

Comment (re)diversifier les systèmes de production agricoles

Pour une vision pragmatique de la transition agroécologique

Antoine Messéan, UMR Agronomie INRAE/AFA

Restaurer la fertilité des sols cultivés

Un des grands défis de la transition agroécologique !

12 octobre 2023

CRISE SOCIALE

UNE AGRICULTURE SANS AGRICULTEURS

FRANÇOIS PURSEIGLE
BERTRAND HERVIEU

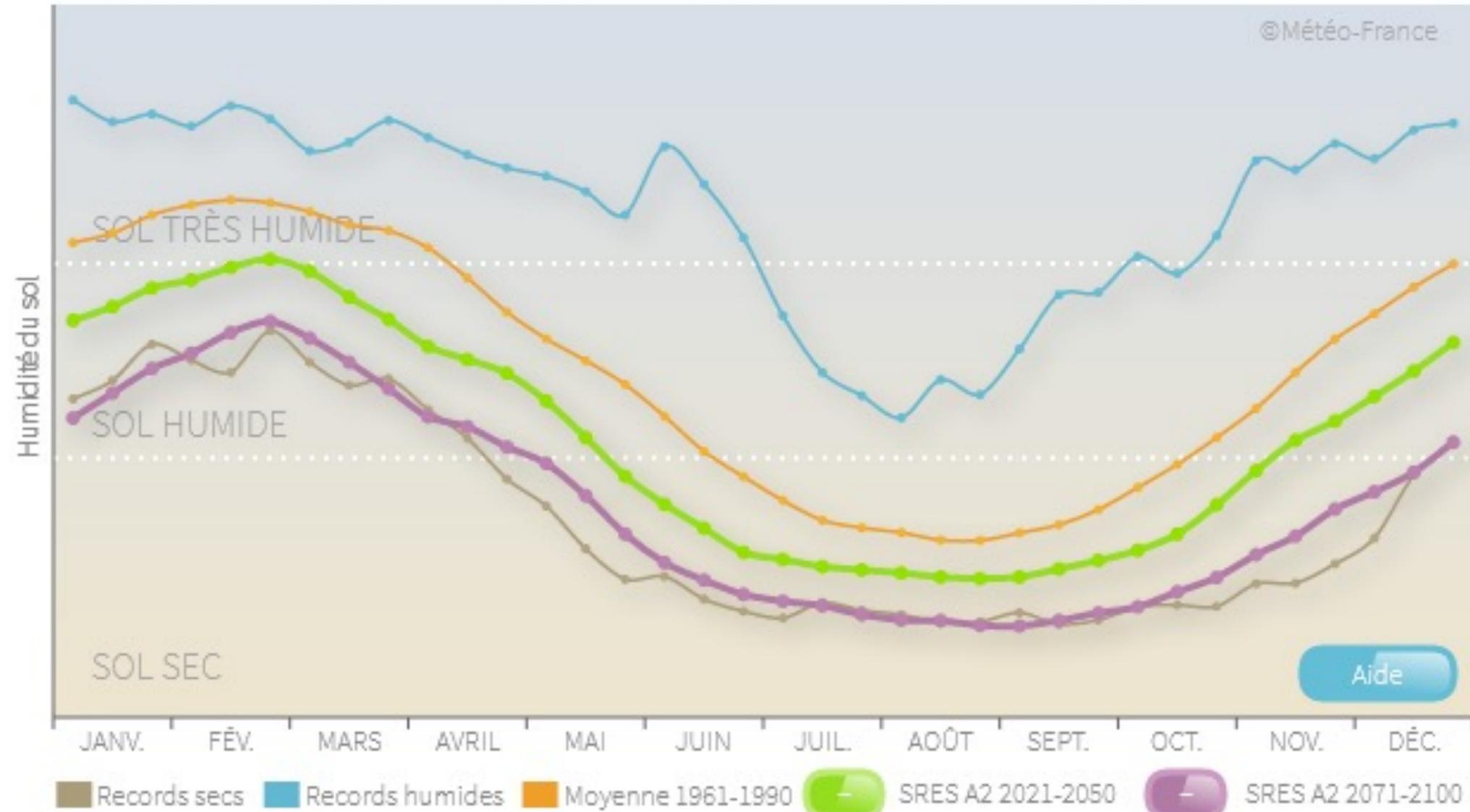
SciencesPo
LES PRESSES

- **Effondrement démographique;**
- **Fragilisation de sa place et de son image au sein de la société française;**
- **Inquiétudes environnementales;**
- **Modèle de l'exploitation familiale qui vole en éclats;**
- **Diversification des formes d'organisation du travail et du capital agricoles;**
- **Effacement d'une immuable unicité paysanne;**

CRISE CLIMATIQUE

CENTRE-VAL DE LOIRE

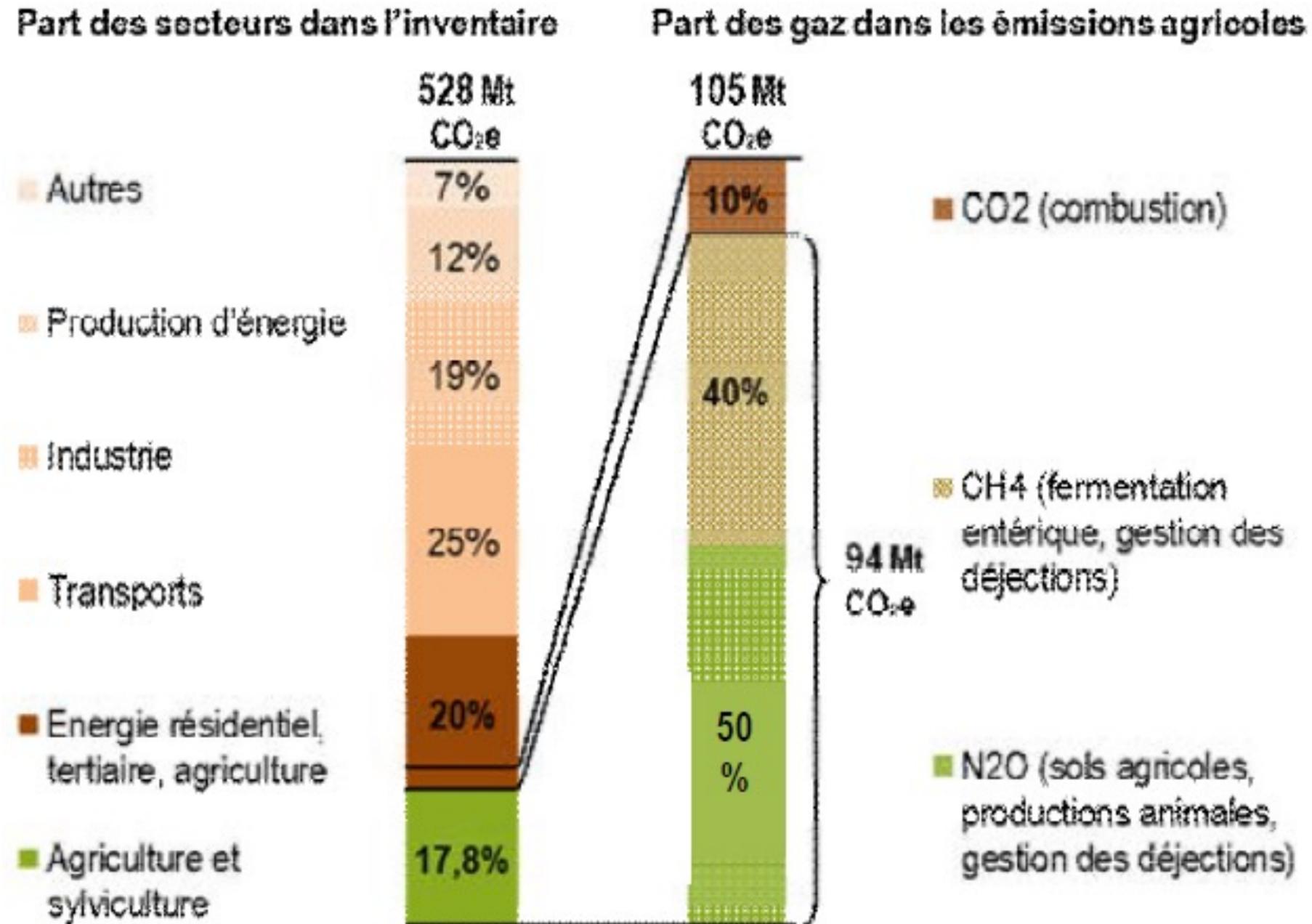
Cycle annuel d'humidité du sol
Moyenne 1961-1990, records et simulations climatiques pour deux horizons temporels (scénario d'évolution SRES A2)



SWI (Soil Wetness Index) = état de remplissage du Réservoir en Eau Utilisable sur une profondeur de 2 m

