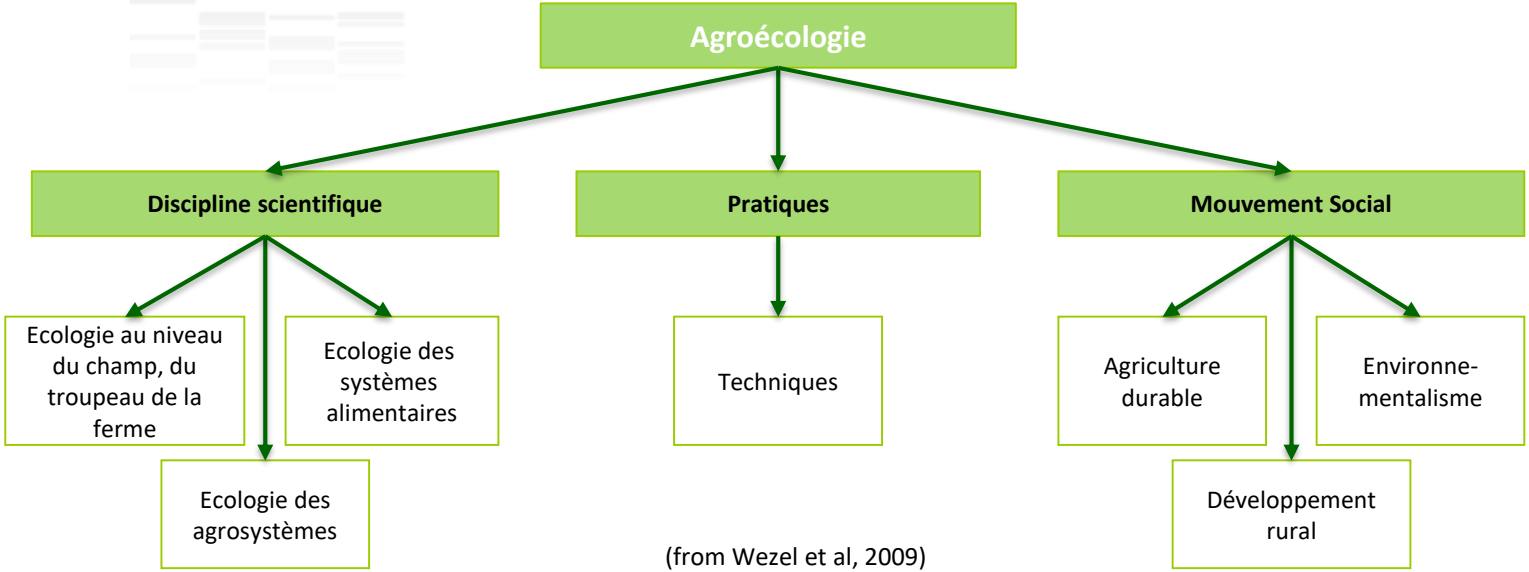
Comment l'agroécologie permettra de répondre aux besoins de compétitivité et aux défis sociétaux et environnementaux ?

C. Huyghe
Directeur Scientifique Agriculture
Inra

Colloque AAF, 13 février 2019

Agroécologie
un mot, plusieurs dimensions, un principe



(from Wezel et al, 2009)

L'agroécologie définit un nouveau paradigme:

L'augmentation de la diversité fonctionnelle dans les cultures, les systèmes de culture et les paysages augmente les régulations biologiques

