

24 Novembre 2022,
150 ans CRA-W,
Gembloux, Belgique

Quelles recherches pour alimenter l'innovation et le développement au service des systèmes agricoles et alimentaires (de demain)

*Christian HUYGHE, Directeur Scientifique Agriculture,
INRAE, France*



Les enjeux

Consensus sur les enjeux assignés à l'agriculture et l'alimentation

Une agriculture :

- Qui nourrit le monde avec une alimentation de qualité (« *souveraineté alimentaire* »)
- Qui respecte l'environnement : climat, biodiversité, eau, air... (« *transition écologique* »)
- Qui contribue à l'atténuation du changement climatique
- Qui fournit un revenu décent et équitable aux agriculteurs...

MAIS quels compromis entre les enjeux alimentaires, environnementaux, économiques et sociaux ?

La question des temporalités

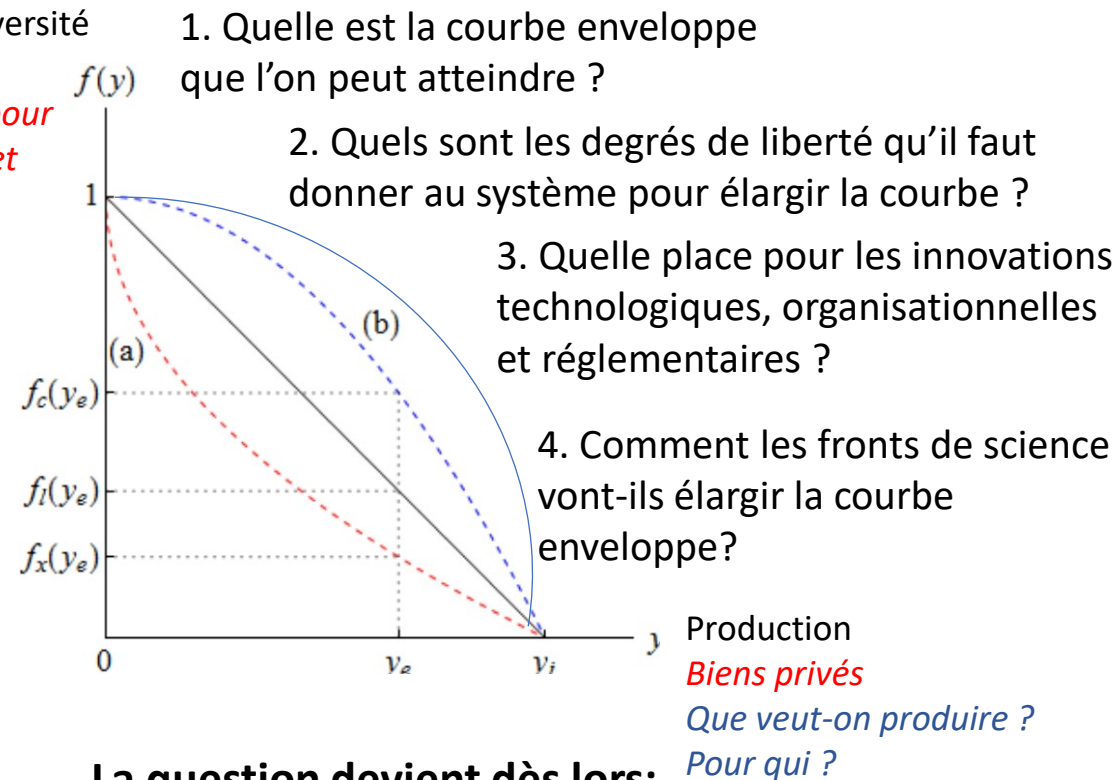
OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



En promouvant les ODD, il est donné le sentiment que toutes les combinaisons sont possibles:
« Un concept sédatif » selon Eastes R-E et Pellaud F (2019, The Conversation)

- Une hypothèse sous-jacente que le land-sharing est le régime privilégié d'occupation des sols
- L'agroécologie correspond bien à une perspective de land-sharing
- Augmenter la production = augmenter le **LER**

