

Évaluation de propriétés émergentes de systèmes diversifiés

Session 3 : Feed/Food competition

Un regard à travers des scénarios d'expansion de l'Agriculture Biologique à grande échelle spatiale

Pietro Barbieri - UMR ISPA

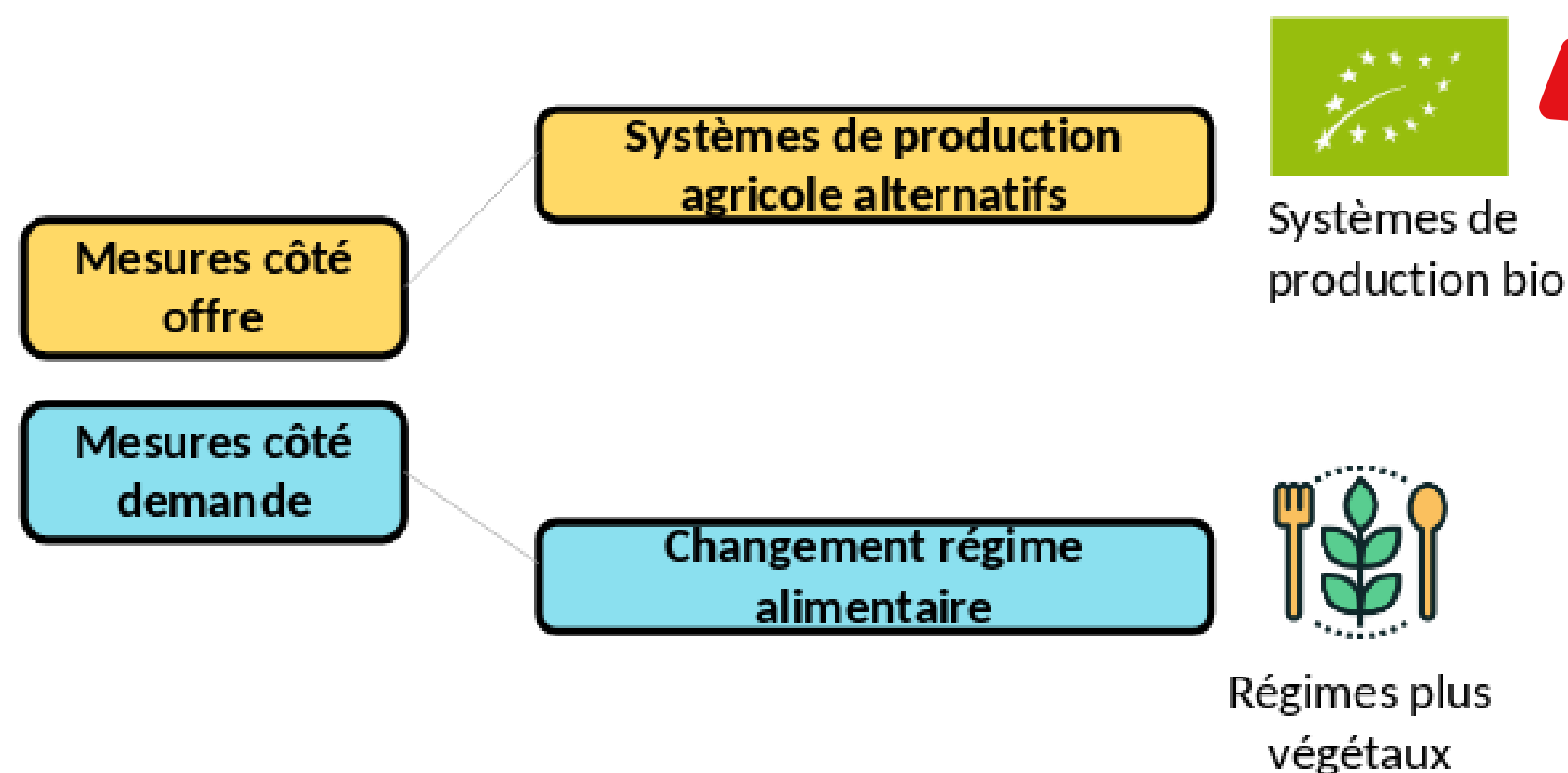
12 mai 2026

Un peu de contexte

Un contexte de transition vers des systèmes alimentaires plus durables - approche par scénario alternatifs

Demande sociétale de transition

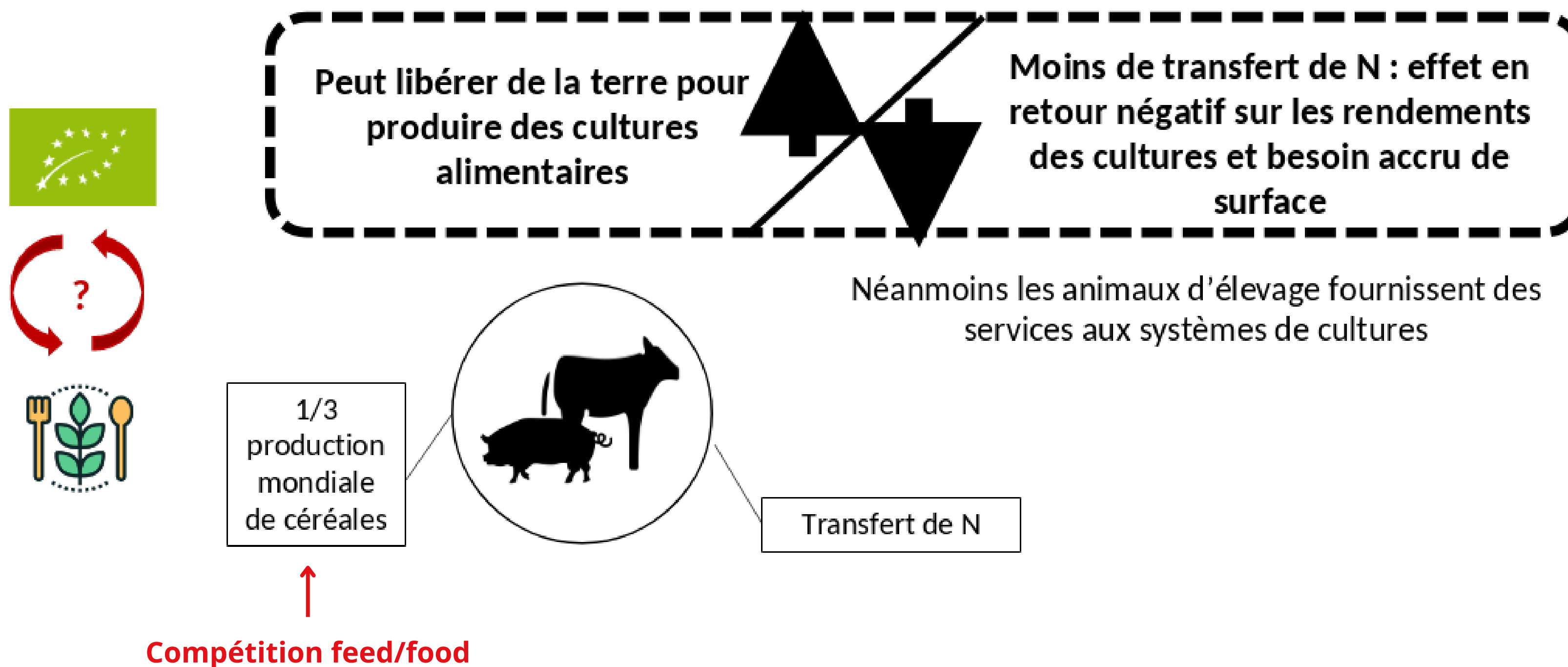
- Réduction des GES des systèmes agro-alimentaires
 - émissions secteur élevage (réduction)
 - émissions cultures (AB - moins de GES/ha)
- Sur-consommation actuelle des protéines animales
- Compétition pour les biomasses, etc...