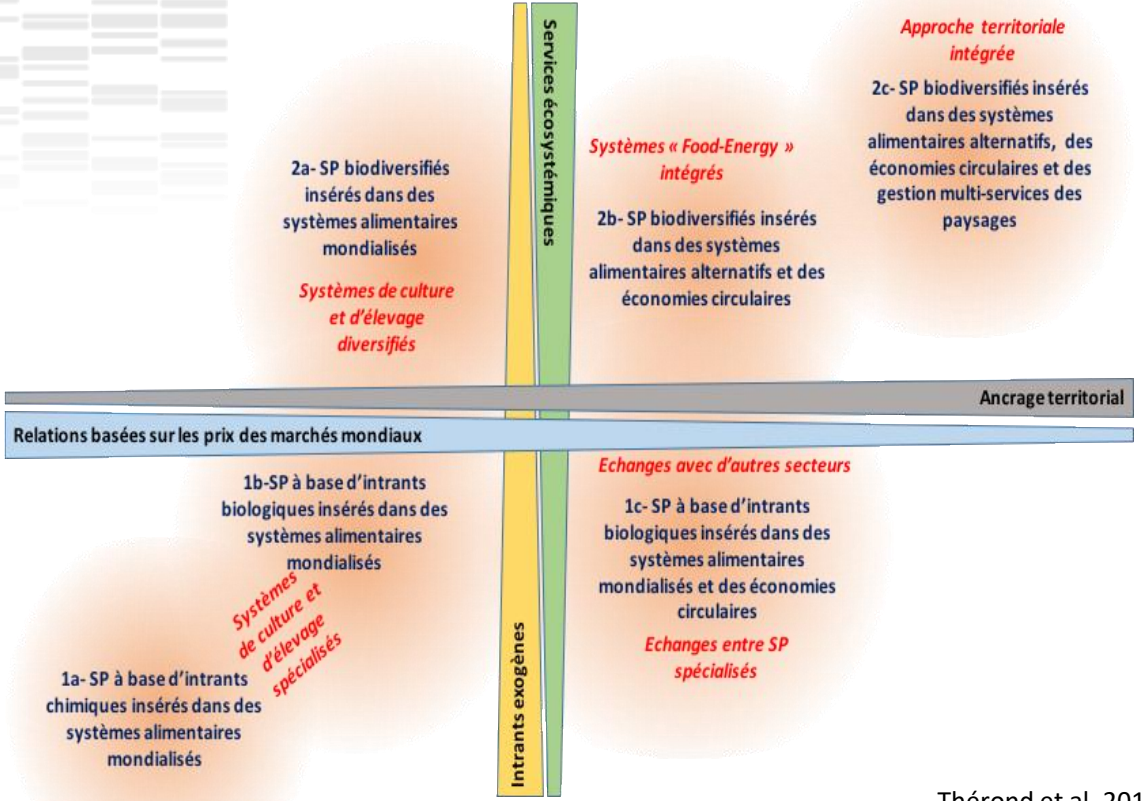
Un contexte sociétal national et international dynamique

- Projet agroécologique pour la France
- Avis du Conseil Economique Social et Environnemental
- FAO
  - 2014 : 1er Symposium international sur l'agroécologie pour la sécurité alimentaire et la nutrition
  - 2018 : 2ème Symposium international sur l'agroécologie
    => *Initiative de passage à l'échelle supérieure de l'agroécologie*

Points généraux

- **Agroécologie « molle »** (dans la continuité des systèmes actuels) vs. **agroécologie « stricte »** (mobilisation de processus biologiques, avec finalité de cohérence et de durabilité) => re-conception en profondeur des systèmes, cohérence avec les besoins de consommation et leur organisation dans les territoires (*food system*)
- Lien avec économie circulaire, écologie industrielle (bouclage des flux)

Agroécologie +



Thérond et al, 2016, Agronomy Sustainable Development

L'agroécologie est une inter-discipline scientifique émergente

Le chantier Agro-écologie répond au document d'orientation 2010-2020, qui prévoit de renforcer les bases scientifiques de l'Inra dans ce domaine.

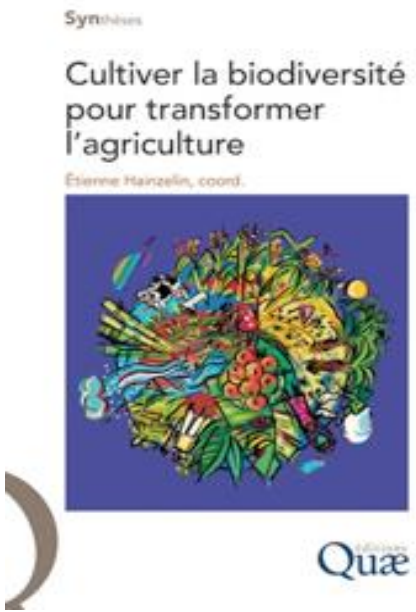
- Ambition : conjuguer sciences agronomiques et écologiques
  - deux domaines d'étude historiquement disjoints
- Les systèmes de culture ou d'élevage vus comme des écosystèmes …
  - dans lesquels le milieu naturel est transformé, valorisé et impacté par les pratiques agronomiques
- Il s'agit de (mieux) comprendre le fonctionnement de ces agroécosystèmes …
  - en quoi obéissent-ils aux théories écologiques existantes ?
  - en quoi génèrent-ils de nouvelles théories ?
- … et en quoi l'ingénierie agroécologique permet de mieux accorder les régulations naturelles, les pratiques agricoles et les autres interventions humaines
  - pour concevoir des systèmes plus durables (économie, environnement et social)

Agro-écologie : trois axes de recherche

- **Utiliser la biodiversité et les régulations biologiques positives**
  - Considérer la biodiversité au sein des systèmes et territoires agricoles, sans compromettre leurs autres performances (productives et économiques)
  - Tirer profit de cette biodiversité pour accroitre la flexibilité et la résilience des systèmes
  - Développer des pratiques innovantes en connaissant et en exploitant mieux les interactions biologiques et écologiques