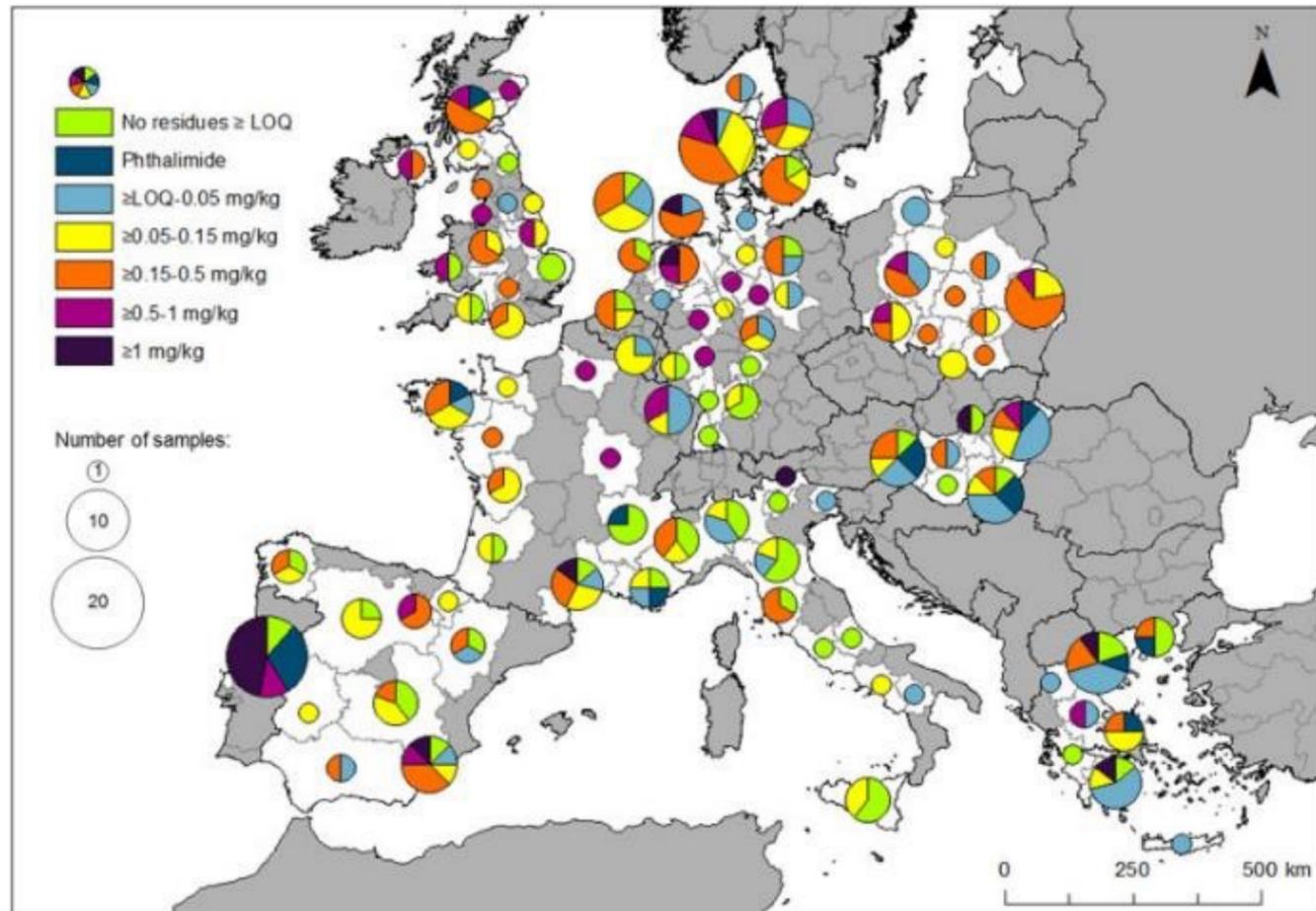
(I. Cousin, Inrae)

CRISE CLIMATIQUE (2)

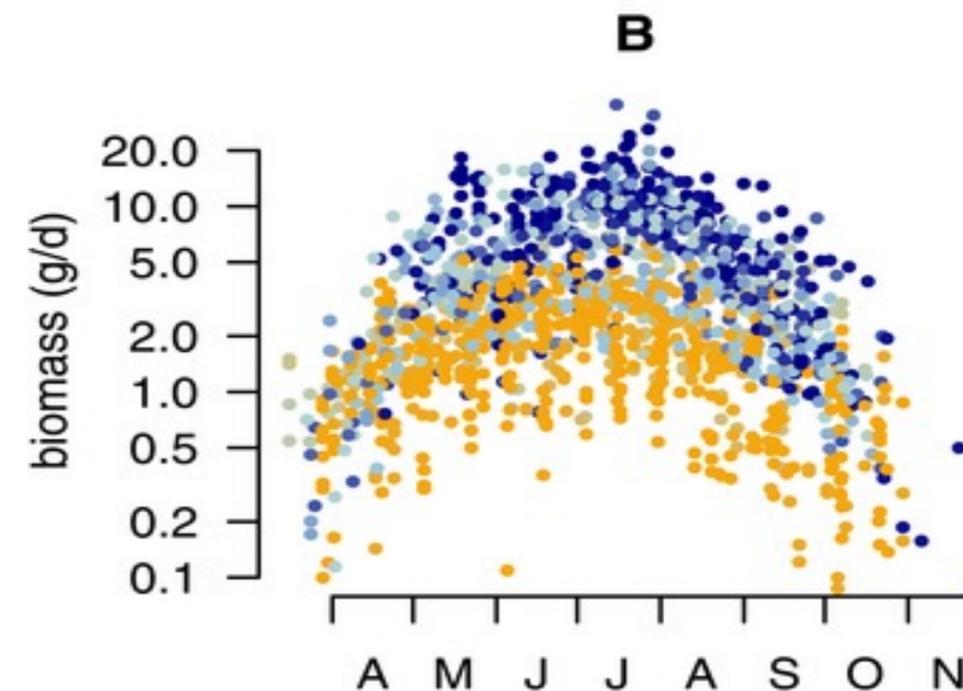
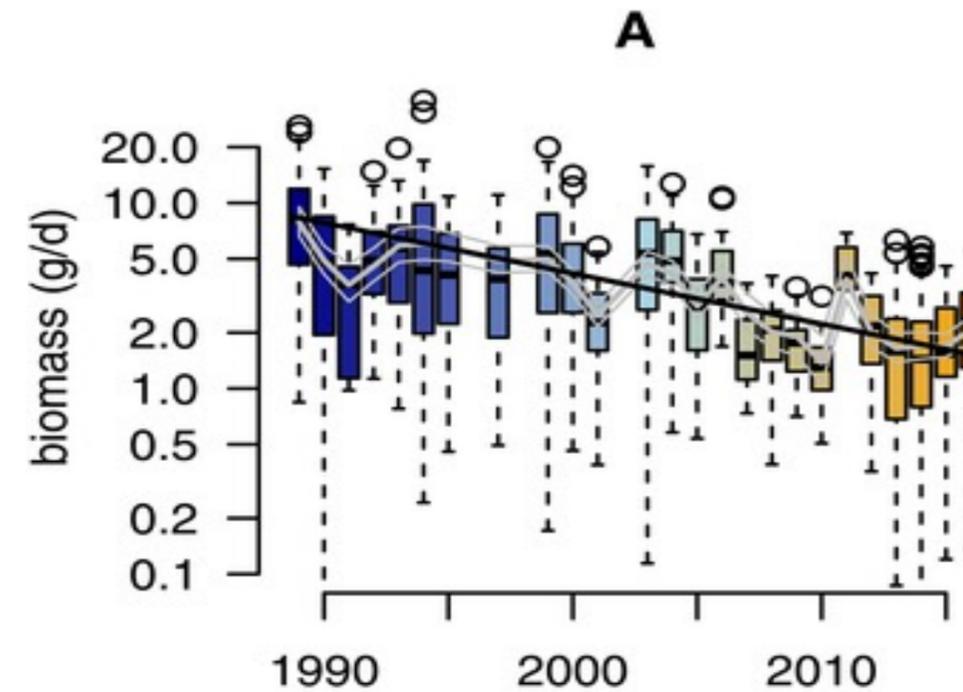


D'après « Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques .
Synthèse du rapport de l'étude réalisée par l'INRA Juillet 2013 actualisé 2017

CRISE ENVIRONNEMENTALE



Distribution de la teneur totale en pesticides dans les sols agricoles de l'UE (selon Silva, 2019)



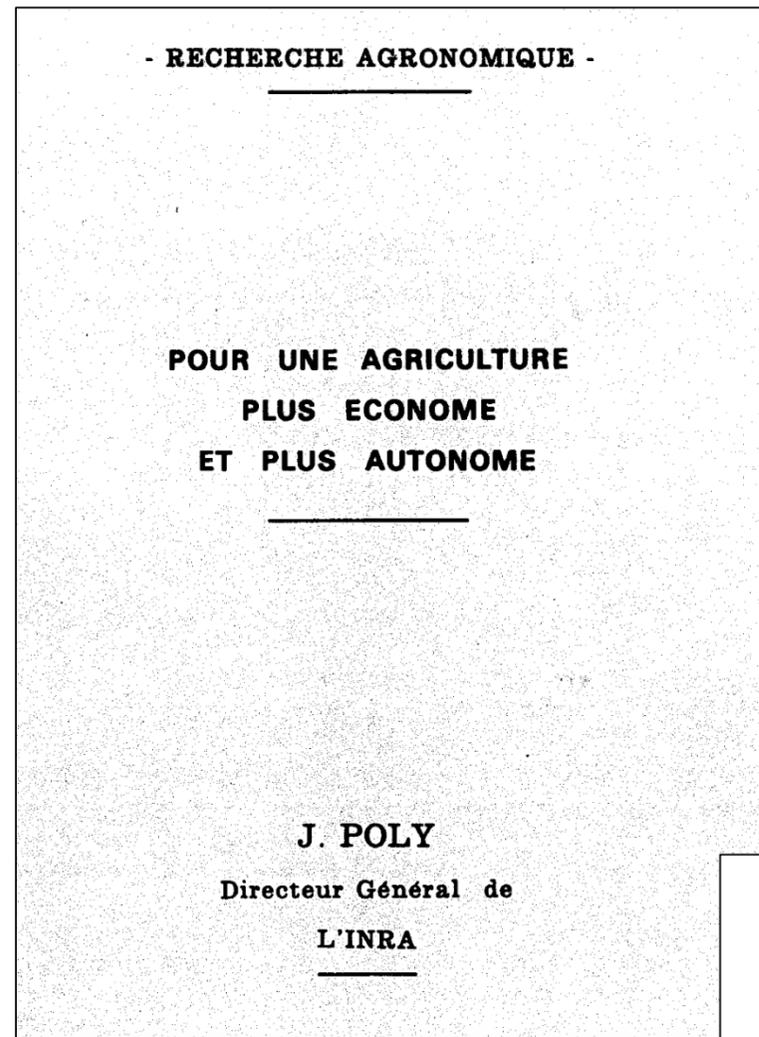
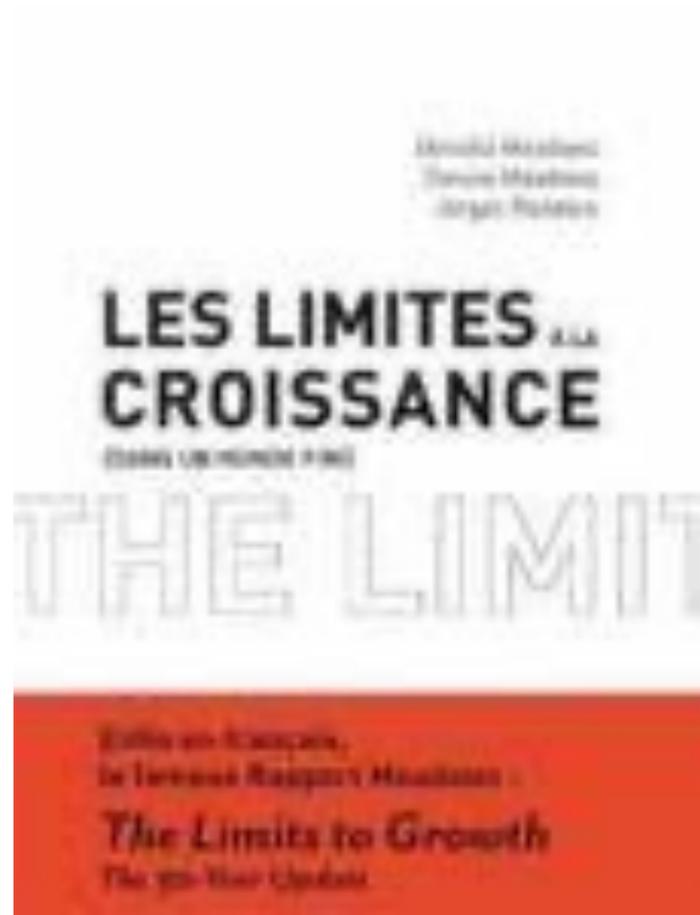
Biomasse d'insectes en zones protégées

Hallmann CA, Sorg M, Jongejans E, Siepel H, Hofland N, et al. (2017) More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0185809>

CRISE TECHNOLOGIQUE



➤ Pourquoi en est-on arrivé là alors que les alertes datent des années 70-80?



produire autrement

par J.-M. Meynard et Ph. Girardin

Laboratoire d'agronomie INRA 75231 Paris cedex 05
Laboratoire d'Agronomie INRA BP 507, 68021 Colmar cedex

« Quand une politique a réussi c'est qu'elle a changé le Monde et puisque le Monde a changé, alors il faut changer de politique. » **Edgar PISANI**

Le pacte vert est-il un véritable changement de politique?