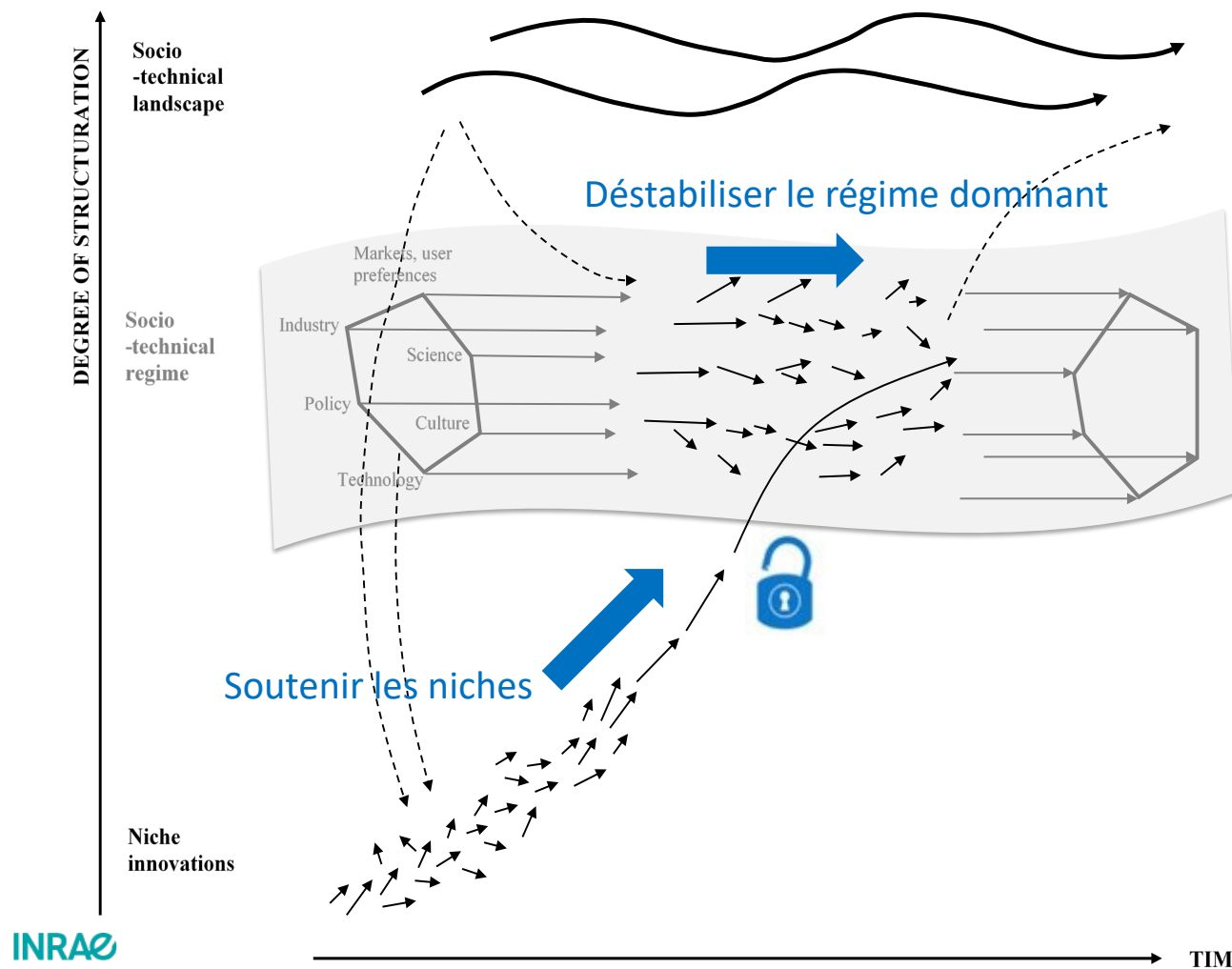
Biodiversité
Biens publics (communs) pour aujourd'hui et pour demain



La question devient dès lors:

Un cadre conceptuel

Faire évoluer les systèmes socio-techniques



Renforcer les changements du paysage socio-technique : politiques publiques y compris PAC, réglementation, écoute des attentes sociétales

Innovation incrémentale

Innovation de rupture

(adapté de Ollivier et al., 2018 (Ecology and Society) qui l'a adapté de Geels, 2002 (Research Policy))

Recherche et innovation, aujourd'hui et
demain

Innovation

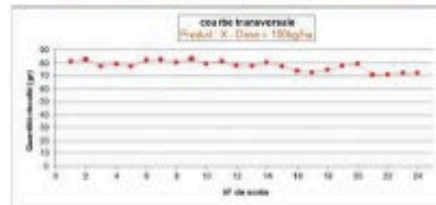
- Innovation incrémentale et innovation de rupture
 - Concept ESR de Hill et Mc Rae
 - Lien à l'adoption
- Contribution de la recherche à l'innovation via des partenariats
 - Partenariats avec les Instituts Techniques Agricoles: projets collaboratifs, dispositifs conjoints (Unités Mixtes Technologiques)
 - Partenariats avec les entreprises
 - Ex: Consortium public-privé sur le biocontrôle
 - Co-concevoir et favoriser les politiques publiques de soutien à la recherche
 - Soutenir les projets pré-compétitifs
 - Favoriser les projets compétitifs
 - Ex: Plateforme AgroTechnopole
 - Renforcer les partenariats avec les constructeurs de machines agricoles, au service de la transition agroécologique
 - Structuration du partenariat autour de bancs de recherche et d'expérimentation
 - Priorités identifiées conjointement
 - Test en conditions contrôlées (reproductibilité, modélisation) et qualification des performances au champ
 - Contribution possible à la normalisation internationale (projets ARPAs pour évaluer les dispositifs de sécurité des robots agricoles)
 - Bancs selon 6 domaines d'application privilégiés