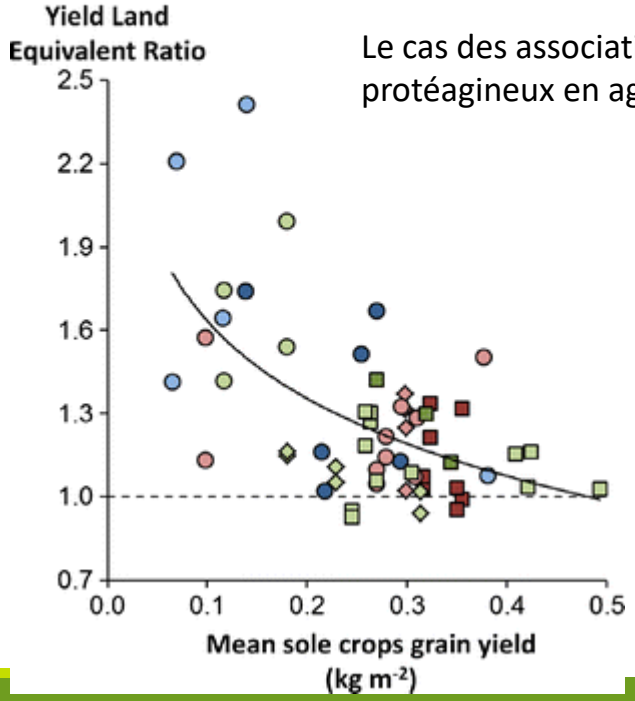
Agir aux trois niveaux d'organisation de la biodiversité

- diversité spécifique des communautés végétales
- diversité génétique
- biodiversité ''associée'' (micro-organismes, faune auxiliaire, structures agro-écologiques)



Diversité spécifique des communautés végétales
- Au service de la production

Dans les cultures en association à forte diversité fonctionnelle, le land equivalent ratio mesure le bénéfice d'une association (si LER >1)



Le cas des associations céréales-protéagineux en agriculture biologique

La question essentielle de la valorisation des produits de récolte en mélange

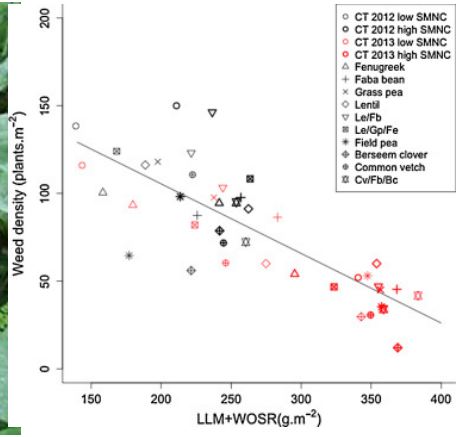
- Utilisation directe en mélanges: nutrition animale en FAF, Agriculture biologique
- Tri et séparation des graines des espèces associées

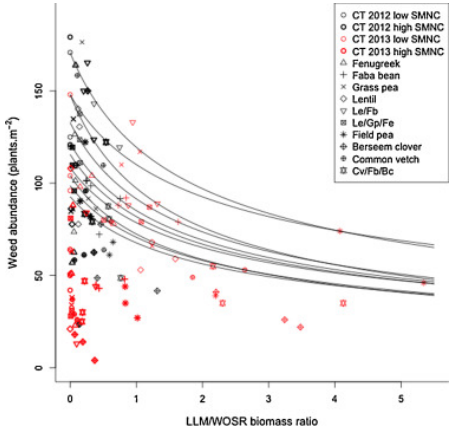
Exemple de Qualisol (Gers)

Bedoussac et al, 2015; ASD, 35, 911-935

Diversité spécifique des communautés végétales
- Au service de la régulation des bioagresseurs

- Inter-cultures de colza d'hiver avec des légumineuses gélives
  - Pas d'herbicides en automne et hiver
  - 40-60 kg d'N fournis par les légumineuses
  - Pas d'insecticide contre la grosse altise (*Psylliodes chrysocephalus*) en automne (écologie chimique)
- Mélange d'une variété de colza avec une variété beaucoup plus précoce (-8 j) dans un mélange 95/5
  - Pas d'insecticide contre les méligèthes (*Meligethes aeneus),* un coléoptère qui mange les boutons floraux et fait son unique cycle annuel sur la variété précoce





(From Lorin et al, 2015)

La diversité génétique végétale et animale

- Contribution de la diversité génétique à la performance des systèmes.
- Mécanismes d'action de cette diversité, ainsi que l'effet de la gamme de diversité et de la gamme de variation environnementale sur l'amplitude des interactions « Génétique x Environnement »
- Traits d'intérêt majeurs impliqués dans les interactions (plantes/plantes, animaux/animaux, plantes-environnement, ...) pour le maintien de la diversité et la performance agroécologique.
- Gamme de diversité permettant l'expression des mécanismes favorables au développement de systèmes de production plus robustes, plus résistants et/ou plus résilients.
- *Adapter la réglementation (inscription des variétés, certification des semences)*