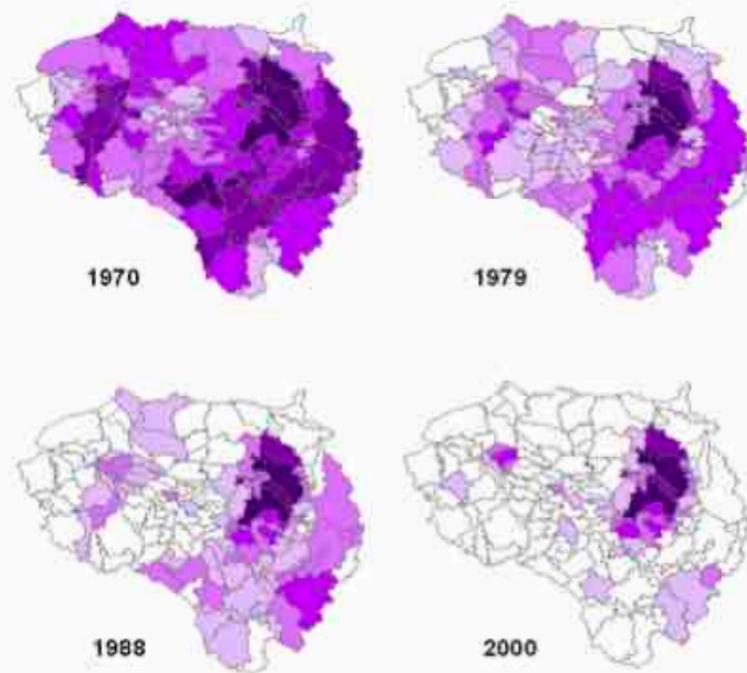
➤ Une double spécialisation des systèmes de production dans la phase de modernisation des années 60

Exemple du bassin de la Seine

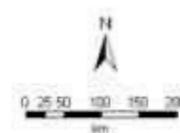
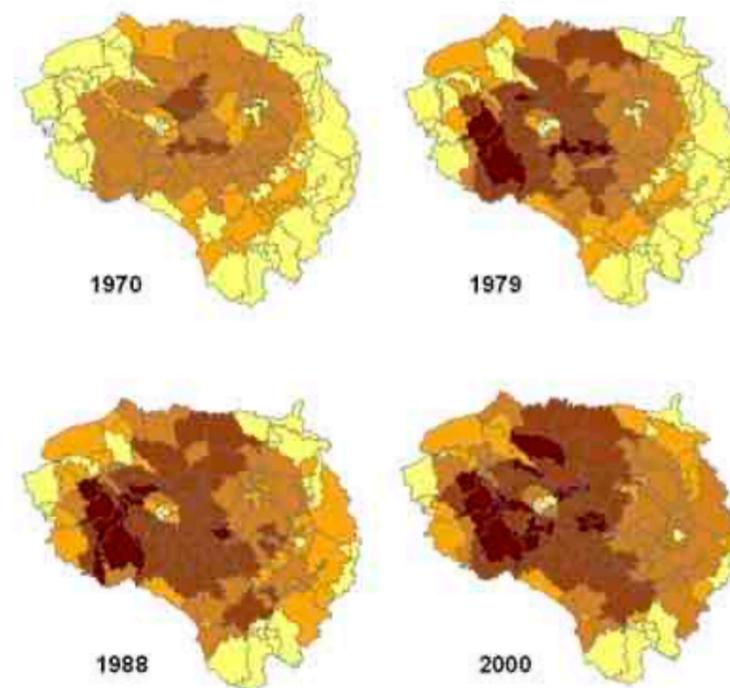
Spécialisation des ateliers...

et raccourcissement des rotations

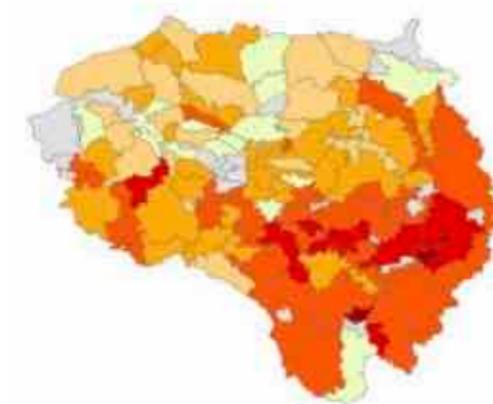
Prairies artificielles



Blé tendre



Evolution Colza-blé-orge



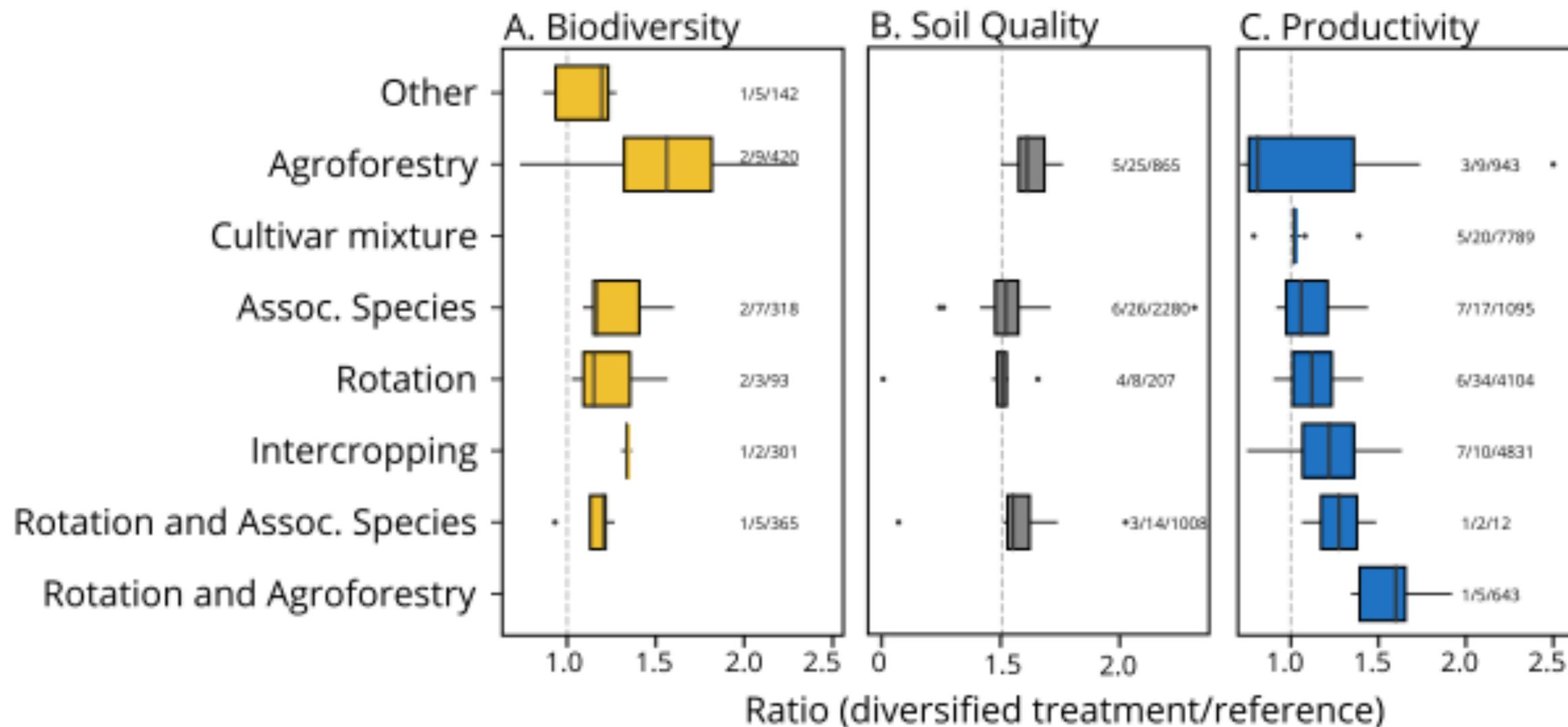
Légende

Evolution des triplets de cultures
Différence entre 2006-09 et 1992-95



(Schott et al., 2010)

➤ Or, la diversification des cultures est un levier majeur pour la durabilité



Beillouin et al., 2019. Evidence map of crop diversification strategies at the global scale ; <https://zenodo.org/record/4088210#YaYFrtDMK70>

Beillouin et al., 2021. Positive but variable effects of crop diversification on biodiversity and ecosystem services. DOI: 10.1111/gcb.15747

