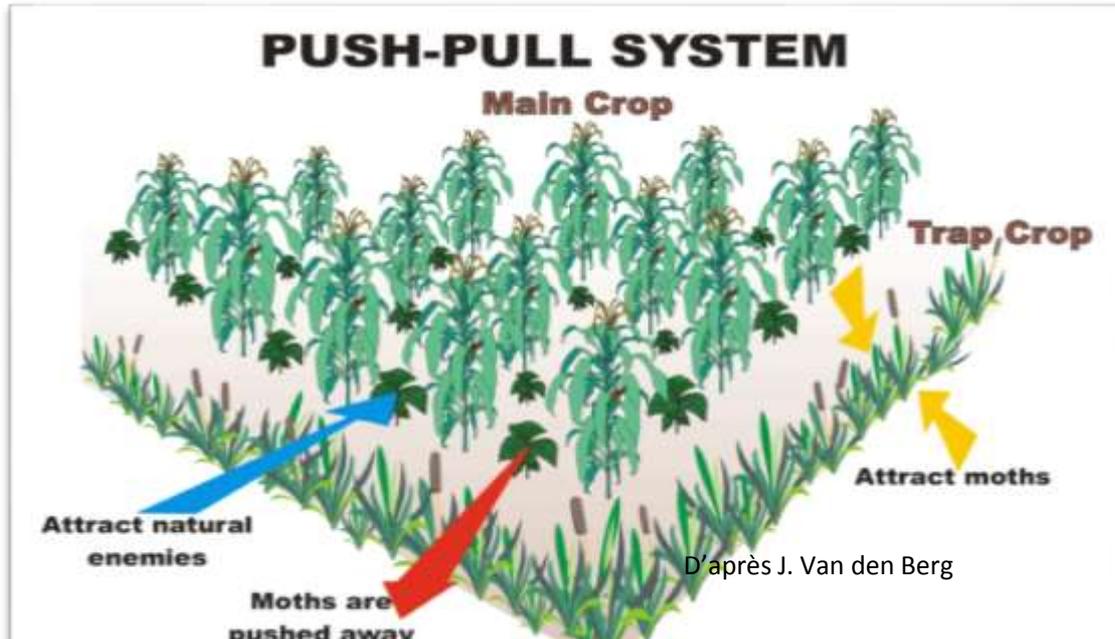
Plantation de bananiers sur
couverture végétale vivante



Inventer de nouvelles façons de maîtriser les bioagresseurs en utilisant la biodiversité



Exemple des technologies « push pull »



Exemple de ré-intégration de l'animal et des cultures



Comprendre et mobiliser la diversité du sol

Les « ingénieurs » (macrofaune > 2mm)



© 2010 by European Commission. All rights reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited. This document is the property of the European Commission. It is not to be distributed outside the Commission. Luxembourg, 2010.

Les « déchiqueteurs » (mésafaune >500 µm)



Fig. 5.11: Mites of order Prostigmata are commonly present in soils. They are extremely variable in shape, size and sclerotization, and also very diverse in feeding habits. Figure shows some of this morphological variability. (20x)



Fig. 5.12: A tardigrade of the species *Pantodonobates* feeding on a moss leaf.



Fig. 5.13: The tardigrade *Ichneumon granulatus* has relatively long appendages and strong claws.



Fig. 5.14: A tardigrade of the species *Pantodonobates* feeding.



Fig. 5.15: An egg laid by a tardigrade of the species *Mesonobates*.

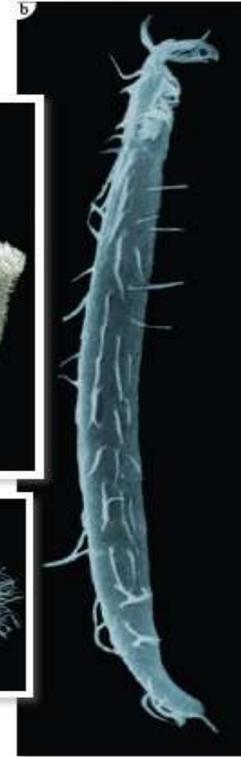


Fig. 5.16: A tardigrade of the species *Miltaxium* which has entered a tan state. No signs of life are detectable while tardigrades are in this state, although they are capable of revival when environmental conditions again become suitable.