Biodiversité associée

L'aménagement parcellaire
Des mécanismes à exploiter et à favoriser

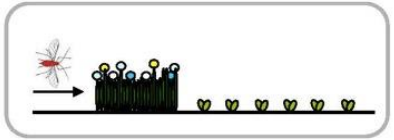
La manipulation de l'environnement parcellaire peut favoriser l'action des auxiliaires naturellement présents = lutte biologique par conservation

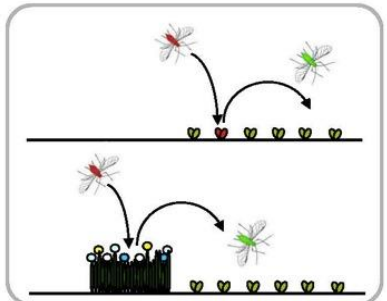
Prédateurs

Parasitoïdes

L'aménagement parcellaire
Des mécanismes à exploiter et à favoriser

Les bandes de plantes non hôtes peuvent protéger les cultures des virus non persistants selon différents mécanismes : barrière physique, leurre (stimulus visuel), filtre à virus.





Exemples plus complexe : l'aménagement des parcelles de production de melon pour limiter les effets des virus

- Des bandes fleuries pour favoriser les auxiliaires
- Des plantes non hôtes pour protéger la culture des virus non persistants

Agro-écologie : trois axes de recherche

- *Utiliser la biodiversité et les régulations biologiques positives*
- **Gérer les paysages et les territoires**
  - L'organisation spatiale des parcelles, des ateliers de production, des espaces interstitiels, des infrastructures écologiques contribue aux régulations écologiques (préservation des habitats, des auxiliaire des cultures, des pollinisateurs, …) et biogéochimiques (sols, flux d'eau et de matière, …)
  - Passer de la parcelle végétale ou de l'atelier animal à une vision spatialisée et pluriannuelle des activités agricoles dans un territoire ouvre de nouveaux leviers de performance environnementale et économique
  - L'élaboration de projets de territoire et la gestion collective des activités agricoles à l'échelle du paysage requièrent des coopérations au sein d'espaces partagés et des outils d'accompagnement pour faciliter les transitions