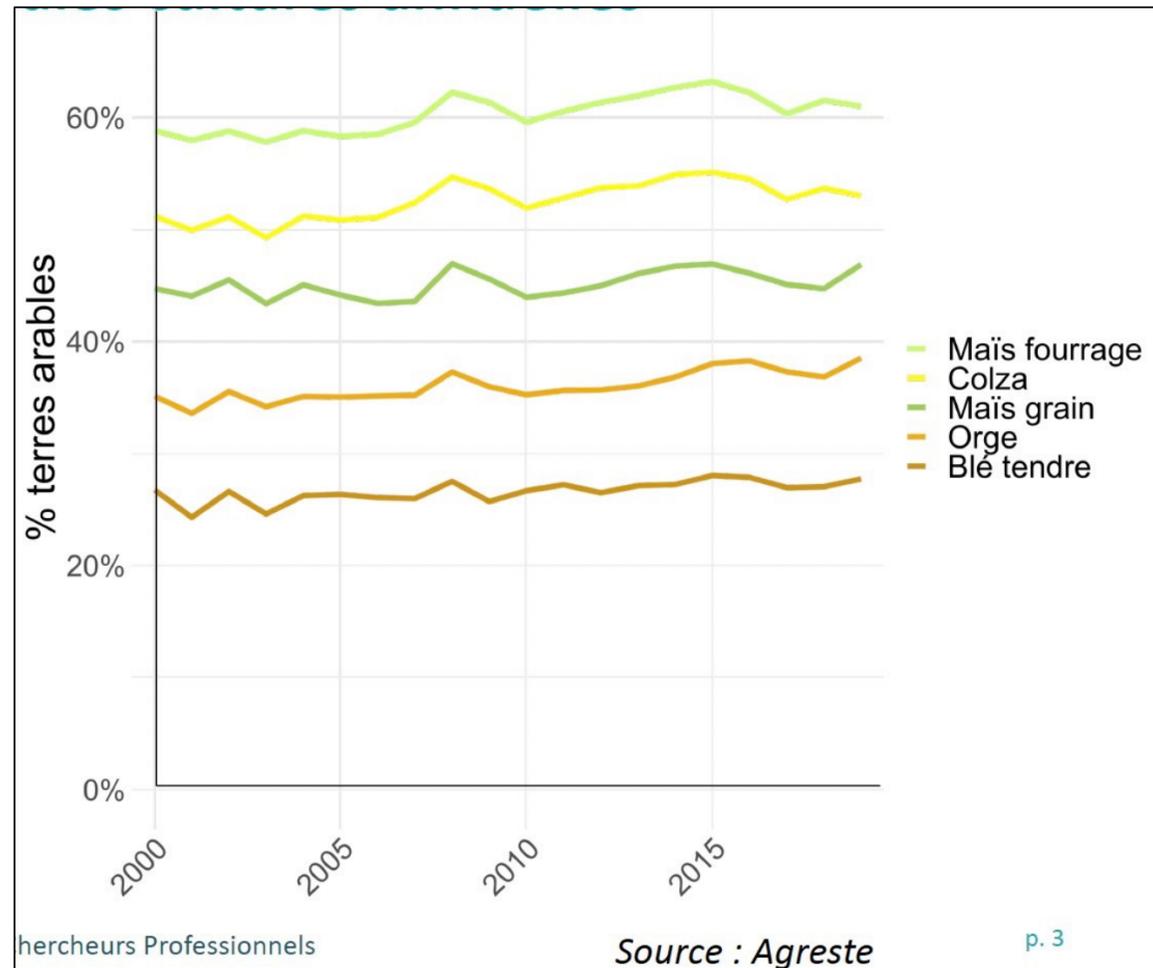


➤ Confirmée par l'expertise scientifique collective Inrae sur les régulations naturelles obtenues par augmentation de la diversité fonctionnelle

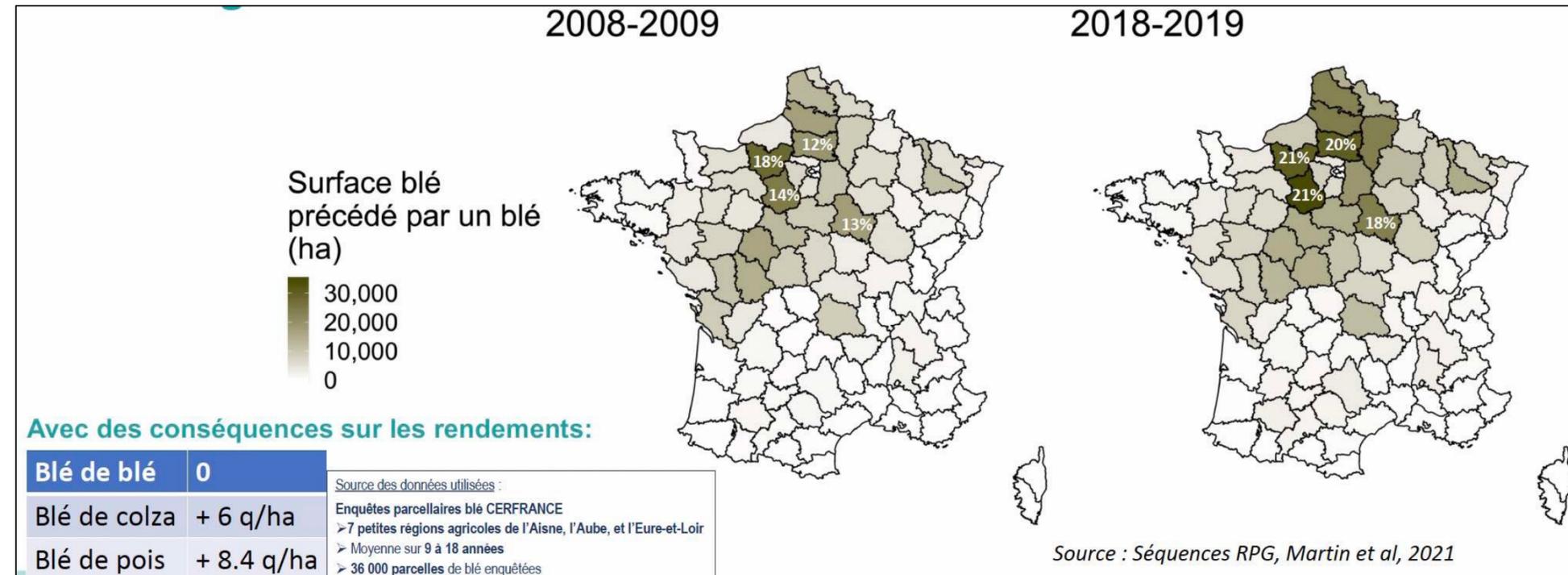
	Adventices	Insectes aériens	Insectes telluriques	Maladies vectorisées	Pathogènes aériens	Pathogènes telluriques	Nématodes	Autres bioagresseurs		
Mélanges variétaux	* Effet attendu positif	**	?	* Effet faible	*** Amplitude très variable	* Effet faible	?	?		
Cultures associées	***	*** Effet fort	*	?	*** Effet fort	* Amplitude variable	?	?		
Agroforesterie	** Effet assez fort	*** Amplitude variable	?	?	** Effet plus faible que pour les insectes	?	* ?	striga : *	gastéropodes : * Effet lié à l'absence de travail du sol	
↗ diversité rotations	*** Effet fort lié au travail du sol	* Effet à l'échelle du paysage	* Effet potentiellement fort	?	* Efficace lorsque l'inoculum est local	* Effet potentiellement fort	** Effet potentiellement très fort	?		
↘ part d'une culture dans le paysage	?	* ?	?	* Effet attendu positif		? Effet attendu nul ou très faible		rats taupiers : *		
↗ diversité de l'assolement	0*	* ?	?	* Effet attendu positif		?	?	araignées : 0*	chauves-souris : *	oiseaux : *
↘ taille des parcelles	* ?	* ?	?	* Effet attendu peu clair			* Effet attendu peu clair	?		
↗ distance d'isolement entre cultures	* Effet attendu variable	* ?	* Effet attendu positif	* Effet attendu positif			* Effet attendu positif	?		
↗ diversité des ESN dans le paysage	* Effet attendu positif	** Effet faible	?	* ?			?	Acariens : * Effet attendu positif		

NB : La **non-additivité des effets** synthétisés dans ce tableau interdit toute lecture transversale entre lignes mais aussi entre colonnes. Cette règle est d'autant plus fondamentale que l'analyse des effets multiples de chaque modalité de diversification sur des cortèges de bioagresseurs, ainsi que des effets combinés de plusieurs modalités de diversification constitue un champ de recherche à développer.

➤ Malgré tout, la spécialisation est toujours à l'œuvre



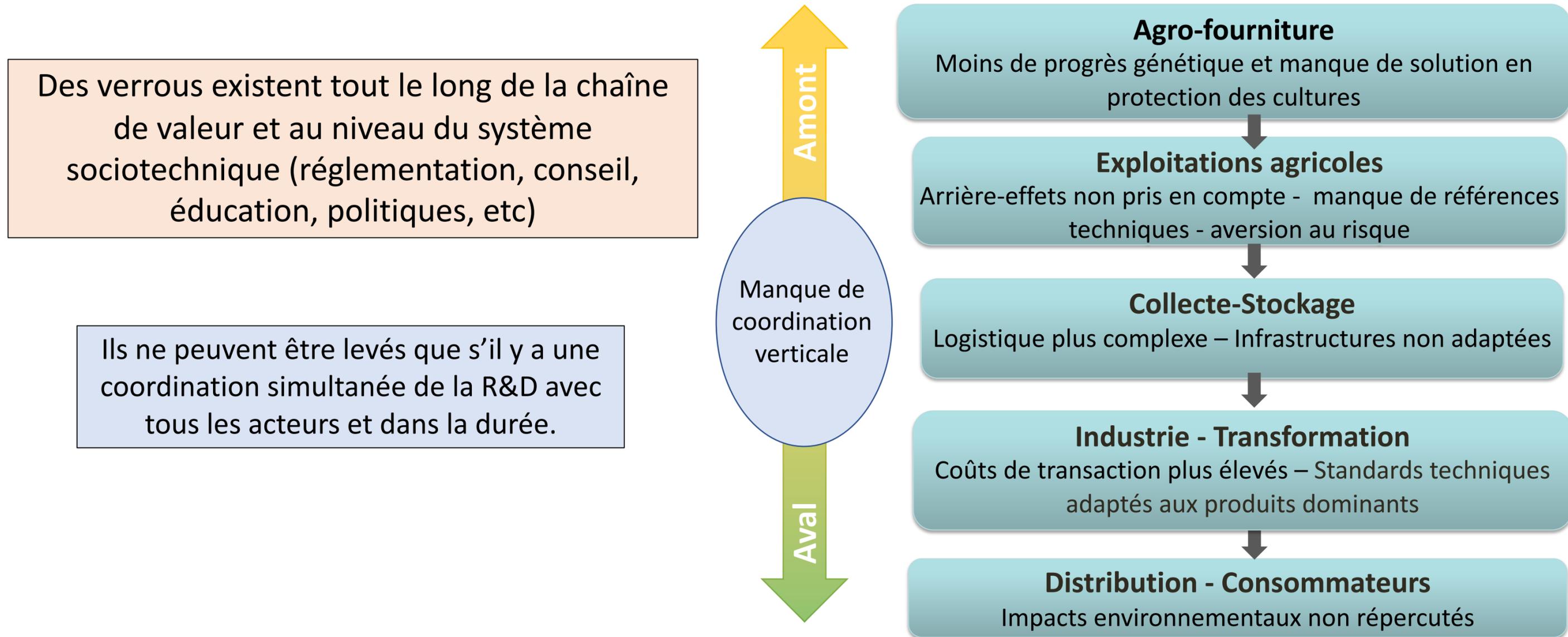
Blé, orge, maïs et colza représentent toujours plus de 60% des terres arables ;



Le pourcentage de blé sur blé se renforce malgré l'impact négatif sur le rendement (Schneider et al., 2010; Bennett et al., 2012), sur les risques de lixiviation, l'efficacité d'utilisation de l'engrais azoté (Beillouin et al., 2021), et sur les émissions de GES.