Qualification des performances aux bancs
+ **Qualification des performances aux champs**

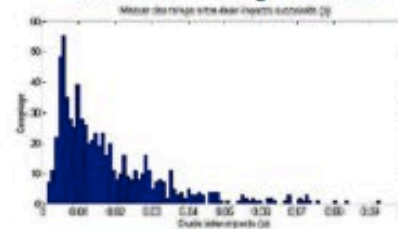
en conditions maîtrisées = reproductibilité



Mesure
distribution transversale

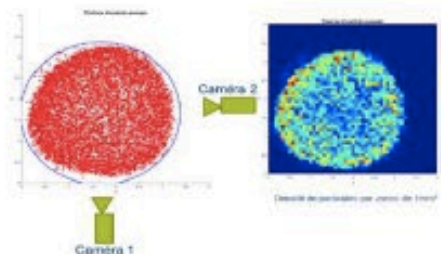


Mesure
distribution longitudinale

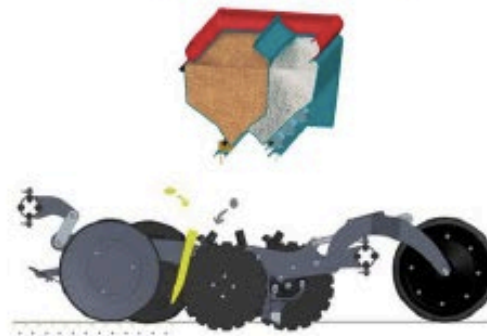


- Banc de Recherche et d'essais (CDC-2021)
 - Mesure de la qualité des répartitions transversales et longitudinales
 - Mesure des caractéristiques d'écoulement en différents points de la machine
- Couplage et validation de modèles numériques (CFD, DEM) pour l'optimisation / conception de nouvelles machines de semis

Mesure des caractéristiques d'écoulement – fluide • granulaire



Performance en semis
multi-espèces / graines



- Nouveaux outils et méthodes d'investigations
 - Semis de plusieurs espèces végétales (combinées sur différents rangs ou sur le même rang, à différentes densités, profondeurs, cultures relais...)
 - Apport d'engrais localisé durant le semis
 - Aptitude à fonctionner sur débris végétaux
 - Pilotage modulé intra-parcellaire et inter-parcelles en fonction des ressources disponibles (état et nature des ressources du sol, état hydrique...)

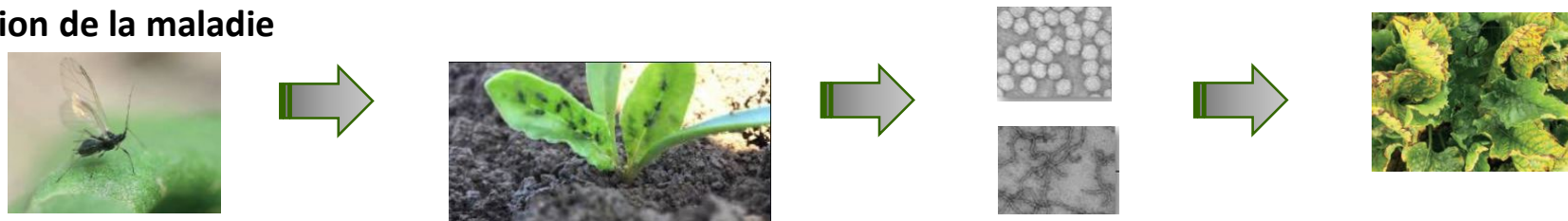
S6 : Banc de Recherche et d'Essais Semoir
(nouvelle infrastructure)

Doit-on évoluer dans les démarches d'innovation pour favoriser les approches de type-problem-solving?

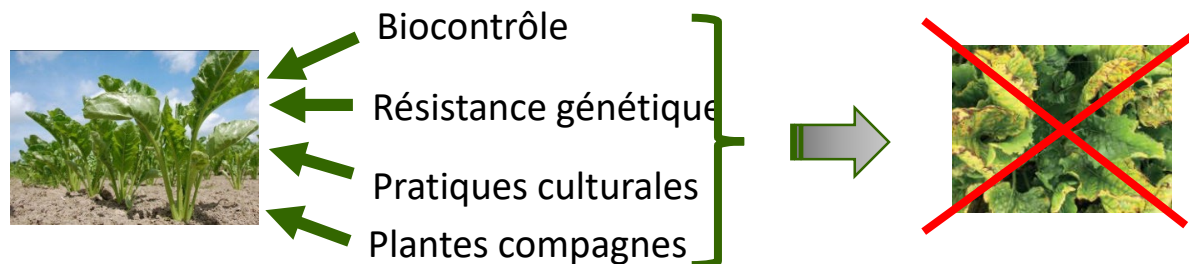
- Exemple du Plan National Recherche et Innovation sur la protection de la betterave sucrière aux virus, en absence de NNI (néonicotinoïdes)
- Recherche à 360°, avec exploration de combinaisons de leviers
- Permet à la fois les innovations incrémentales et de rupture