Modèle 'agroécologique' de transition - scénarios de massification de l'AB

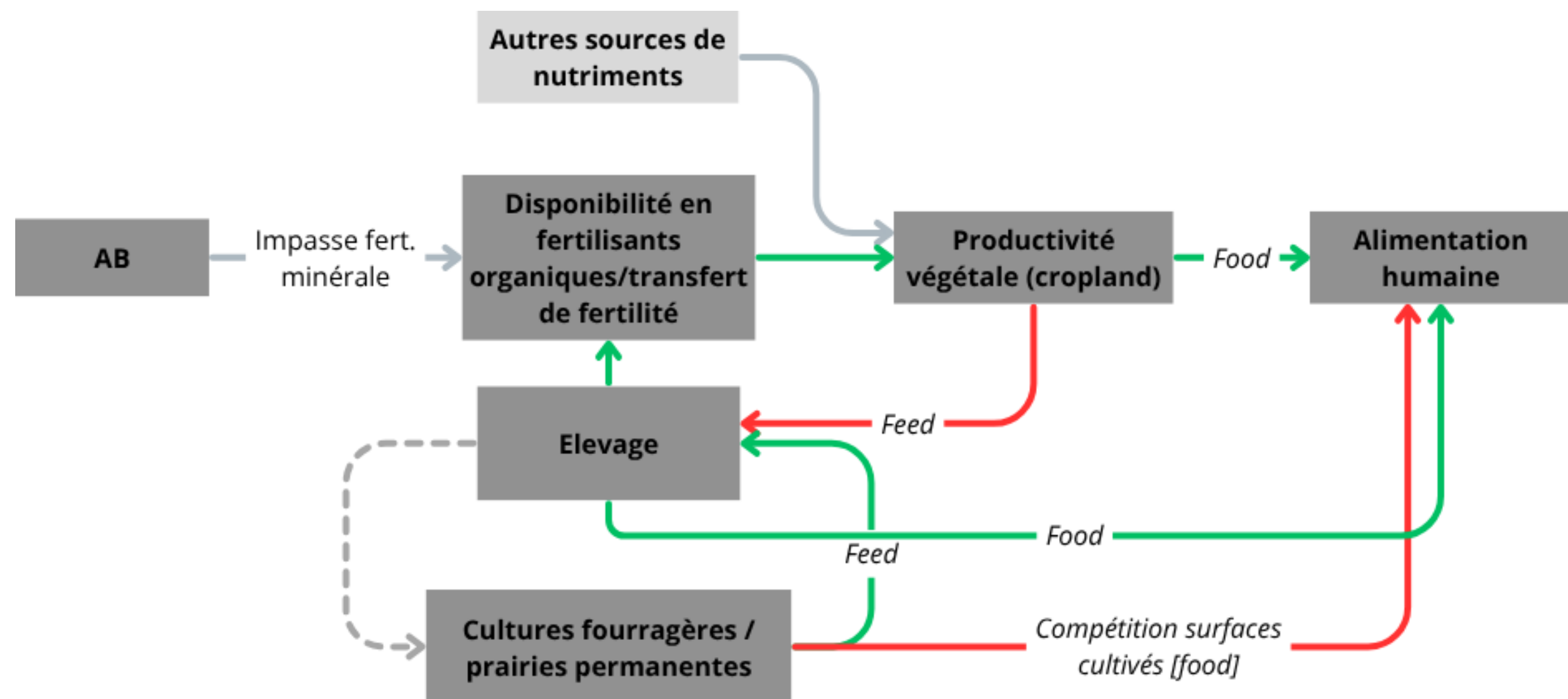
Le rôle ambivalent de l'élevage dans les systèmes AB

Aller vers des régimes alimentaires plus végétaux pourrait faciliter une expansion de l'agriculture biologique neutre pour le climat