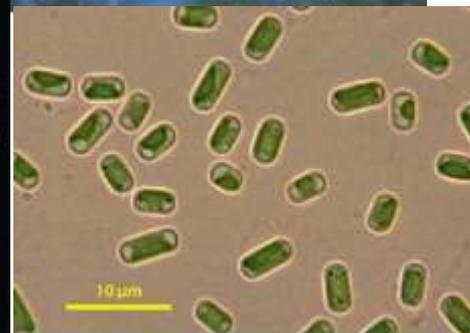
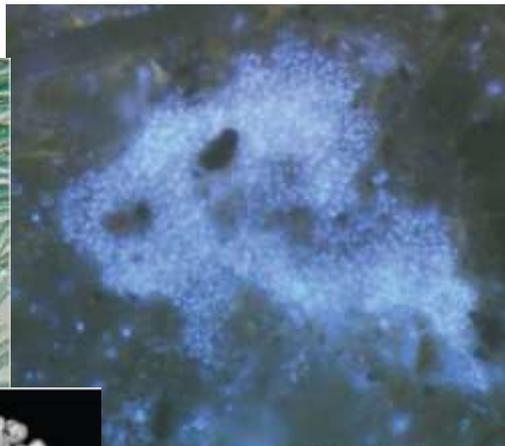
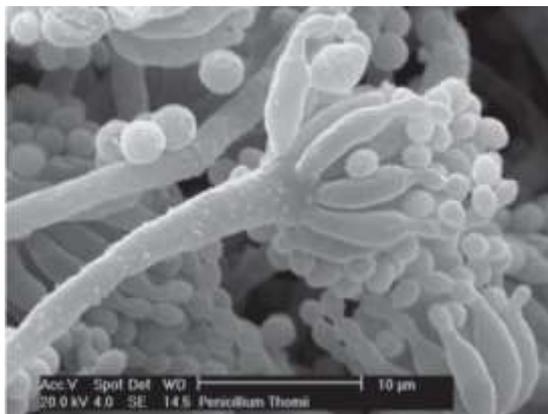
Les « régulateurs » (microfaune <200 µm)



Soil Ciliates



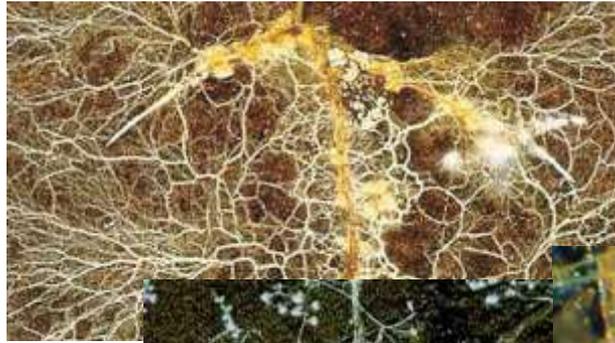
Les “chimistes du carbone” (microflore)