Les axes du plan

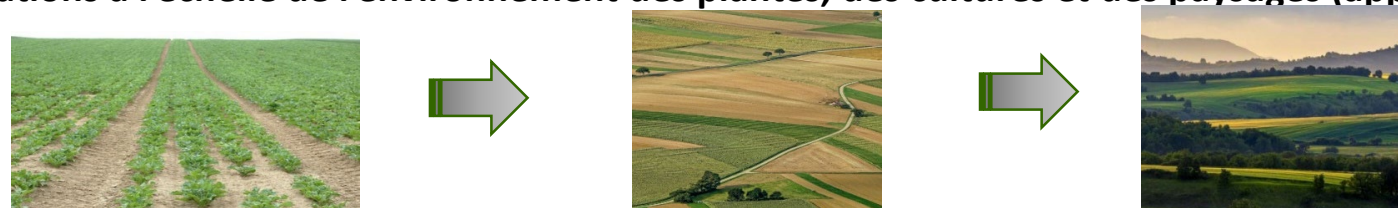
Axe 1: Mieux comprendre la maladie. Mieux prédire le comportement des pucerons, le risque viral et l'extériorisation de la maladie



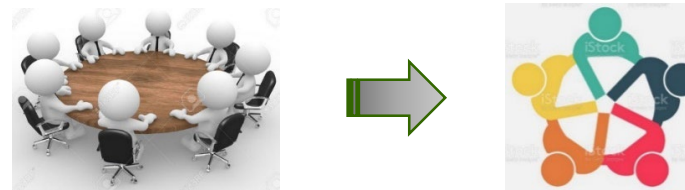
Axe 2: Solutions à l'échelle de la culture



Axe 3: Solutions de régulations à l'échelle de l'environnement des plantes, des cultures et des paysages (approches agroécologiques)



Axe 4: Transition vers un modèle économique durable



Doit-on évoluer dans les démarches d'innovation pour favoriser les approches de type-problem-solving?

- Exemple du Plan National Recherche et Innovation sur la protection de la betterave sucrière aux virus, en absence de NNI (néonicotinoïdes)
- Recherche à 360°, avec exploration de combinaisons de leviers
- Permet à la fois les innovations incrémentales et de rupture
- Les conditions du succès
 - Un périmètre large mais bien défini
 - Un horizon thématique (0-NNI) et temporel (3 ans) précis
 - Un portage politique et professionnel
 - Un coût de transaction massif



Favoriser le transfert et l'adoption

Adoption de l'innovation en situations de verrouillage: exemple des exploitations agricoles ?