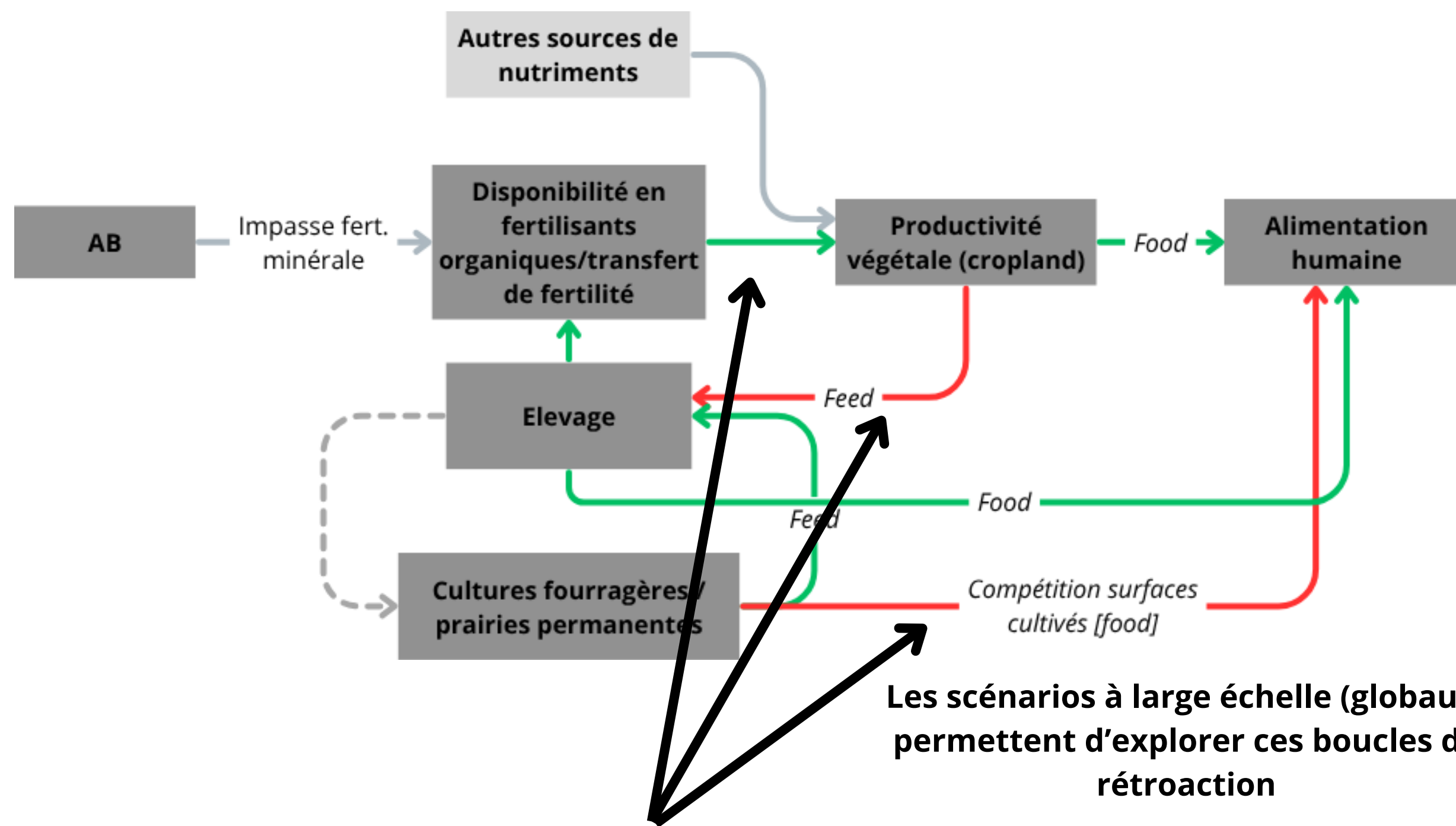
Des rétroaction explorables que à large échelle spatiale

- **Ruminants** : rôle clé en bouclant le cycle du N grâce à des transferts nutritifs entre les prairies et les terres cultivées (Barbieri et al., 2022) → systèmes polyculture-élevage (relocalisation)
- L'utilisation par les animaux de toute **biomasse non valorisable pour l'alimentation humaine** contribue à maintenir la fertilité des sols (Benoit et al., 2020)



Des rétroaction explorables que à large échelle spatiale

- **Ruminants** : rôle clé en bouclant le cycle du N grâce à des transferts nutritifs entre les prairies et les terres cultivées (Barbieri et al., 2022) → systèmes polyculture-élevage (relocalisation)
- L'utilisation par les animaux de toute **biomasse non valorisable pour l'alimentation humaine** contribue à maintenir la fertilité des sols (Benoit et al., 2020)



En AB → **Optimisation des interactions entre animaux et végétaux** → la maximisation des synergies et la minimisation de la consommation par les animaux des produits végétaux directement utilisables pour l'alimentation humaine