Diversité fonctionnelle à l'échelle de la placette

Cultures annuelles

Prairies

Diversité fonctionnelle à l'échelle de la parcelle

Agroforesterie

Arbres et arbustes

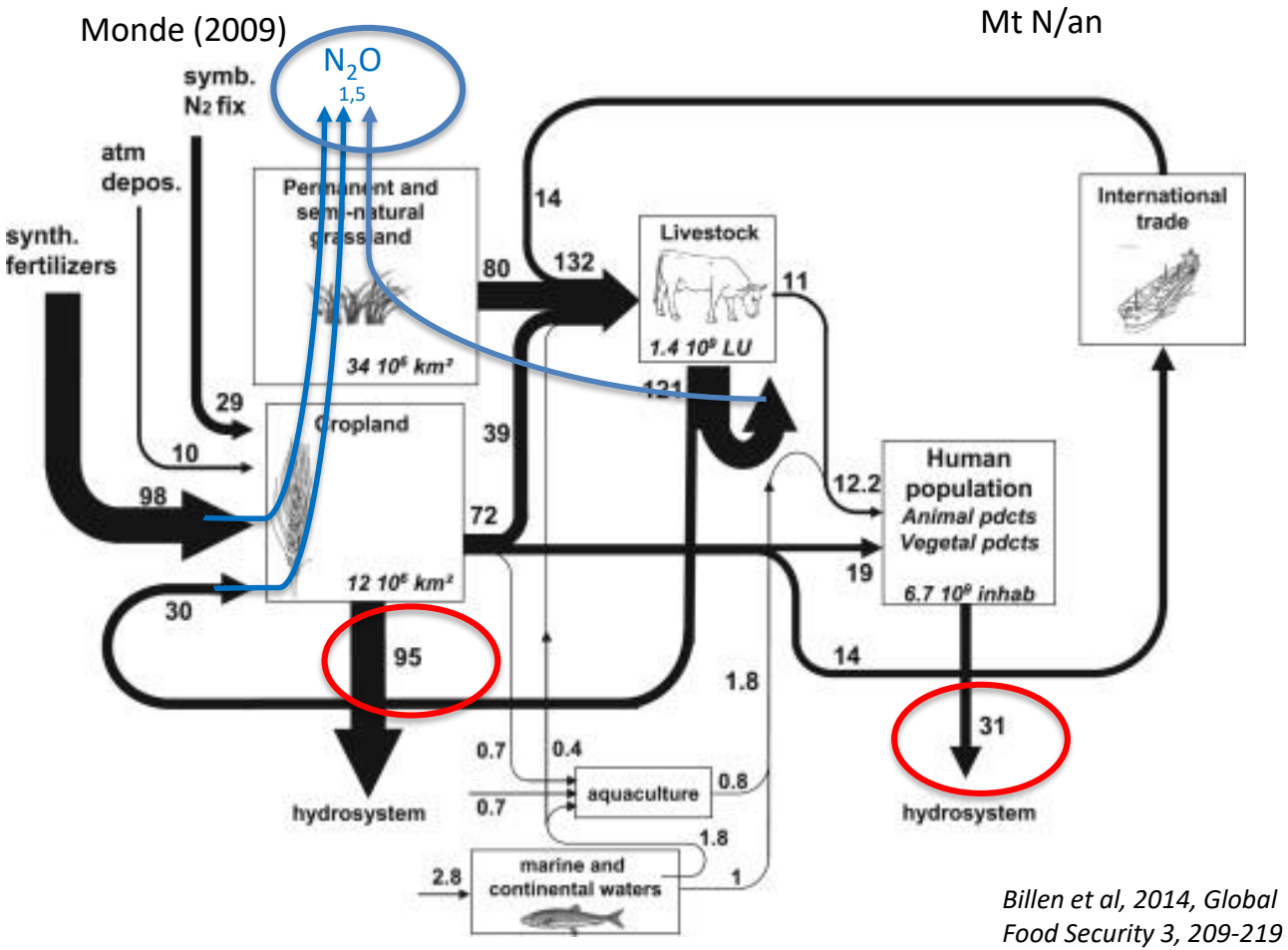
Des paysages hétérogènes

Sylvopastoralisme

Grandes cultures

Agro-écologie : trois axes de recherche

- *Utiliser la biodiversité et les régulations biologiques positives*
- *Gérer les paysages et les territoires*
- **Boucler et coupler les grands cycles**
  - Prendre en compte …
    - les cycles biogéochimiques, la biologie et l'écologie des sols : stockage de carbone et de nutriments dans la matière organique, symbioses racinaires, fixation biologique de l'azote, …
    - les technologies et options de recyclage et de valorisation des effluents
    - le couplage et l'intégration des systèmes de culture et d'élevage
  - … pour évaluer le poids des différents leviers et les traduire en pratiques



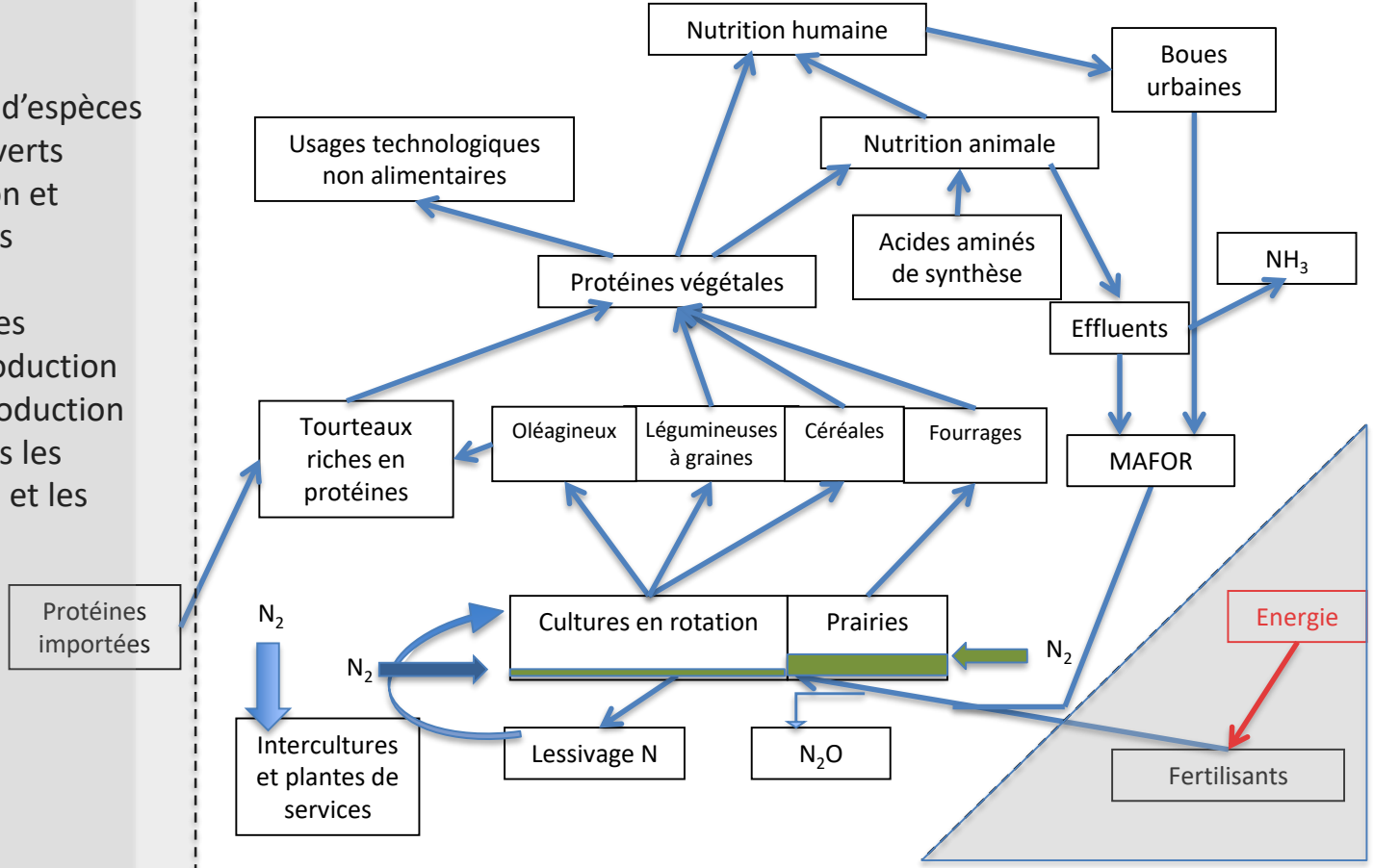
Billen et al, 2014, Global Food Security 3, 209-219