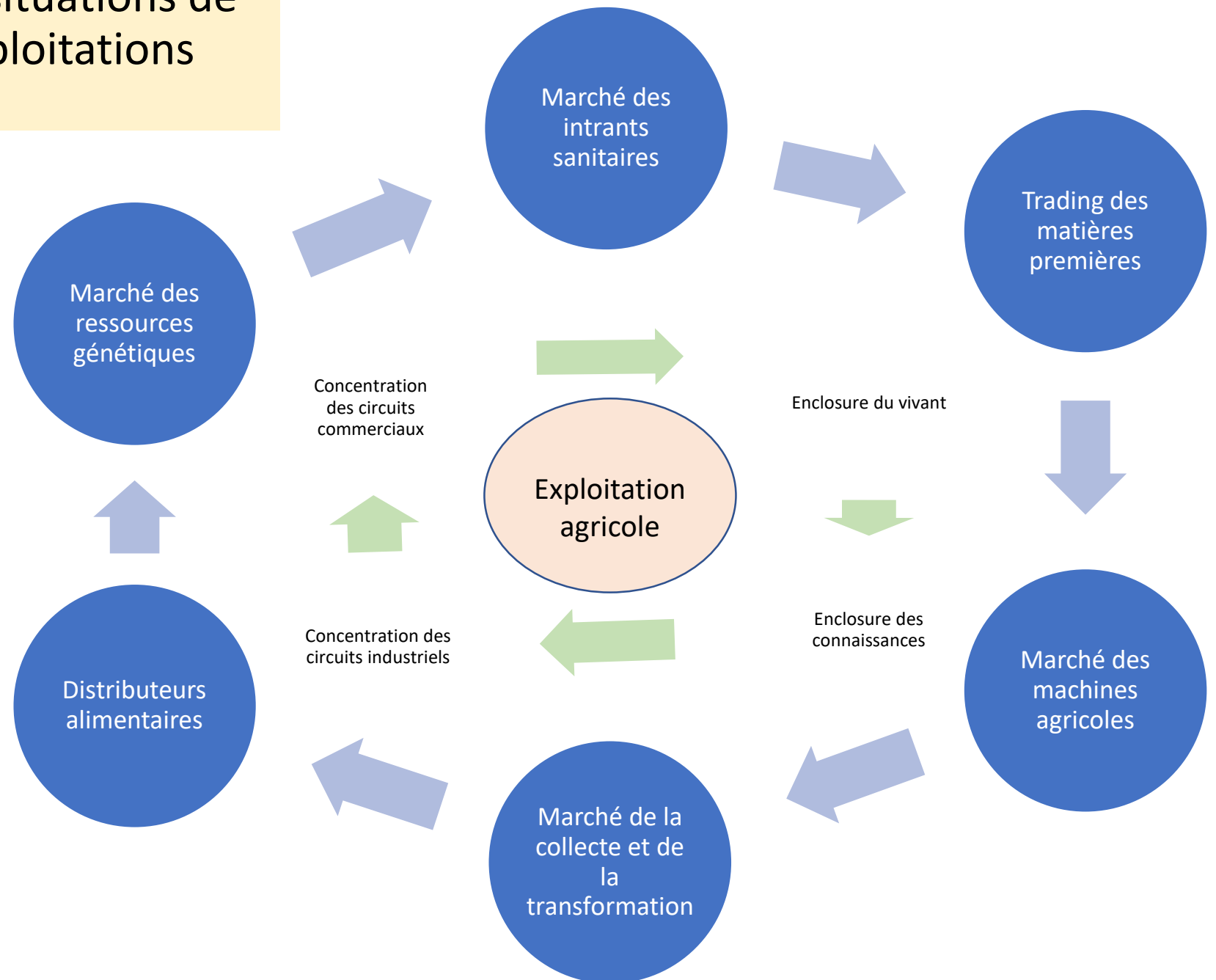
Adapté d'après Valiorgue (2020)

Deux processus marquants à prendre en compte pour envisager toute transition

- Les phénomènes d'enclosure
- **Le poids des investissements spécifiques**

Comment accompagner les agriculteurs dans la transition

- Sortir des situations d'enclosure
- Conseillers et services de développement
- Couvrir les risques de la transition via des assurances adaptées



Adoption de l'innovation en situations de verrouillage

- **Enclosure des savoirs**
- En France, mise en place d'une cellule Recherche-Innovation-Transfert, conjointement par Inrae (Recherche), Acta (Rech. Appliquée) et APCA (développement)
- Sur des sujets ciblés, définis conjointement
- Pour mettre à disposition les connaissances actionnables : une logique de push
- Défi de mobiliser les expériences locales
 - Les divers acteurs du développement (> Chambres d'Agriculture)
 - GIEE et Groupes Opérationnels du PEI-Agri
 - L'enseignement agricole

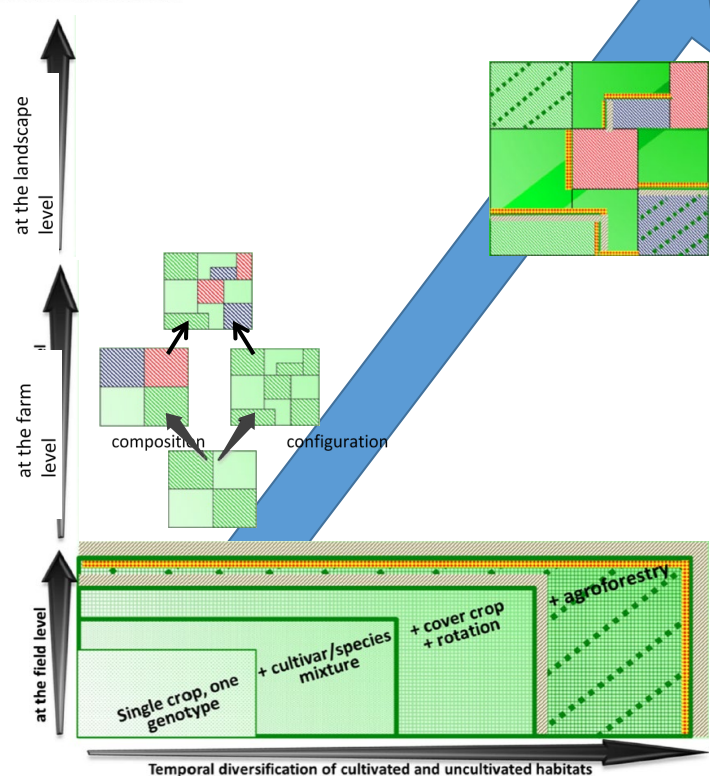
Recherche, expertise et appui aux politiques
publiques