Propriétés évalués

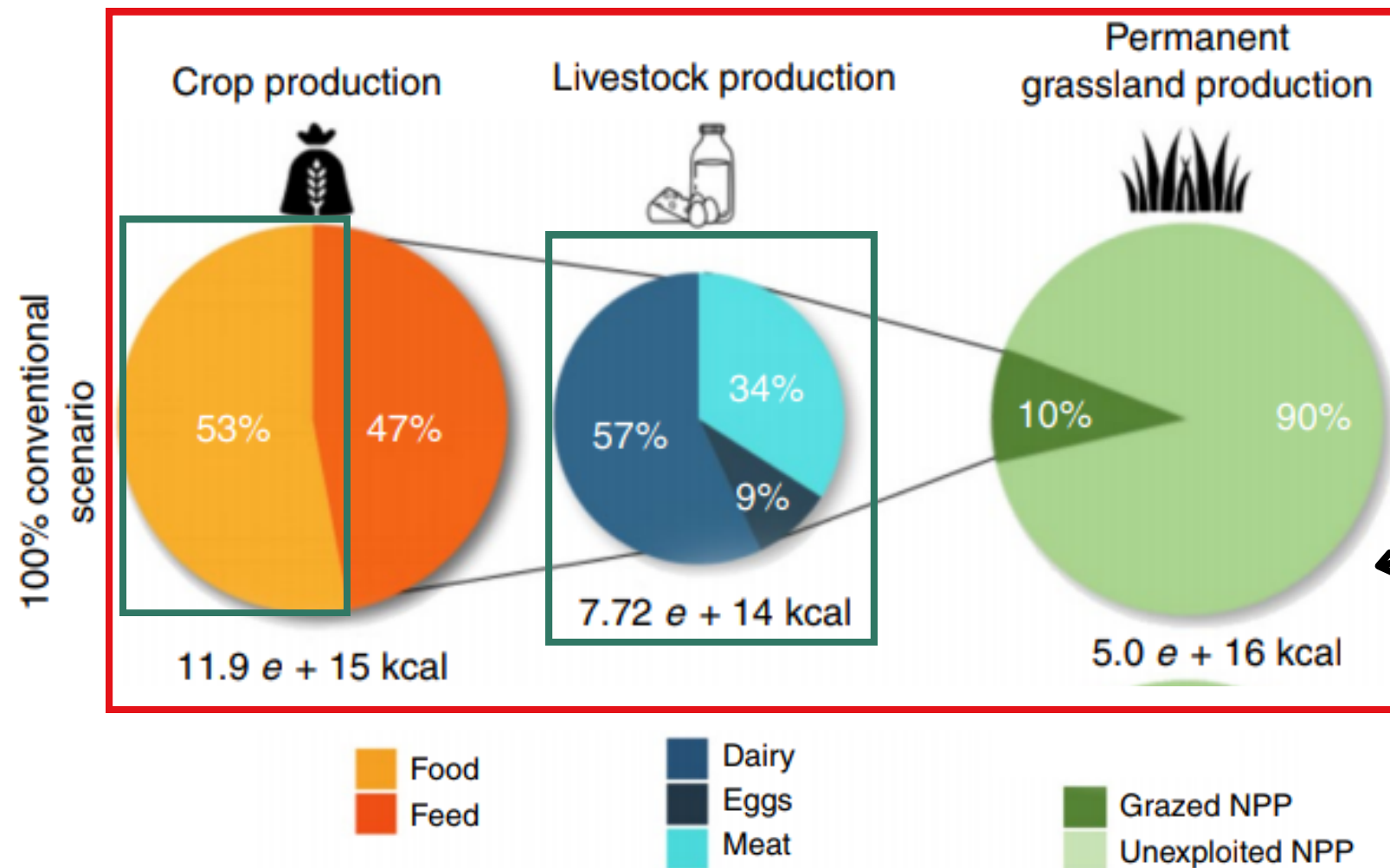
Productivité, circularité et autonomie

1 - La productivité

Définition : production de biomasse totale et de la fraction consommable par l'homme (productivité nette) issue de produits animaux et végétaux, dans une perspective de sécurité alimentaire.

Métriques :

- Massique (e.g. [tonnes])
- Énergétique (e.g. [kcal])
- protéique (e.g. [tonnes protéine])
- Totale
- Surfacique → rendement (e.g. [t/ha])



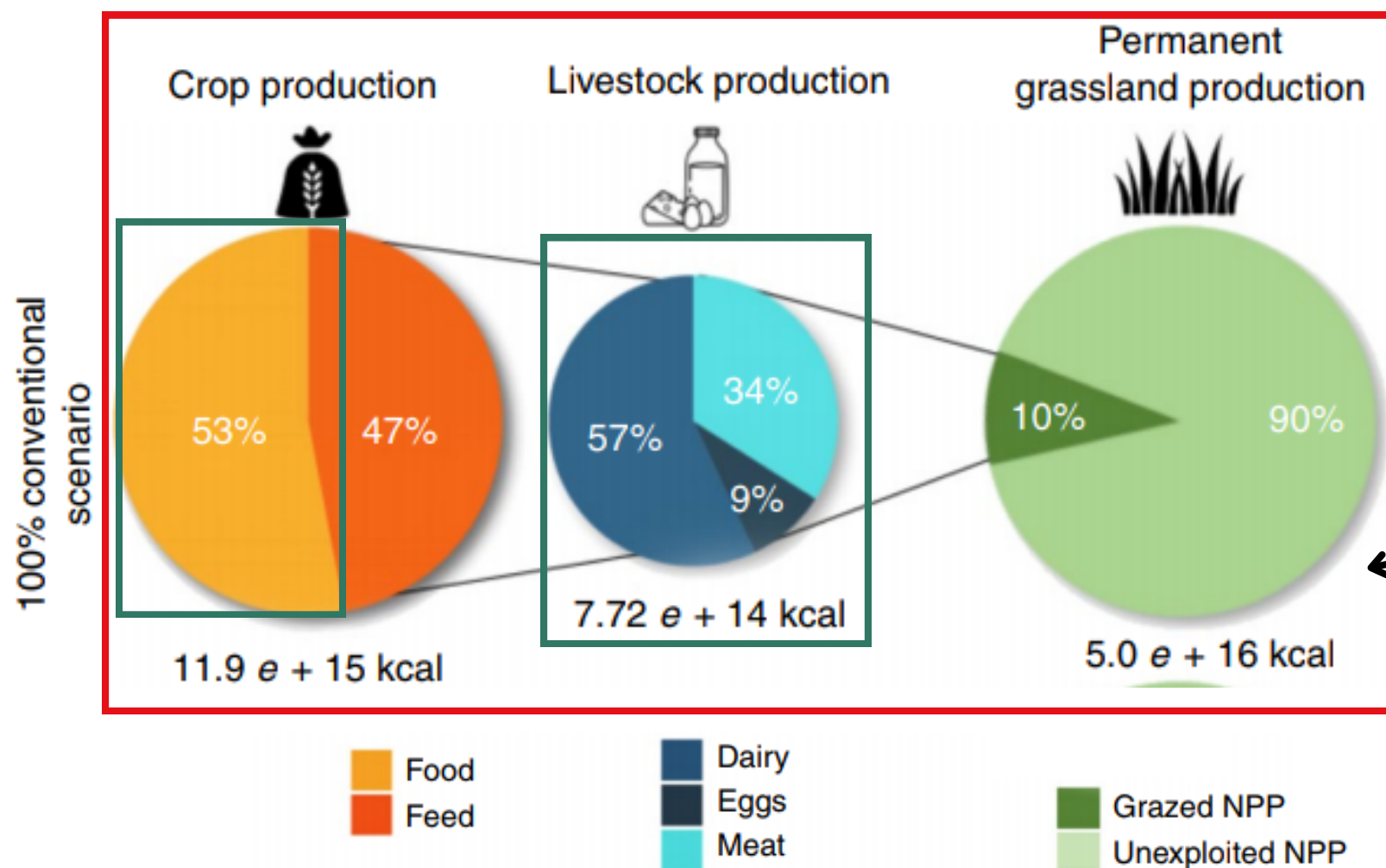
Barbieri et al. (2021)

1 - La productivité

Définition : production de biomasse totale et de la fraction consommable par l'homme (productivité nette) issue de produits animaux et végétaux, dans une perspective de sécurité alimentaire.