POURQUOI?

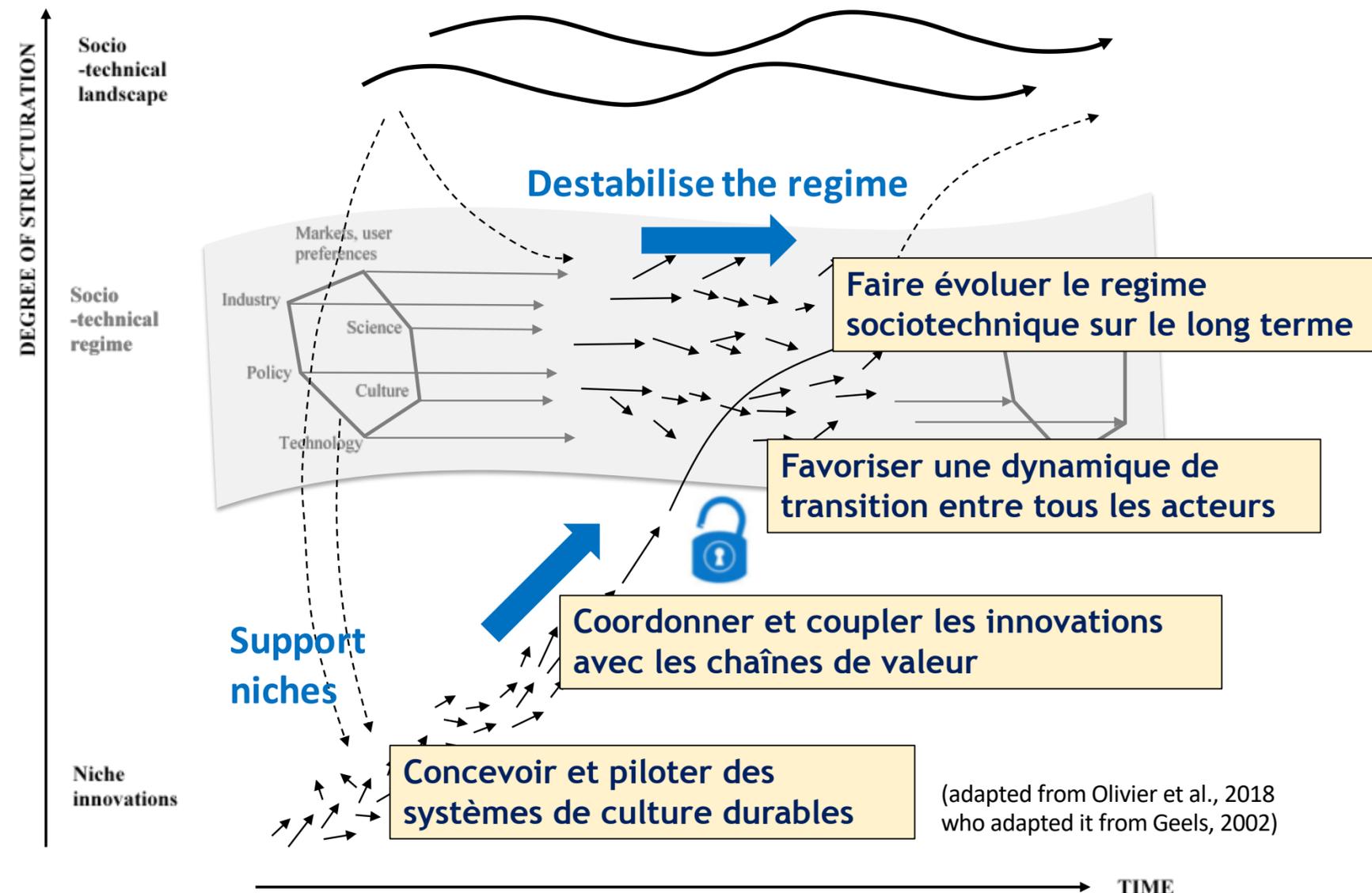
➤ La diversification est limitée par des verrous techniques, organisationnels et institutionnels interconnectés



➤ Seule une approche système peut permettre une transition!



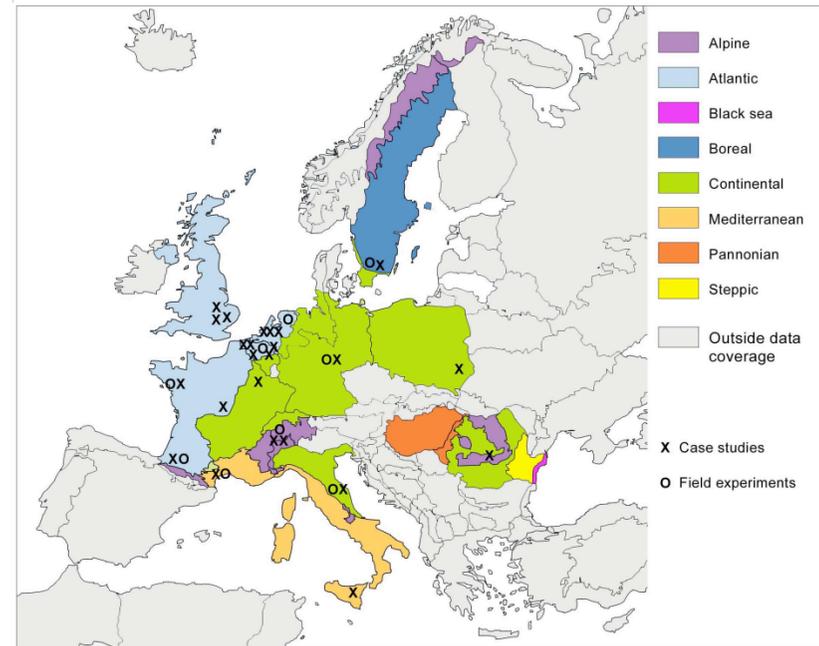
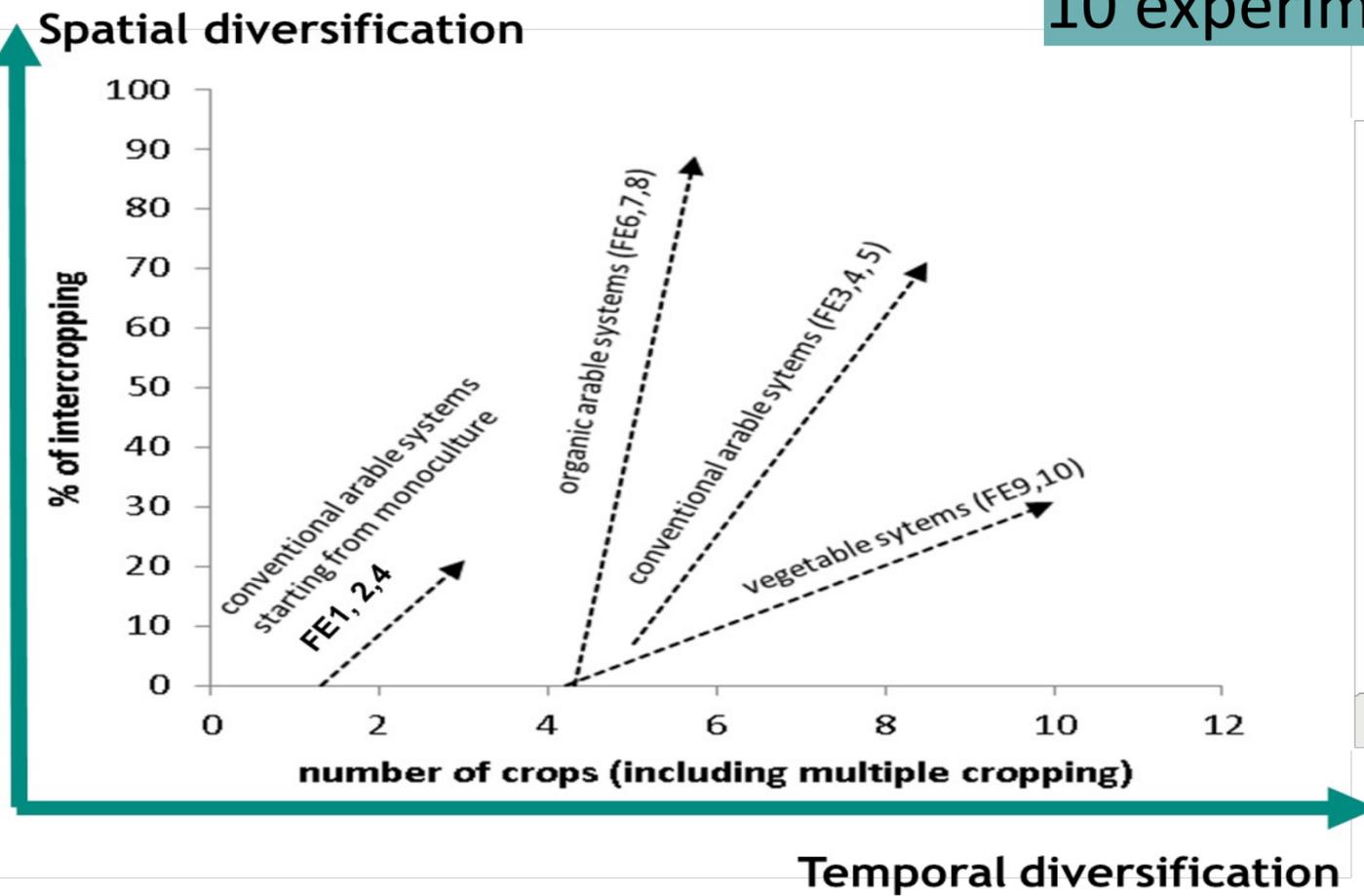
Diversification through Rotation, Intercropping, Multiple cropping, Promoted with Actors and value-Chains Towards Sustainability (H2020 RUR-06 2017-2022)



➤ Partir de situations existantes, explorer le potentiel lié à la diversification et analyser les trajectoires mises en œuvre