Recherche et expertise et appui aux politiques publiques

- A Inrae, en 2020, création d'une Direction Générale Déléguée à l'Expertise et à l'Appui aux Politiques Publiques
- Expertise, études et prospective
 - Sous commandite publique
 - Ex d'expertise scientifique collective en 2022: Régulations naturelles grâce à l'augmentation de la diversité fonctionnelle

Expertise scientifique collective sur les régulations naturelles permises par une augmentation de la diversité fonctionnelle (Inrae, Oct 2022)

Spatial diversification of cultivated and uncultivated habitats



Temporal diversification of cultivated and uncultivated habitats

No field margin (f.m.) Simple f.m. (grass strip) Complex f.m. (grass strip + hedge) Complex f.m. + specific habitat

L'augmentation de la diversité à l'échelle des parcelles et des paysages conduit à une augmentation de la régulation naturelle des adventices, ravageurs et maladies

	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	?	* Effet attendu nul ou très faible			?	araignées : 0*	chauves-souris : *	oiseaux : *
↘ taille des parcelles	* Effet attendu positif	* Effet attendu positif	?	* 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			* Effet attendu positif	?		
↗ diversité des ESN dans le paysage	* Effet attendu positif	** Effet faible	?	* Effet attendu positif			?	Acariens : * Effet attendu positif		

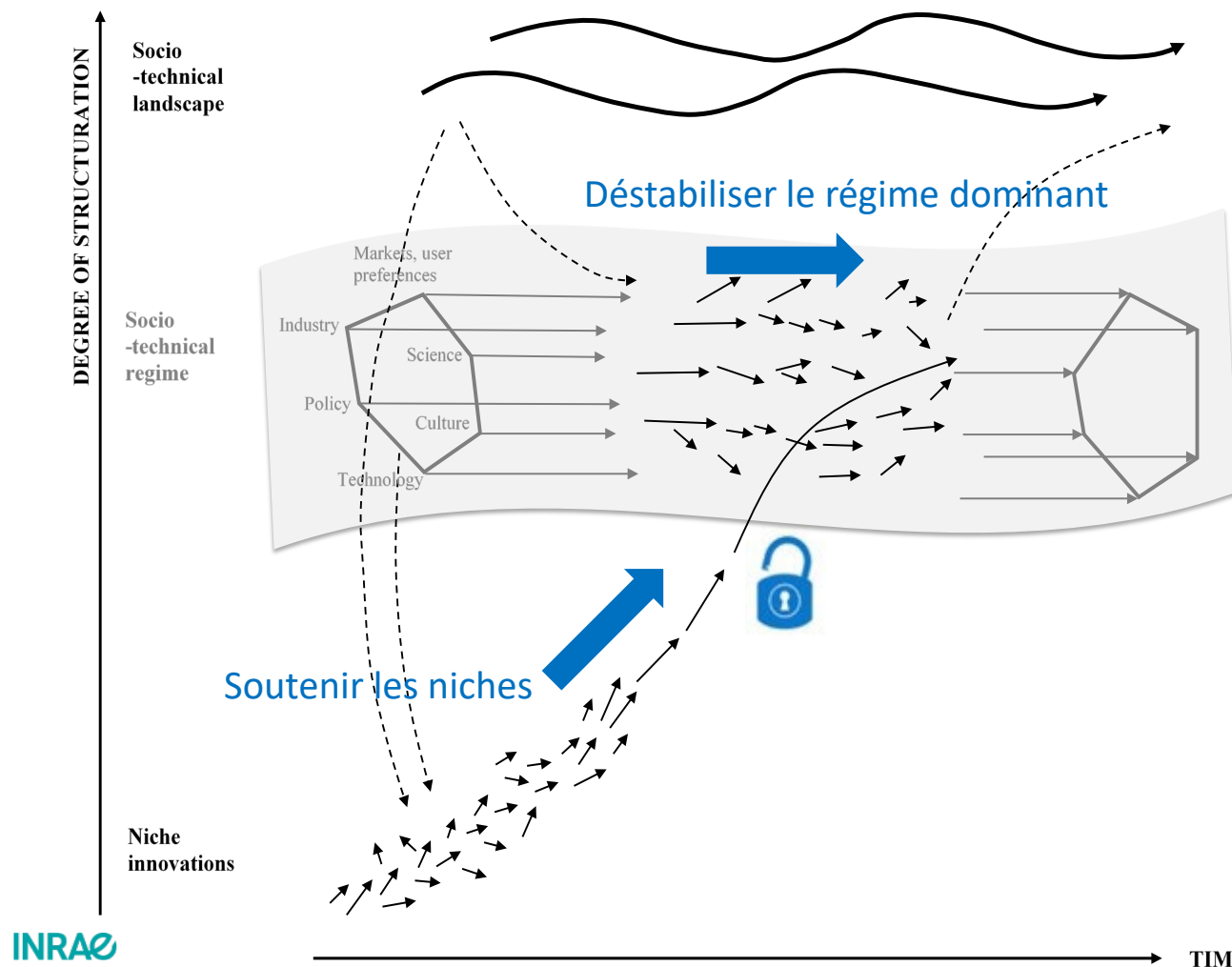
NB : La non-additivité des effets synthétisés dans ce tableau interdit toute lecture transversale entre lignes mais aussi entre colonnes. Cette règle est d'autant plus fondamentale que l'analyse des effets multiples de chaque modalité de diversification sur des cortèges de bioagresseurs, ainsi que des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