Métriques :

- Massique (e.g. [tonnes])
- Énergétique (e.g. [kcal])
- protéique (e.g. [tonnes protéine])
- Totale
- Surfacique → rendement (e.g. [t/ha])



Barbieri et al. (2021)

Liens entre productivité nette (animale + végétale) et land use :

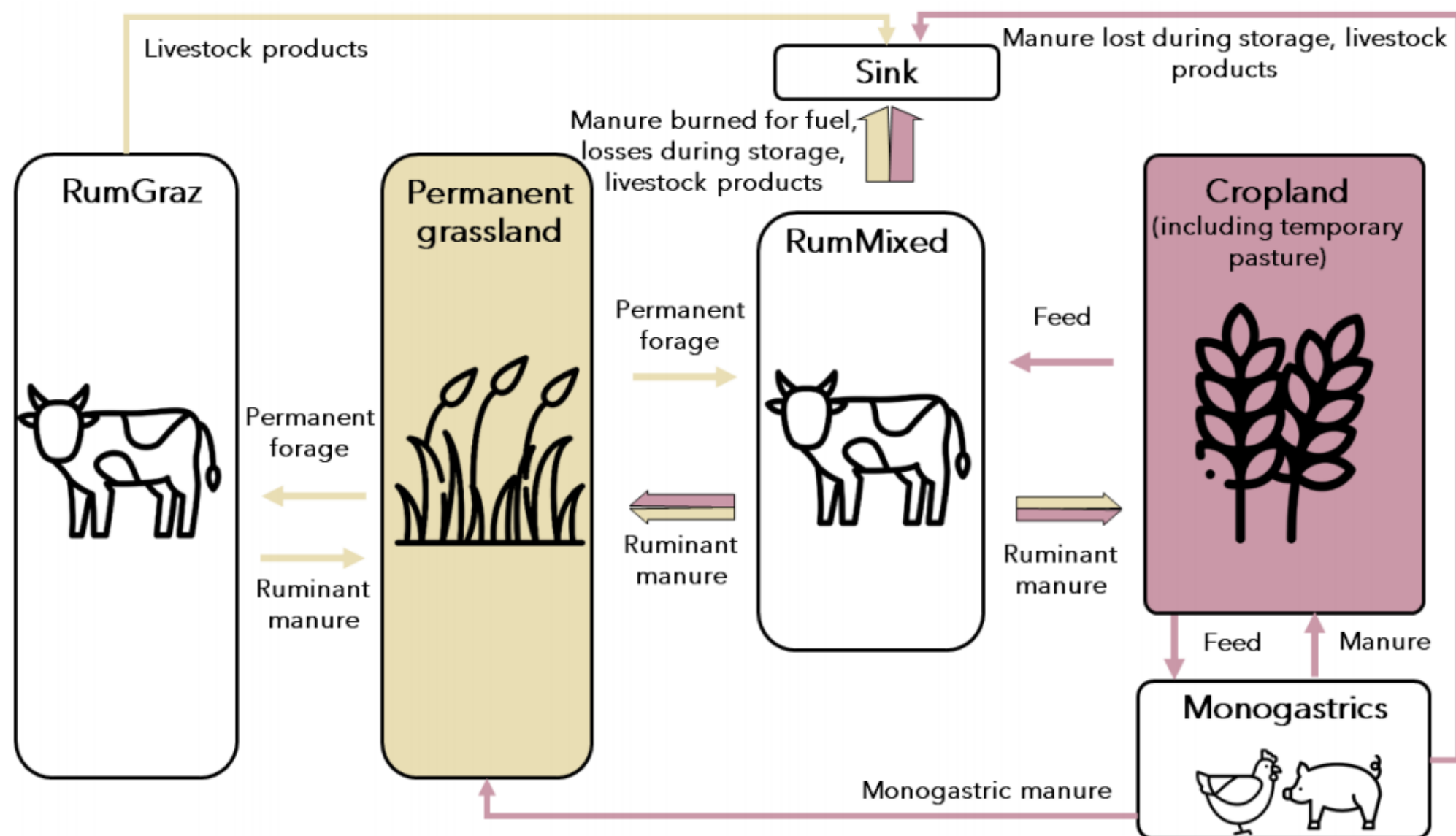
- Répartition de l'utilisation de surfaces entre feed et food → efficacité de production végétale (+) vs animale (-) par unité de surface, mais rendement décroissants sans bouclage de la fertilité
- Introduction de légumineuses fourragère (métrique : *part de la SAU*) alim. animale et fixation N) → augmente l'efficacité de productions animales, mais compétition pour la surface de production végétale consommable.