10 expérimentations articulés avec 25 cas d'étude



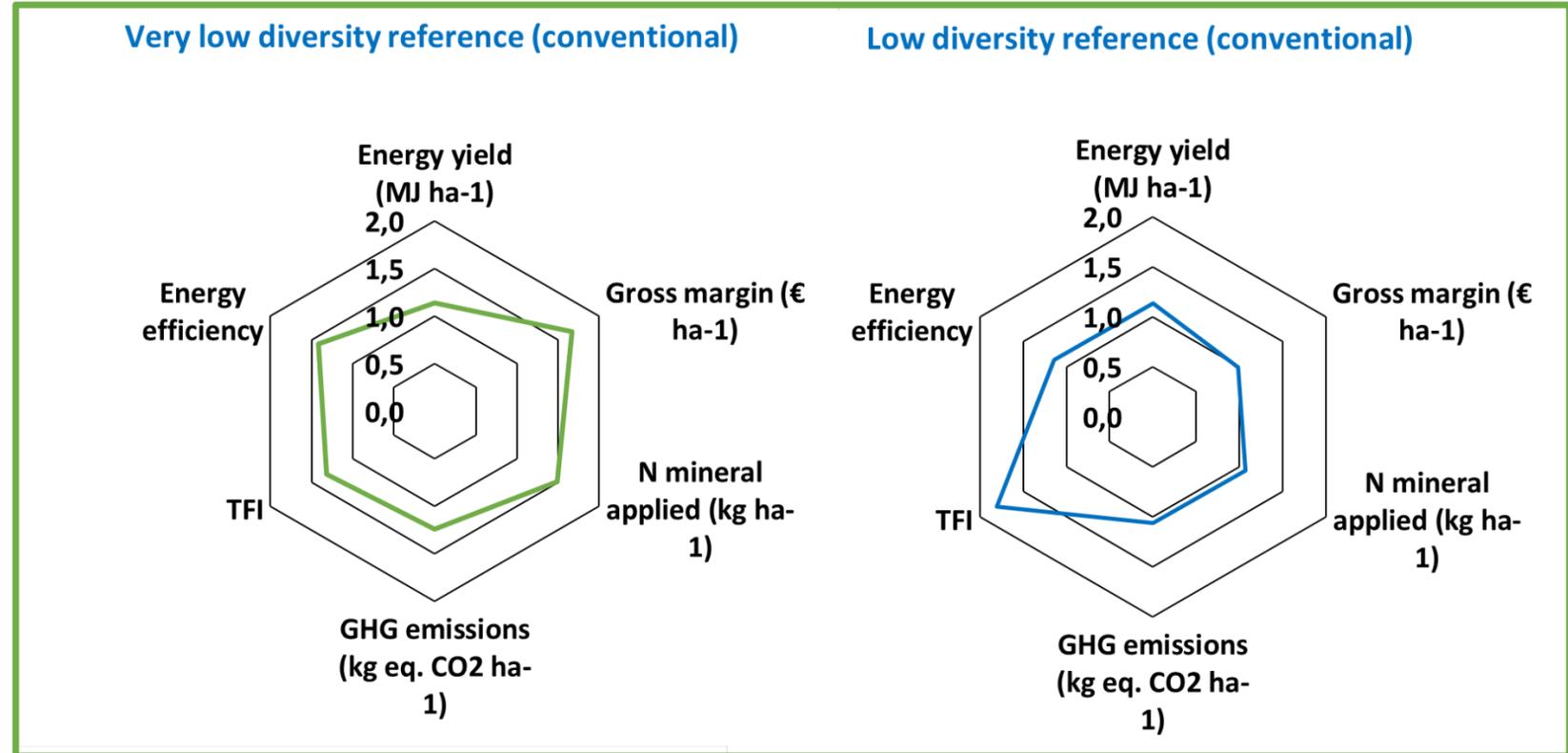
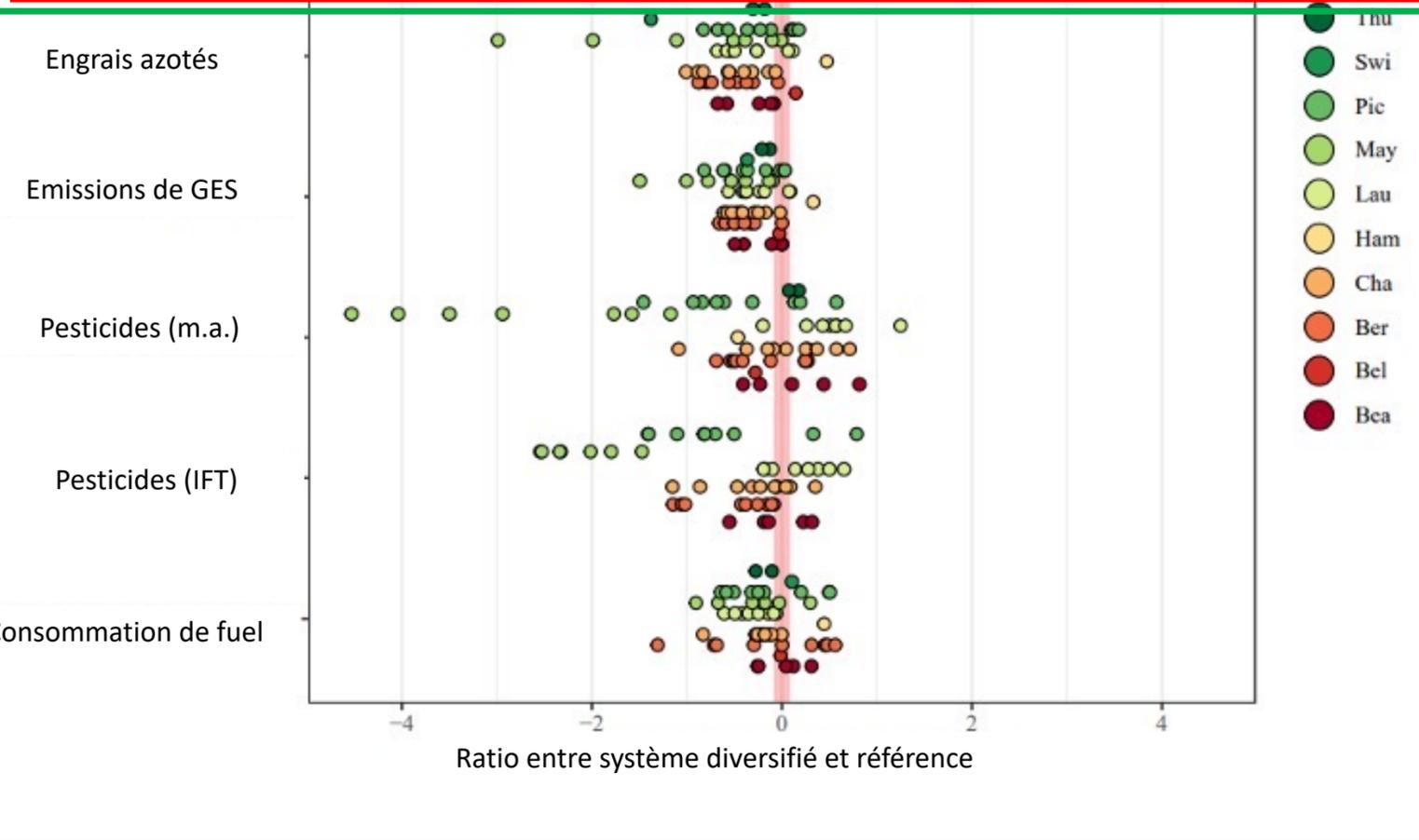
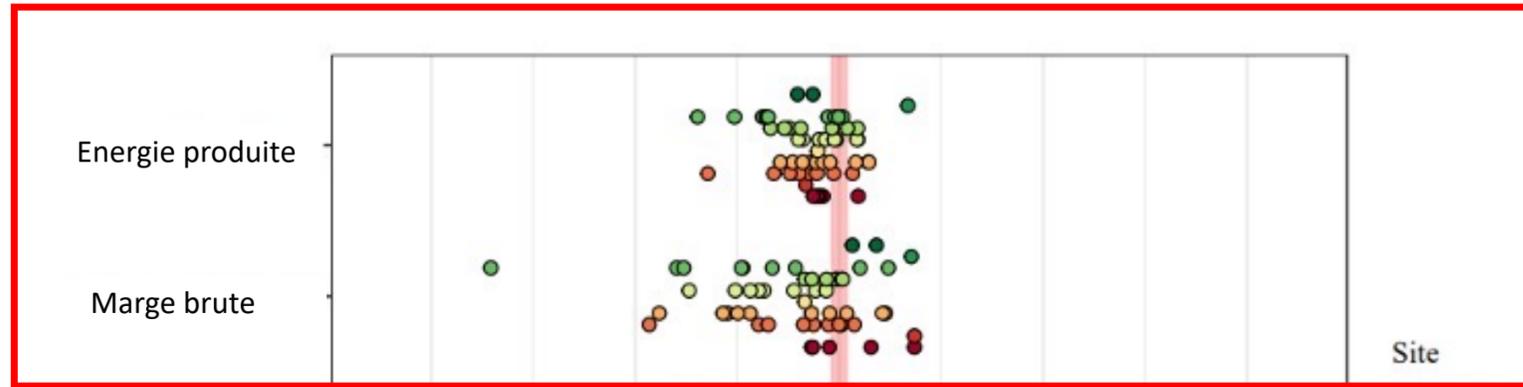
Pays	Diversification	Case study
NL	R/M/I	Breaking maize monoculture (maize, fodder service crops, cereal/grain protein intercrops)
UK	M	Service crops to sustain soil fertility (multispecies associations with legumes)
DE	R	Crop diversification to improve water quality (maize, fodder service crops, cereal)
BE	R/M/I	Service crops valorised through grazing
FR	R/M	Breaking irrigated maize monocropping (maize, soybean, bean, cereal, sunflower)
CH	M	Introduction of oilseed rape in association with service crops
HU	R/M/I	Diversification of cereal-based rotations with soybean
FR	R/M/I	Co-design of diversified systems in Pays de Loire (cereal, pulse crops including soybean)
FR	R/M/I	Introduction of innovative crops (hemp, alfalfa, energetic crops) and of legumes
IT	I/M	Integrated cereal-chickpea or cereal-vegetable systems for food quality – FOOD

Des motivations initiales très diverses

- Accroître la disponibilité en protéines locales et réduire les intrants
- Résoudre des impasses techniques en conditions difficiles
- Développer de nouveaux débouchés
- Concevoir de nouveaux systèmes agri-alimentaires

➤ COMMENT ACCOMPAGNER LA DIVERSIFICATION SANS ATTENDRE LA REFONTE DES REGLES DU JEU?