Exemple du cycle azote et protéines au niveau mondial: une illustration de cycles non bouclés, source de pertes considérables

Une représentation schématique du cycle de l'azote

Les marges de manœuvre offertes par l'agroécologie

- Associations d'espèces dans les couverts
- Diversification et légumineuses
- Espèces d'intercultures
- Couplage production animale – production végétale dans les exploitations et les territoires



Intégrer l'agroécologie dans les filières et les chaines de valeur

- Périmètre :
  - **Recours accru à la diversité** (génétique, spécifique ou fonctionnelle)
  - **Recyclage** des ressources et recherches de **complémentarités**

  } Augmentation attendue de la **variété** et de **l'hétérogénéité** des produits agricoles et de leurs logistiques vers un plus grand nombre de secteurs, consommateurs et utilisateurs. ***Apport*** *possible du digital*

  - Conséquences

    => ne pas rester dans une approche linéaire

    => parler plutôt de **système agri-alimentaire que de filière**

    - ✓ Reconnecter agriculture-environnement-alimentation et prendre en compte l'ensemble des acteurs du système.
    - ✓ Changer de paradigme : valoriser la diversité (cf Qualisol).
    - ✓ Approcher les transitions à différentes échelles et les relations producteur ⇔ consommateur

Intégrer l'agroécologie dans les filières et les chaines de valeur

Ceci implique de revisiter:

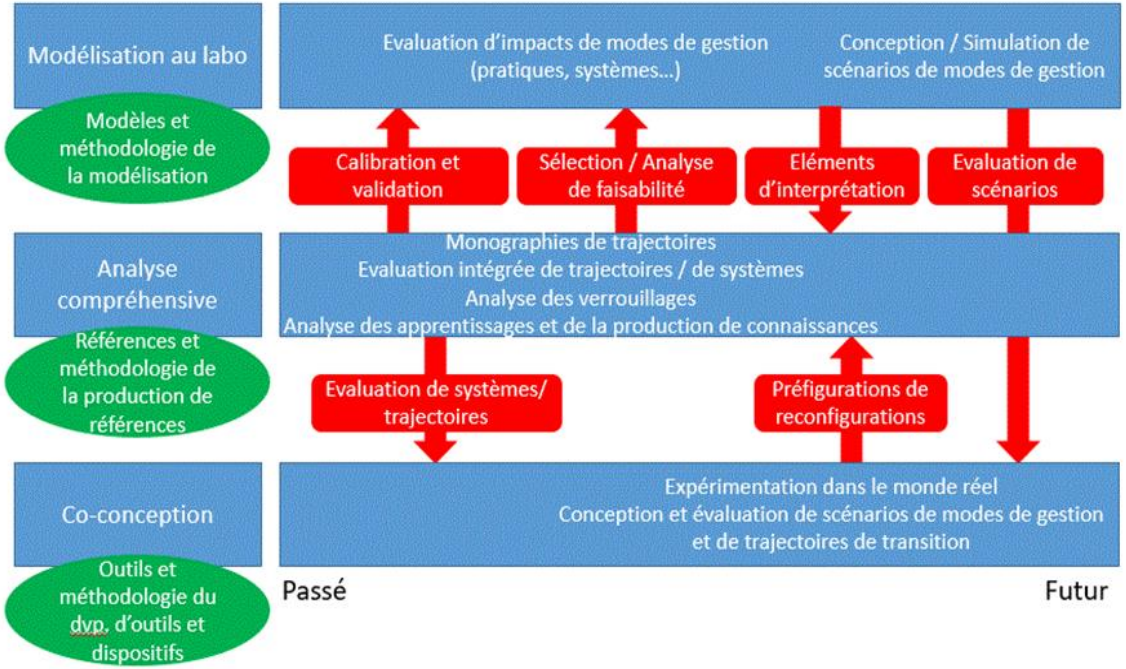
- Propriétés des produits (nutrition, transformation, coproduits, …)
- Pratiques des consommateurs (propension à payer, perception, …)
- Organisation des marchés
  - ✓ Revisiter les normes et les standards pour intégrer la diversité
  - ✓ Prendre en compte les dimensions territoriales/internationales
- Politiques publiques pour soutenir l'agroécologie au niveau des filières
- Cohérence du système (durabilité, articulation avec conventionnel/AB, …)