Recherche et expertise et appui aux politiques publiques

- A Inrae, en 2020, création d'une Direction Générale Déléguée à l'Expertise et à l'Appui aux Politiques Publiques
- Expertise, études et prospective
 - Sous commandite publique, aujourd'hui pour les Ministères français
 - Ex d'expertise scientifique collective en 2022: Régulations naturelles grâce à l'augmentation de la diversité fonctionnelle
 - Ex de prospective à paraître en 2023: Agriculture européenne sans pesticides de synthèse en 2050 (21/03/23 à Strasbourg)
- Conception et mise en œuvre de politiques publiques: exemple des certificats d'économie de produits phytopharmaceutiques (dans le cadre d'Ecophyto, déclinaison française de la directive 2009/128/CE)
- Développement de partenariats avec Commission Européenne et Agences européennes

Aller au-delà

Peut-on aller au-delà ?



Renforcer les changements du paysage socio-technique : politiques publiques y compris PAC, réglementation, écoute des attentes sociétales

Comment aller au-delà ?

- **Etablir des scénarios extrêmes non prescriptifs**
- **Démarches participatives et living labs** (Klerkx et al, 2020)

Innovation de rupture

(adapté de Ollivier et al., 2018 (Ecology and Society) qui l'a adapté de Geels, 2002 (Research Policy))

Aller au-delà, en posant des scénarios
extrêmes non-prescriptifs

Poser des scénarios extrêmes non prescriptifs

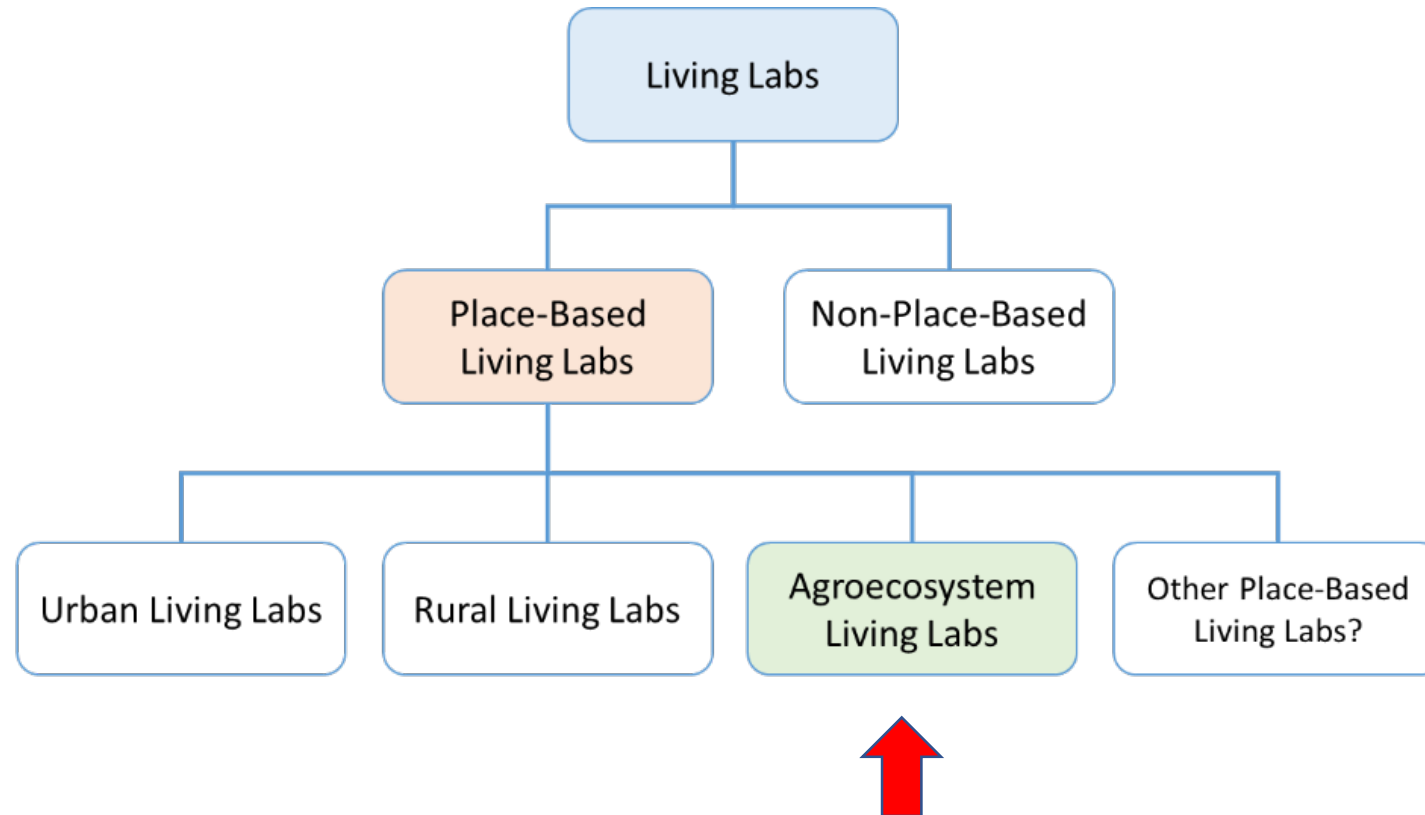
- Pourquoi ?
 - Explorer des inconnus scientifiques sur des fronts disruptifs
- Quel cadre ?
 - Des programmes (et équipements) prioritaires de recherche, PPR devenu PEPR, sous pilotage scientifique des organismes nationaux de recherche
 - PPR « Cultiver et Protéger Autrement »
 - PEPR « Agroécologie et Numérique »
 - PEPR « Edition des génomes »
 - Ex du PPR « Cultiver et Protéger Autrement », sur 8 ans, avec une dotation de 30 M€
 - 10 projets financés (microbiote, écologie chimique, épidémiosurveillance, approches intégrées, sciences économiques et sciences politiques)
 - Une animation scientifique transversale, avec colloques nationaux et internationaux, évaluation d'impact *in itinere*, prospective et rédaction d'ouvrage
 - Une comitologie 'complexe'