➤ Toute diversification n'est pas bonne en soi



Mais on peut concevoir le plus souvent des systèmes qui améliorent en même temps chaque dimension de la durabilité, y compris économique

➔ Effet long terme sur fertilité des sols non pris en compte ici

Variabilité des performances des systèmes diversifiés par rapport aux systèmes de référence observée dans le réseau expérimental DiverIMPACTS

➤ Sortir du raisonnement par culture pour une approche système

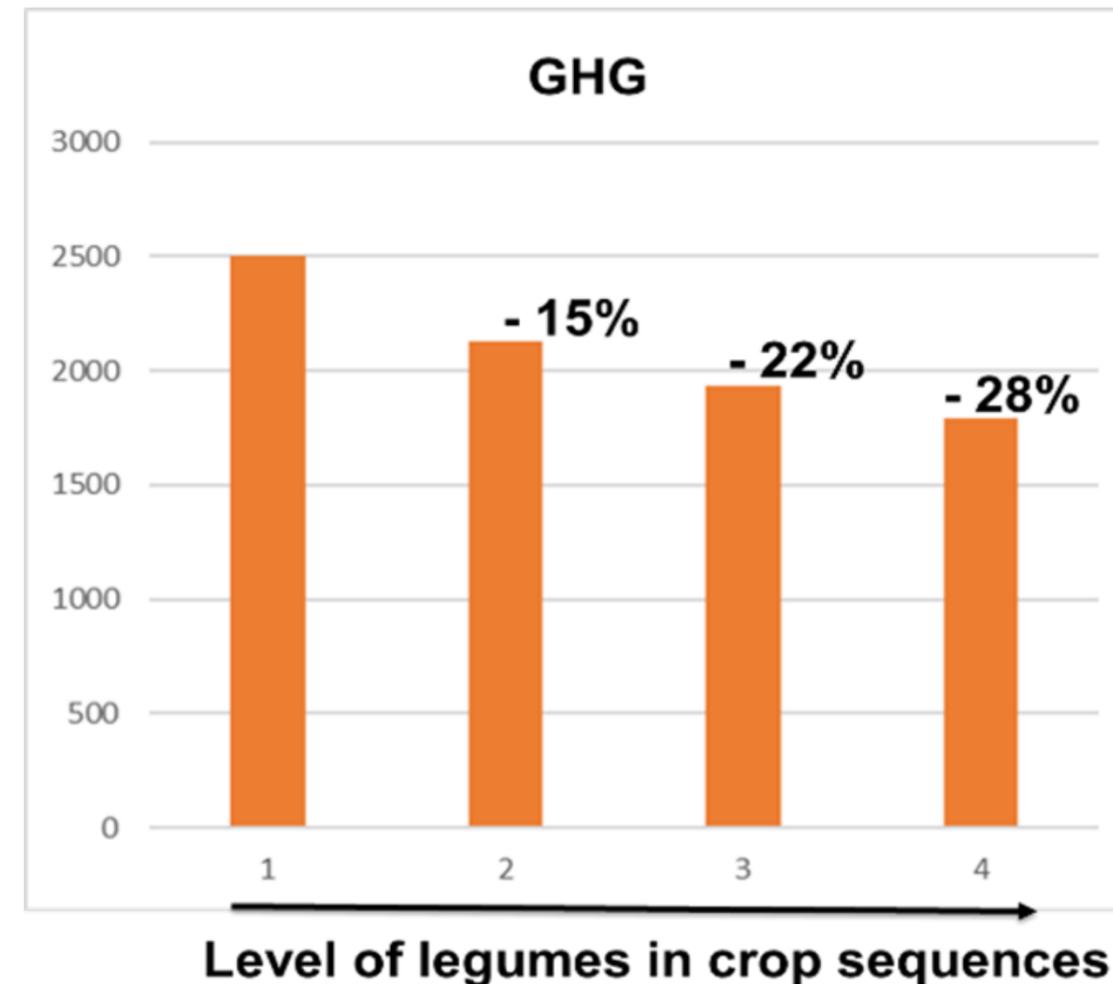
1

Maintenir des cultures dominantes, performantes et bien maîtrisées tout en adaptant leur conduite aux autres cultures de la rotation

2

Introduire des cultures mineures apportant des services écosystémiques

- Légumineuses pour l'azote
- Espèces "nettoyantes" (chanvre)



Classes
% of legumes (nb of legumes/nb of crops)

1: 0%
2: 0-33%
3: 33-50%
4: > 50%

➤ Sortir du raisonnement par culture pour une approche système

1

Maintenir des cultures dominantes, performantes et bien maîtrisées tout en adaptant leur conduite aux autres cultures de la rotation

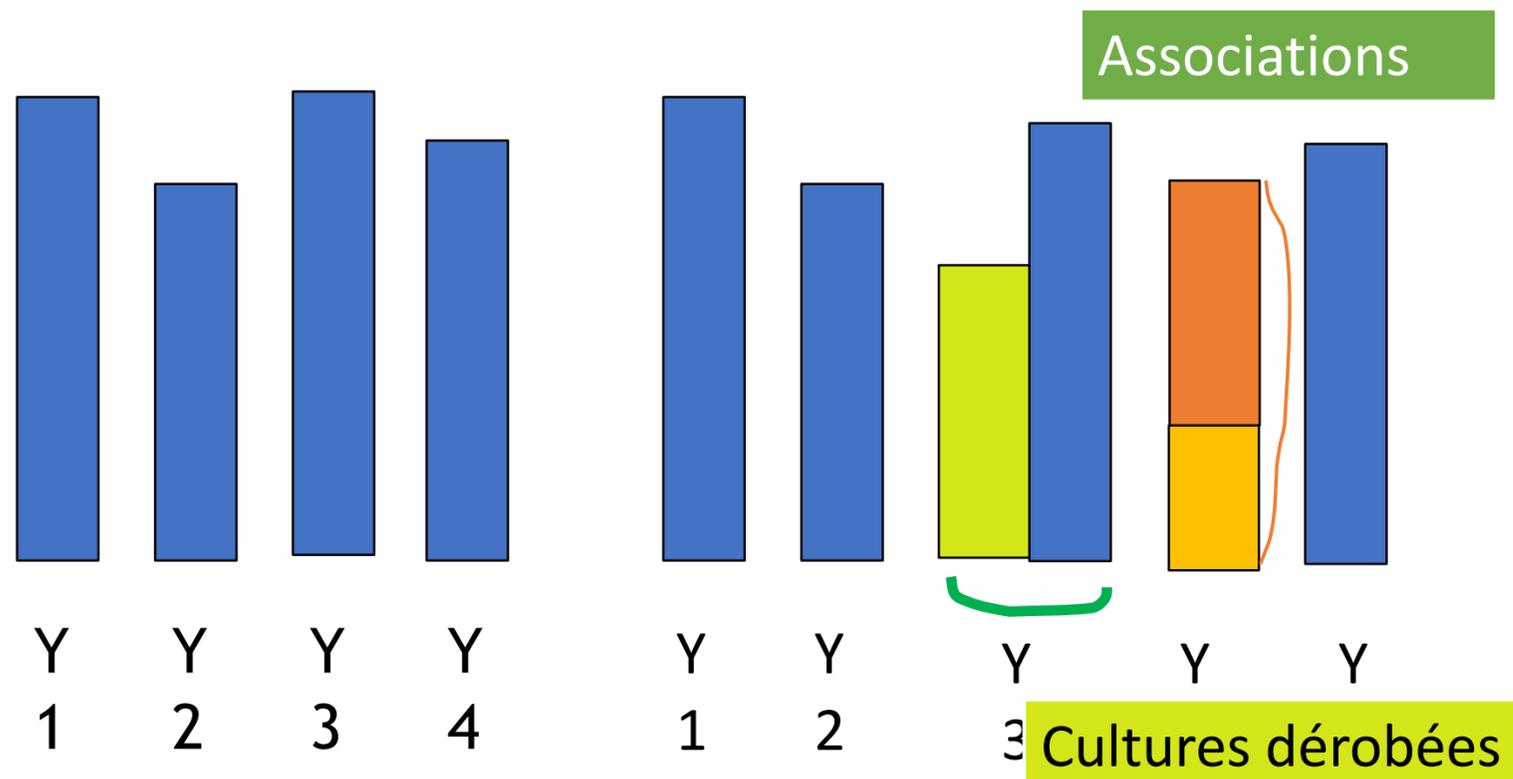
2

Introduire des cultures mineures apportant des services écosystémiques

- Légumineuses pour l'azote
- Espèces "nettoyantes" (chanvre)

3

Mettre en place des stratégies de compensation



➤ Sortir du raisonnement par culture pour une approche système

1

Maintenir des cultures dominantes, performantes et bien maîtrisées tout en adaptant leur conduite aux autres cultures de la rotation

2

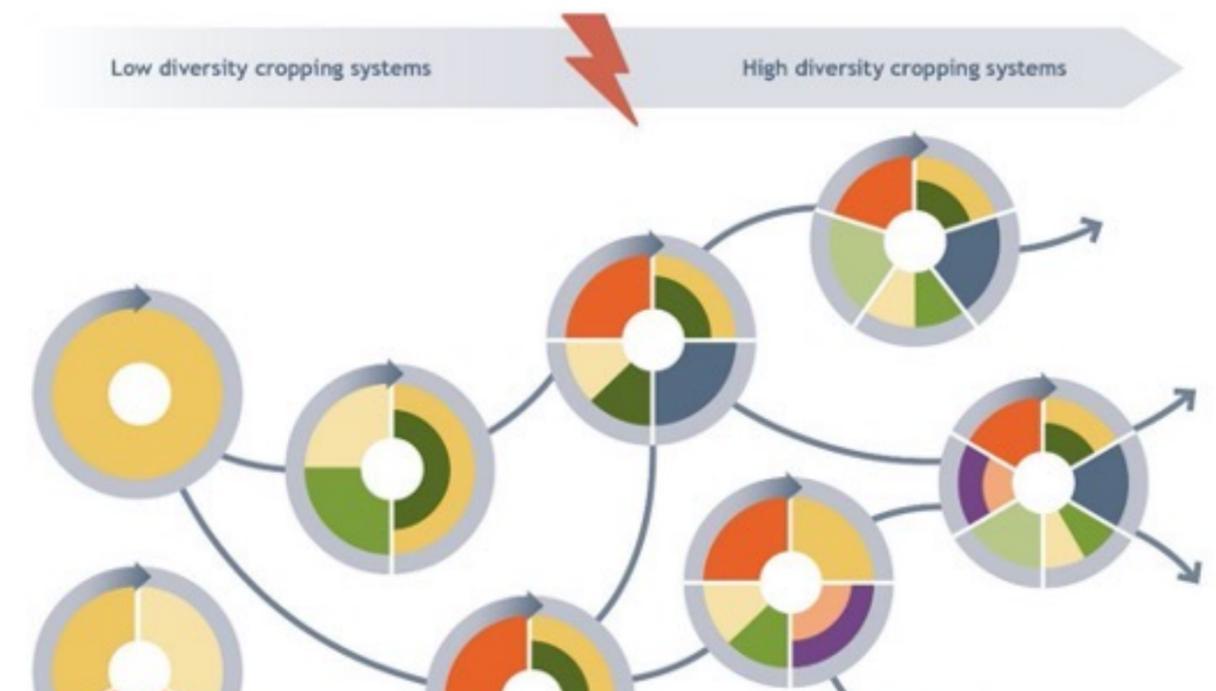
Introduire des cultures mineures apportant des services écosystémiques