2 - La circularité

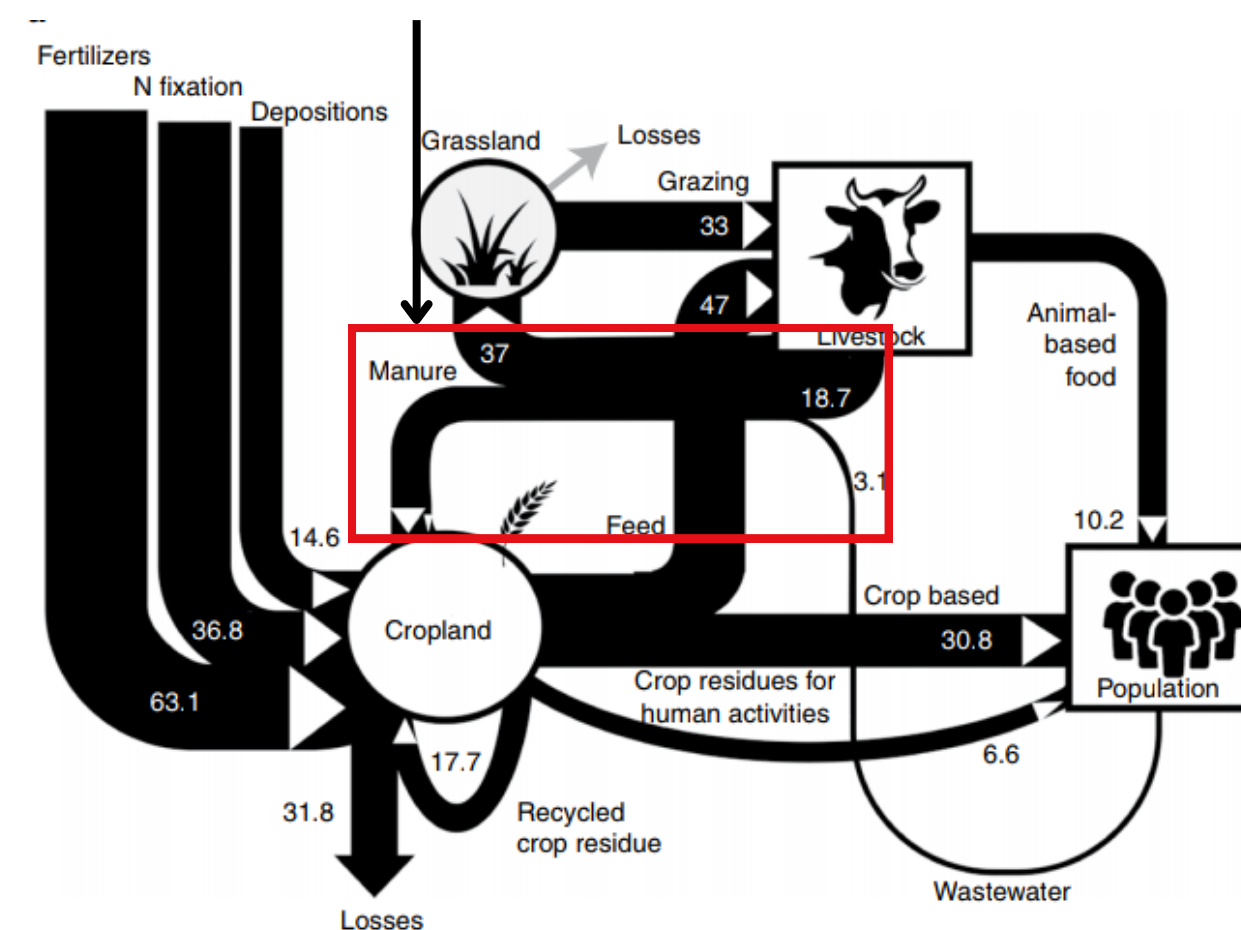
Définition : ensemble des flux de biomasse échangés entre les composantes du système agricole (les cultures, les élevages, les prairies permanentes) et, le cas échéant, avec le système alimentaire (consommateurs), permettant de réduire, réutiliser et recycler les matières.

Métriques :

- Transferts de fertilité entre les surfaces de cultures et les prairies (e.g. [t/ha])
- Contribution des déjections animales aux apports de nutriments



Demay et al., en préparation



100% conventional scenario

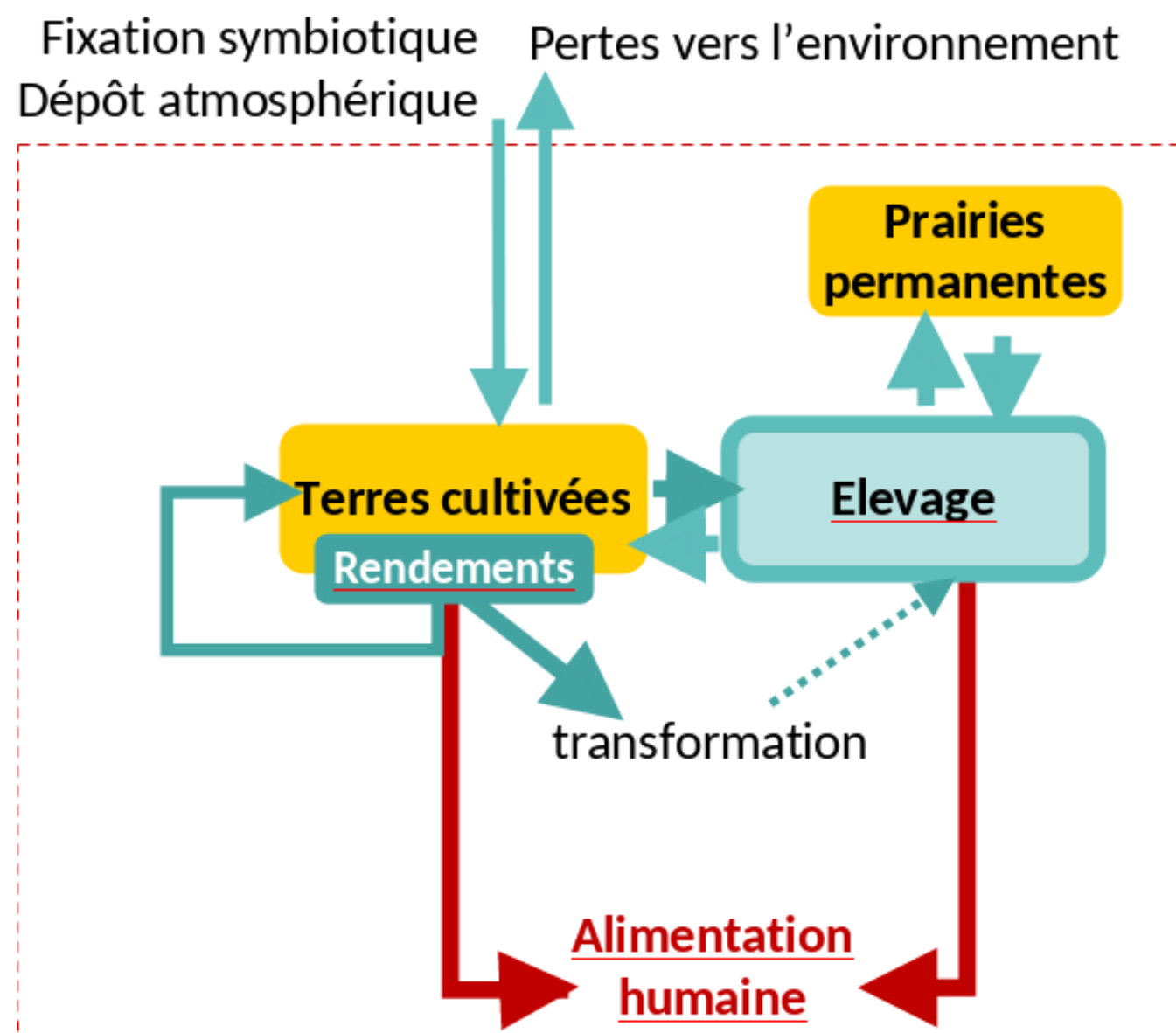
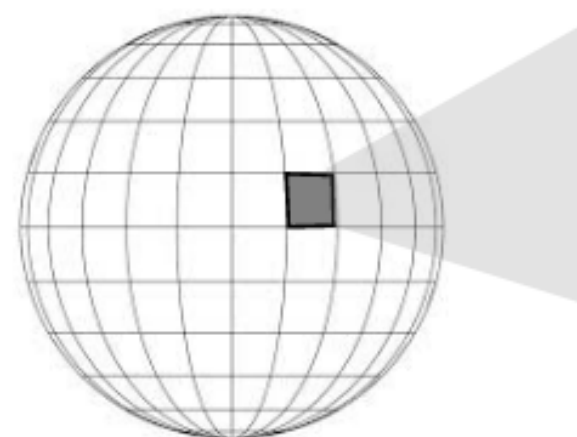
Barbieri et al. (2021)