⇒ **lien avec bioéconomie** (incluant l'économie circulaire visant une réutilisation des produits partiellement consommés ou utilisés)

⇒ nombreuses **questions communes avec AB** et sur la coexistence/coévolution des deux modèles

Transition agroécologique de l'exploitation agricole

- Une transition à l'échelle de la société
- Une pluralité de modèles pour une transition qui se construit chemin faisant
- Peu de travaux sur la transition de l'exploitation agricole
- Poser la question du changement pour comprendre et outiller cette transition



(Martin *et al.*, 2018)

Transition agroécologique de l'exploitation agricole

Ceci implique de revisiter:

- La transition de manière quantitative
  - ✓ Modélisation fonctionnelle de l'exploitation
  - ✓ Apprentissage sur le temps long, intégrant conditions d'incertitudes, dimensions collaboratives
  - ✓ Méthodologies de scénarisations et de simulations à des fins d'aide à la décision
- L'analyser des transitions réalisées ou en train de se faire
  - ✓ Identifier la dynamique des agroécosystèmes en transition : analyser l'évolution du contexte, des pratiques, propriétés et performances des systèmes
  - ✓ Développer les concepts et les méthodes couplant le cadre de la durabilité : dynamique des agroécosystèmes (services écosystémiques), transformations du travail (écologie industrielle)
  - ✓ Caractériser les objets en débat avec la transition et la façon dont ils se reconfigurent
- Co-conception et partage d'expérience de la transition
  - ✓ Création de méthodes de conception pour proposer des solutions localement adaptées
  - ✓ Développer des modes d'accompagnement de la transition et de conduite de projet/gouvernance
  - ✓ Travailler sur les liens entre recherche, conseil et formation

Contribution des agroéquipements pour la transition agroécologique

- « Révolution numérique » bien perçue et légitime. Elle aura donc lieu de toute façon.
- La technologie renforce souvent le système devenu dominant sans forcément le remettre en cause. Si elle n'est pas mobilisée, elle peut contribuer à faire reculer le paradigme agroécologique en rendant le modèle d'agriculture industrielle plus logique, plus cohérent.
- L'intégration portée par l'agroécologie implique des **reconceptions** et des **évolutions** dans l'évaluation de performances étendues à la couverture des services écosystémiques comme reflets de l'état de santé du système.
- Agroéquipements pour l'**internalisation effective du biologique**
  => conduite du diagnostic, pilotage des processus biologiques en équilibre dynamique, évaluation de la fonctionnalité du système et couverture des propriétés traduisant son (bon) état de santé.
  => stimulation des défenses internes, régulations naturelles, occupation des niches écologiques et leur préservation, valorisation des complémentarités entre organismes, reconstitution des stocks…
  => gérer les couverts complexes