- Légumineuses pour l'azote
- Espèces "nettoyantes" (chanvre)

4

Avoir un pilotage dynamique pour faire face aux incertitudes plus fortes et capitaliser les apprentissages

→ La diversification est un processus non-linéaire qui se pilote de façon dynamique



→ Non linear pathway of cropping system diversification with continuous adaptive management

⚡ Socio-economic factors: Regulations, Incentives, Infrastructure, Market

On-farm factors: Climate, Biotic factors, Abiotic factor, Knowledge

➤ Exemple de l'EA de Dominique Gaborieau, Vienne

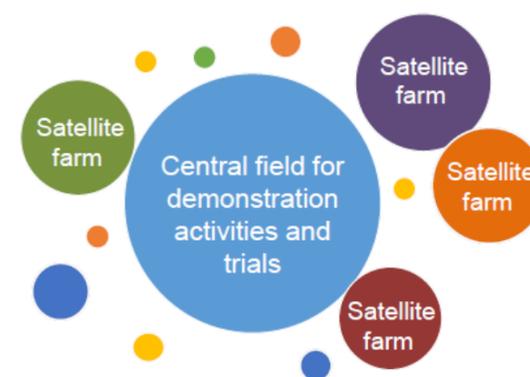
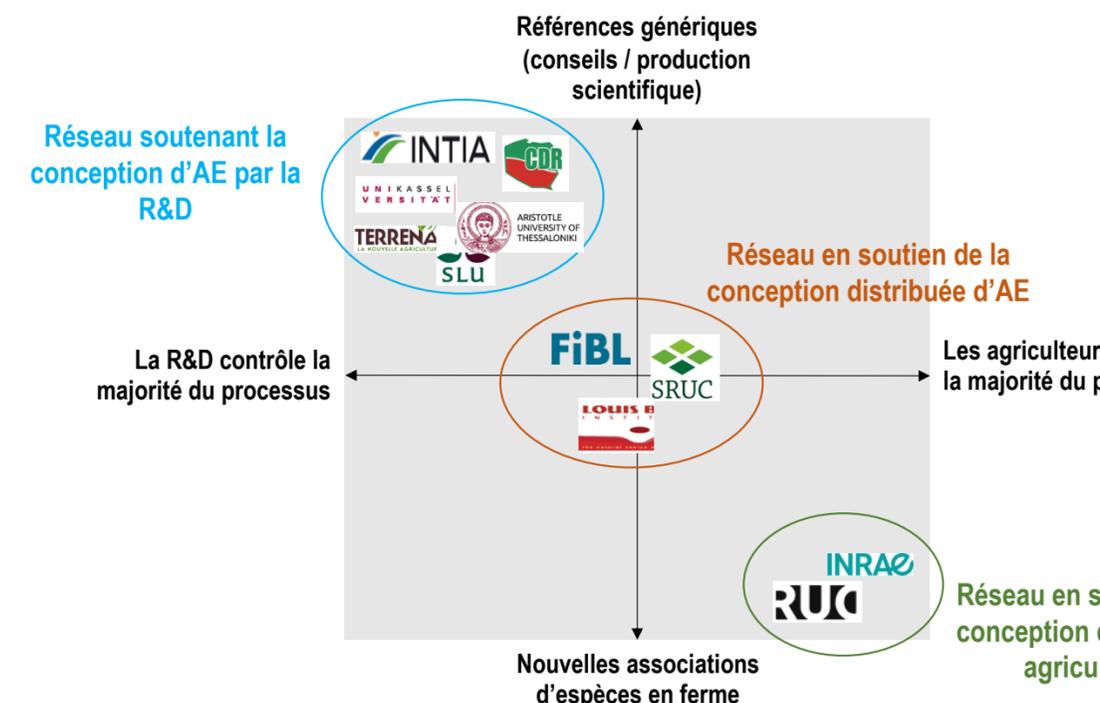


- Non-labour
- Couverts végétaux
- Diversification des rotations
- Partenariat avec éleveur



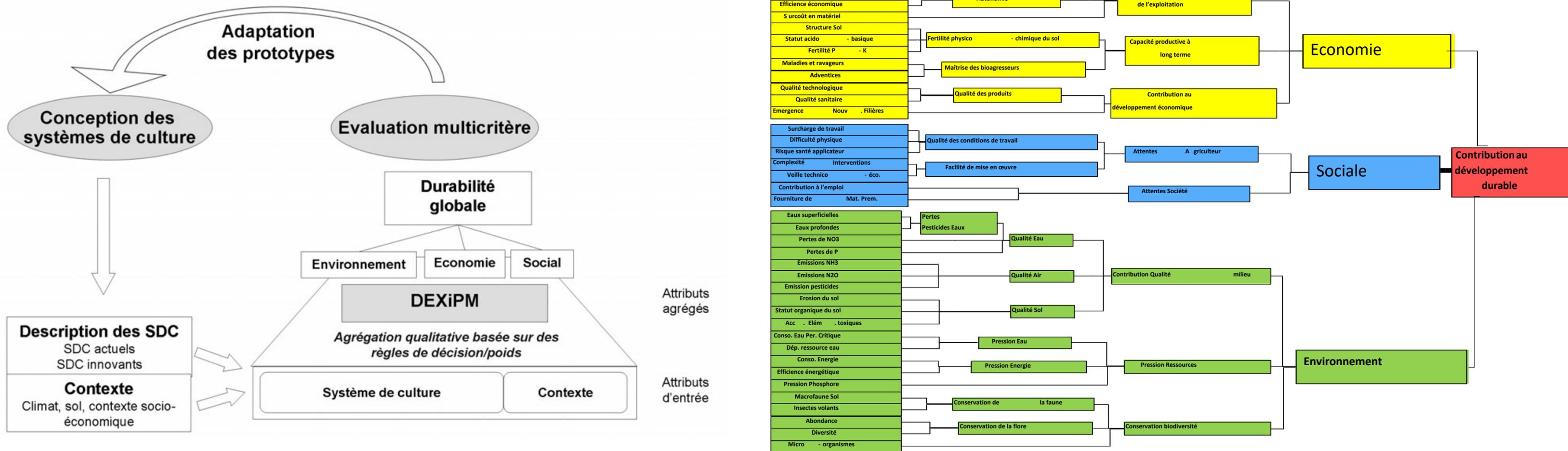
➤ La TAE nécessite de renouveler les dispositifs de production et de diffusion des connaissances

- Adaptation dynamique et locale
 - Co-production des références avec les agriculteurs
- La « performance » n'est pas (plus) liée à la combinaison de techniques individuelles optimisées
 - Variétés pour diversification
 - Fertilité des sols
 - ➔ Pas de « bonne pratique » a priori
- Organisation de la recherche
 - Animal-végétal



Réseaux expérimentaux multi-acteurs mixant essais en station et en ferme

➤ La TAE nécessite de développer des outils d'évaluation multicritère et multi-échelle



➔ Des critères à adapter à l'agro-écologie

➤ La diversification nécessite des innovations couplées

Innovations agronomiques:
association lentille-blé et
augmentation des rotations
pour augmenter la teneur en
protéines du blé tout en
respectant l'environnement



Innovation de service:
conseil spécifique aux
agriculteurs et
comptabilité analytique
(ie. éval. pluriannuelle)

**Innovation technologique
en logistique:**

Nouveau silo de stockage,
trieur optique



Innovation organisationnelle:
Contrat de production avec prix
mini garanti; charte commerce
équitable...

Innovation marketing : création
d'une marque propre dès 2008,
développement distribution locale



Innovation variétale:
stratégie d'alliance avec
un sélectionneur
d'espèces de
diversification

Innovation de Business :
rachat d'une start-up
agroalimentaire, vente
produits finis



➤ **La transition agroécologique nécessite une révision profonde des politiques publiques**

- **Incitations** à renforcer en complément des instruments de **facilitation** (R&D, subventions)
 - Taxes avec redistribution plutôt que normes
 - Paiement pour services environnementaux
- **Directive sol** en préparation
 - Surveillance, solutions de télédétection et collecte de données pour une vue plus détaillée de l'état des sols.
 - Conseil indépendant aidant les agriculteurs à mettre en œuvre des pratiques de gestion durable des sols
 - Certification de la santé des sols pour une meilleure reconnaissance (financière) des bonnes pratiques mises en œuvre par les agriculteurs
 - Accès facilité des agriculteurs à l'innovation, aux financements, aux données, aux connaissances, aux conseils et à la formation.

➤ Conclusion

- La (re)-**diversification des systèmes agri-alimentaires est une condition nécessaire** pour contribuer à la transition agro-écologique;
- **Elle est un levier majeur** pour atténuer les effets du changement climatique et stopper la crise de la biodiversité;
- Lever les verrous à cette diversification tout au long des chaînes de valeur suppose une **approche systémique, une coordination des stratégies des acteurs, des innovations couplées et un changement de régime sociotechnique**
- Les systèmes diversifiés doivent être **adaptés à chaque situation et évoluer en permanence** en raison de l'accélération des changements globaux
- Changer la nature des connaissances nécessaires et la manière de les produire au travers de **processus de conception distribuée multi-acteurs** et l'urgence à agir constituent un défi pour les organismes de recherche et développement et les acteurs économiques;
- Les politiques publiques, aujourd'hui **sectorielles et prescriptives, doivent favoriser une approche systémique et dynamique de transformation** des systèmes agri-alimentaires.

➤ Merci pour votre attention

Rémy Ballot, Marie-Hélène Jeuffroy, Margot Leclère, UMR Agronomie
Eva Revoyron, Guénaëlle Hellou, ESA Angers
Didier Stilmant, CRA-W



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 727482 (DiverIMPACTS)

DiverIMPACTS is supported by the European Union's HORIZON 2020 research and innovation programme under Grant Agreement no 727482 and by the Swiss State Secretariat for Education, Research and Innovation (SERI) under contract number 17.00092. This communication only reflects the author's view. The Research Executive Agency is not responsible for any use that may be made of the information provided.



@messean

Courriel antoine.messean@gmail.com