S. Jeffery et al. (eds.), 2010, European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg

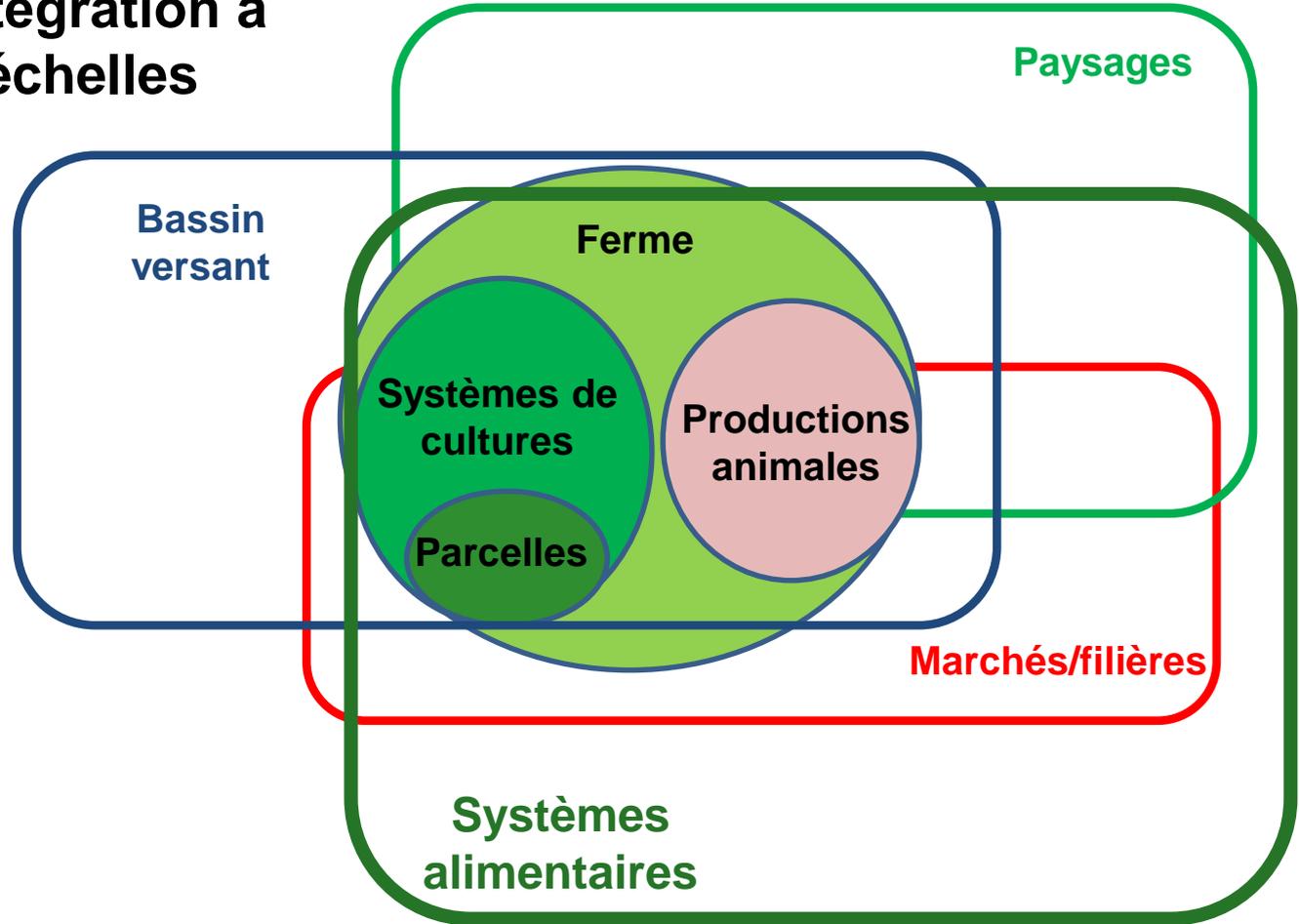


Les “médiateurs” (mycorhizes)



S. Jeffery et al. (eds.), 2010, European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg

Nécessité d'intégration à différentes échelles



An aerial photograph of a terraced agricultural landscape. The terrain is divided into numerous small, irregular plots of varying colors, ranging from vibrant green to brownish-tan, indicating different stages of crop growth or different types of vegetation. The plots are separated by dark, narrow paths or ditches. The overall pattern is highly textured and complex, reflecting the intricate nature of terraced farming. In the center of the image, there is a white text overlay.

**Le défi de passer d'une intégration
verticale à une intégration horizontale**

4. Quelques conclusions sur l'innovation et la recherche

L'axiome de base de l'agriculture moderne « scientifique » (couvert végétal, homogène, synchrone, génétiquement uniforme et maximisant le rendement hors facteur limitant) **est fortement remis en cause** car il présente certains défauts majeurs.

Si on veut booster les services écosystémiques, il faut les remettre au centre du moteur de la production végétale et donc accepter de complexifier les systèmes.

Cela signifie que **le contexte local devient essentiel** à prendre en compte.

Le modèle d'une agriculture « prescriptive » n'est plus possible ; la recherche n'est pas capable seule de passer du «prêt à porter» à du «sur-mesure».

Les innovations attendues seront sociotechniques et à plusieurs échelles (de la parcelle au territoire).

Les producteurs ne veulent pas simplement appliquer des recettes ; ils veulent innover selon leurs contraintes et leurs projets propres.

Cela va exiger une science participative, capable d'hybrider science et savoir-faire dans le cadre de systèmes locaux d'innovation et d'apprentissage.

La fin du rêve du “transfert” d’innovations depuis les stations de recherche vers les producteurs



Un rôle des producteurs dans l'innovation absolument central !

1 chercheur pour
100 producteurs
(France)



1 chercheur pour
100.000 producteurs
(Afrique de l'Ouest)



Transition agroécologique et nouveaux fronts de recherche

Sciences de la vie

- Repenser l'amélioration génétique
- Elargir palette espèces étudiées
- Nouvelles domestications
- Plantes de service
- Interactions bioécologiques
- Peuplements complexes
- Biologie des bioagresseurs
- Biologie et écologie tellurique
- ...

Agronomie

- Gestion peuplements complexes
- Agriculture sensible à la nutrition
- Durabilité, rusticité et résilience
- Mobilisation/pilotage services écosystémiques
- Agronomie du paysage
- Gestion des bioagresseurs
- ...



...et merci aussi à ces zillions de micro-organismes travaillant dur pour nous derrière la scène, et avec le sourire !