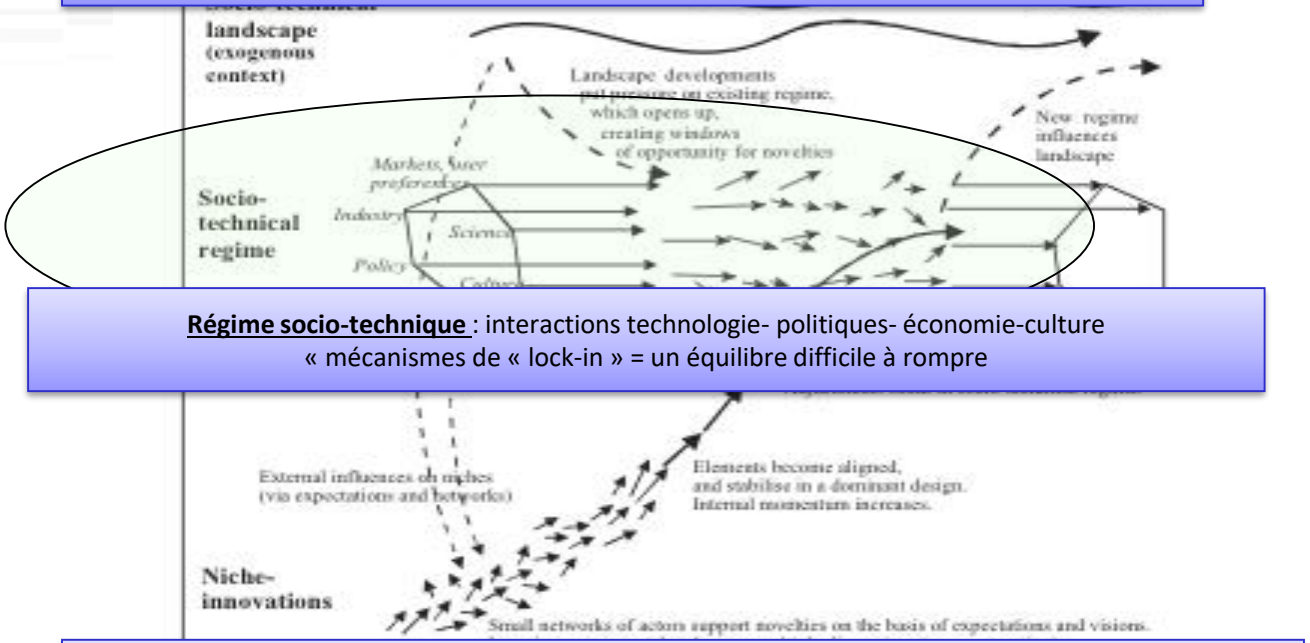
EN CONCLUSION

Pourquoi les changements sont-ils si lents ?

- La théorie du verrouillage socio-technique

Schéma de Geels sur les régimes socio-techniques et les transitions

Paysage socio-technique : démographie, politique, valeurs société, macro-économie



Régime socio-technique : interactions technologie- politiques- économie-culture
« mécanismes de « lock-in » = un équilibre difficile à rompre

« **niches** » = espaces protégés = R&D labos…petits marchés de niches : demandes spéciales des utilisateurs, volonté de soutenir des innovations émergentes »

D'après Geels (2011)

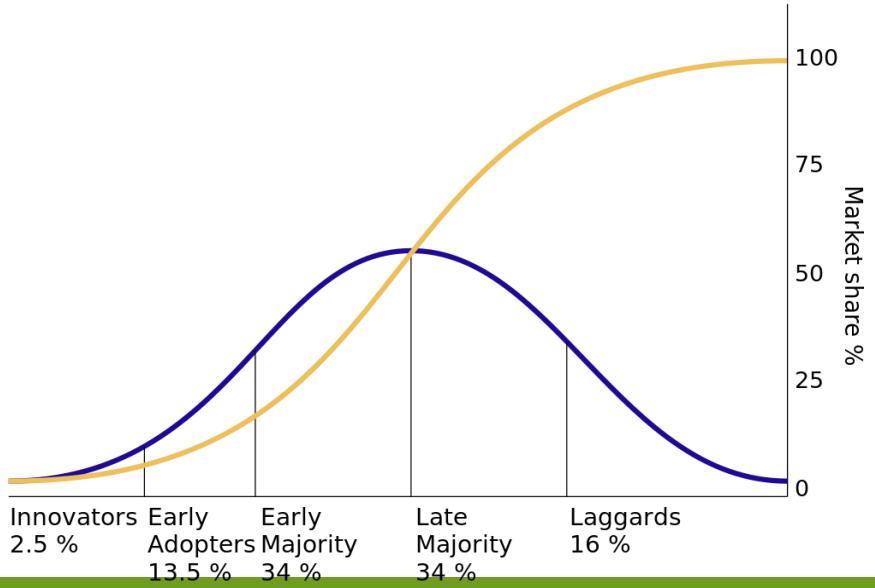
Pourquoi les changements sont-ils si lents ?

- La théorie du verrouillage socio-technique
- L'approche néo-institutionnelle pour comprendre les changements institutionnels indispensables
  - Les formes de travail institutionnel

Nature du travail	Description
Structurel	Structurer et organiser le nouveau champ
Identitaire	Communiquer sur les valeurs du champ
Normatif	Créer des normes pour les acteurs du champ
Pratique	Manager la transformation du nouveau champ
Relationnel	Créer du lien entre les acteurs du champ

Pourquoi les changements sont-ils si lents ?

- La théorie du verrouillage socio-technique
- L'approche néo-institutionnelle pour comprendre les changements institutionnels indispensables
  - Les formes de travail institutionnel
- La population agricole est hétérogène : s'appuyer sur ceux qui ont la plus forte capacité d'adoption (Rogers, 2003).



Merci pour votre attention …