Aller au-delà, via les démarches participatives

Développer les démarches participatives, la science ouverte et les living labs

- La montée en puissance des démarches participatives et de la science ouverte
 - Eviter l'isolement de la recherche, dans un contexte de dialogue science-société difficile
 - Co-définir les objectifs, co-conduire et favoriser la diffusion et l'appropriation
 - Exemple des suivis de biodiversité
- La configuration particulière de la question agricole et alimentaire
 - Des bénéficiaires directs et indirects
 - Une tension marquée entre biens privés et biens communs (wicked problems)
 - Une dépendance aux conditions locales, mais non cohérence avec le développement basé et présent basé sur les économies d'échelle

Framework of the Defining Characteristics of Agroecosystem Living Labs (Mc Phee et al, 2020, Sustainability)



En France et à Inrae

- Collaboration Inrae-AgriFood Canada sur les cadres théoriques des Agroecosystem Living Labs
 - Conférence internationale en octobre 2023 à Montréal
- Mise en place en 2019 de 24 Territoires d'innovation dont 8 en agriculture-alimentation
 - Projets de longue durée (8 ans)
 - Forte implication d'Inrae. Ex:
 - **Lit Ouesterel**: Régions de l'Ouest, bien-être animal et performance économique des filières animales
 - **VitiRev**: Nouvelle-Aquitaine, réduction des pesticides, production et co-existence des activités
 - **Dijon Alimentation durable**: Dijon métropole, transition vers alimentation et protéines végétales et maîtrise de l'obésité, restauration collective
- Programme TETRAE (*Transition en Territoires de l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement*), co-financé Inrae et collectivités territoriales
 - Programme de recherche, pour des recherches situées et aux interfaces Agriculture, Alimentation, Environnement
 - Des projets financés sur 5 ans
 - Reposant sur une phase initiale de co-construction, suivie par des approches collaboratives obligatoires
 - 19 projets soutenus dans 7 régions administratives différentes

En conclusion

- La dérivée seconde est non-nulle !!!
- Les enjeux en agriculture - alimentation – environnement sont majeurs et inédits, en tension
- La poursuite des trajectoires actuelles ne permet pas d'atteindre les objectifs souhaitables à horizon 2050 (la stabilité n'est pas une option)
- La construction de visions à moyen et long terme est absolument indispensable:
 - Une responsabilité de la recherche (publique)
 - Un besoin de collaboration/concertation à l'échelle européenne
- Totalelement compatible avec
 - Innovation et relation avec les entreprises
 - Appui aux politiques publiques
- Une évolution forte des modalités de recherche avec les acteurs et les bénéficiaires indirects
- Intérêt des démarches situées

Merci de votre attention ...