3 - L'autonomie

Définition : capacité à réduire le recours à des intrants extérieurs au système

ATT ! Par construction les scénarios d'expansion massive à l'AB sont construits selon le principe d'une **autonomie locale des ressources utilisées de 100%** pour l'**alimentation animale et des matières fertilisantes** organiques.

10 km sur 10 km à l'équateur



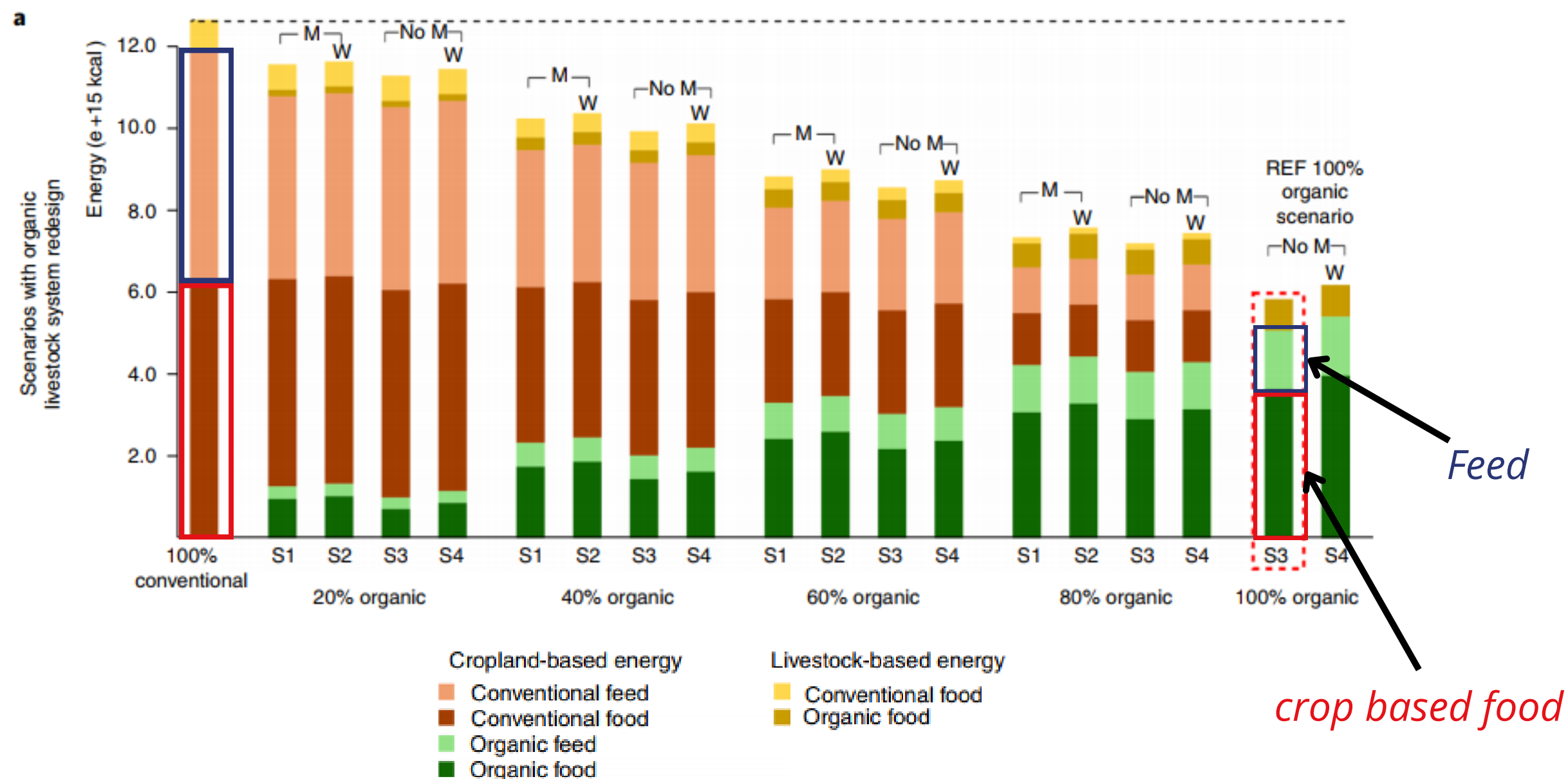
Métriques :

- Répartition des surfaces consacrées à la production végétale destinée à l'alimentation animale par rapport à l'alimentation humaine

Indicateurs et métriques : exemples d'application

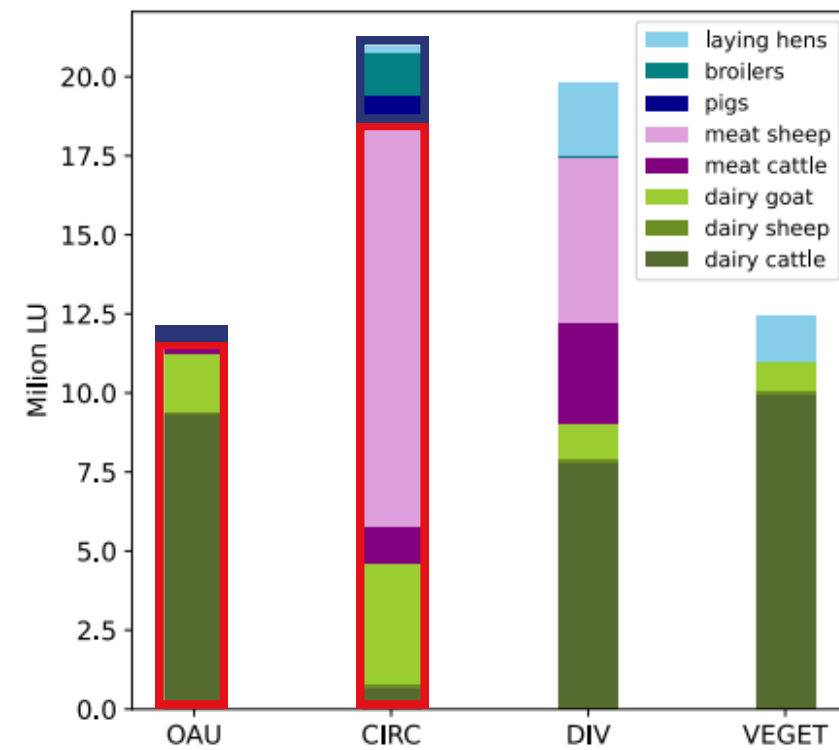
1 - La productivité

Énergie totale produite entre un monde 100% conventionnel et 100% AB



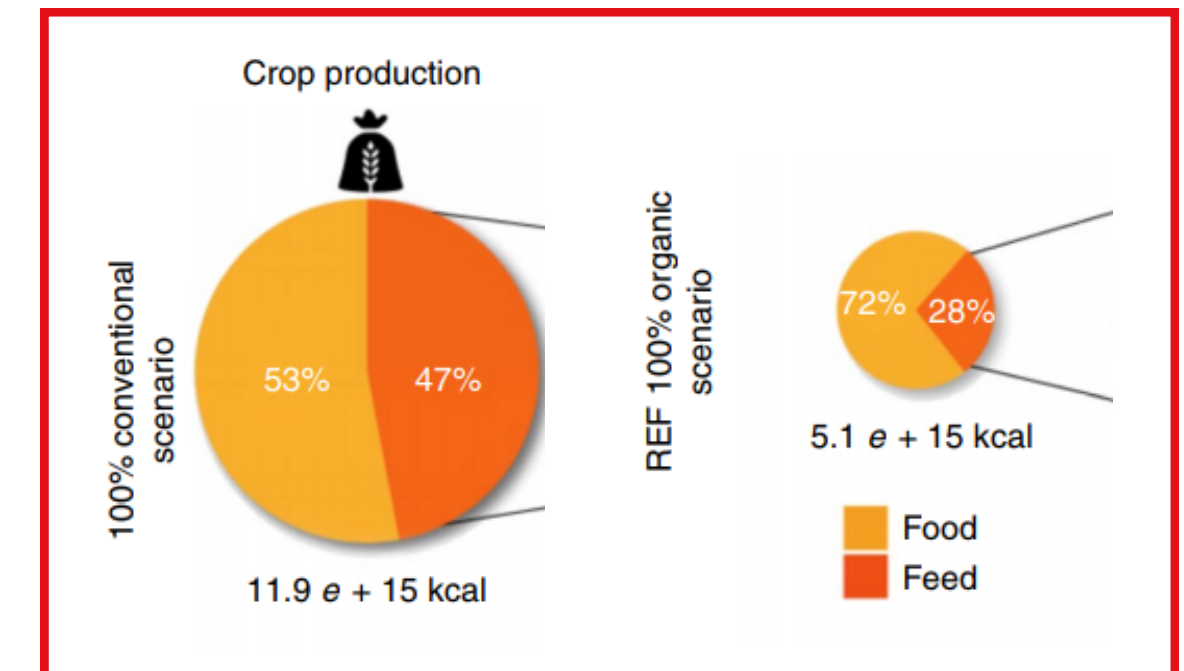
- **Population d'animaux d'élevage : -20%**, avec une réduction très importante des monogastriques ~ -93%
- La **répartition entre calories/protéines d'origine végétale et animale** est fortement impactée, avec une réduction de ~11 % à 4 % de l'énergie issue de produits animaux

1 - La productivité



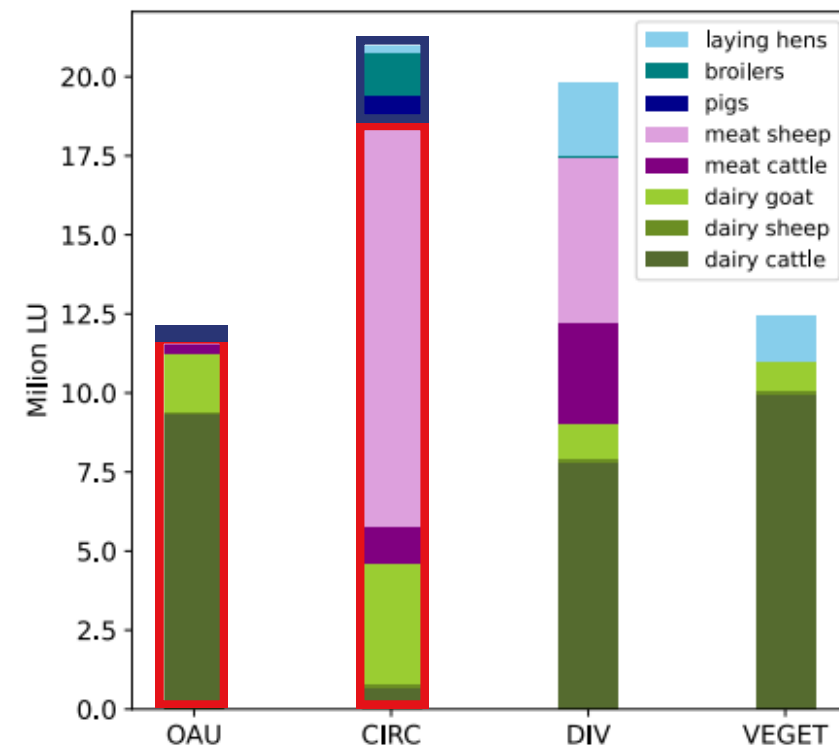
- **Population d'animaux d'élevage** : ~ -20%, avec une réduction très importante des monogastriques ~ -93%
- La **répartition entre calories/protéines d'origine végétale et animale** est fortement impactée, avec une réduction de ~11 % à 4 % de l'énergie issue de produits animaux
- **Réaffectation des surfaces** destinées à l'alimentation animale vers l'alimentation végétale (monogastriques → ruminants) → **réduction compétition feed-food**

Répartition de la productivité végétale entre food et feed



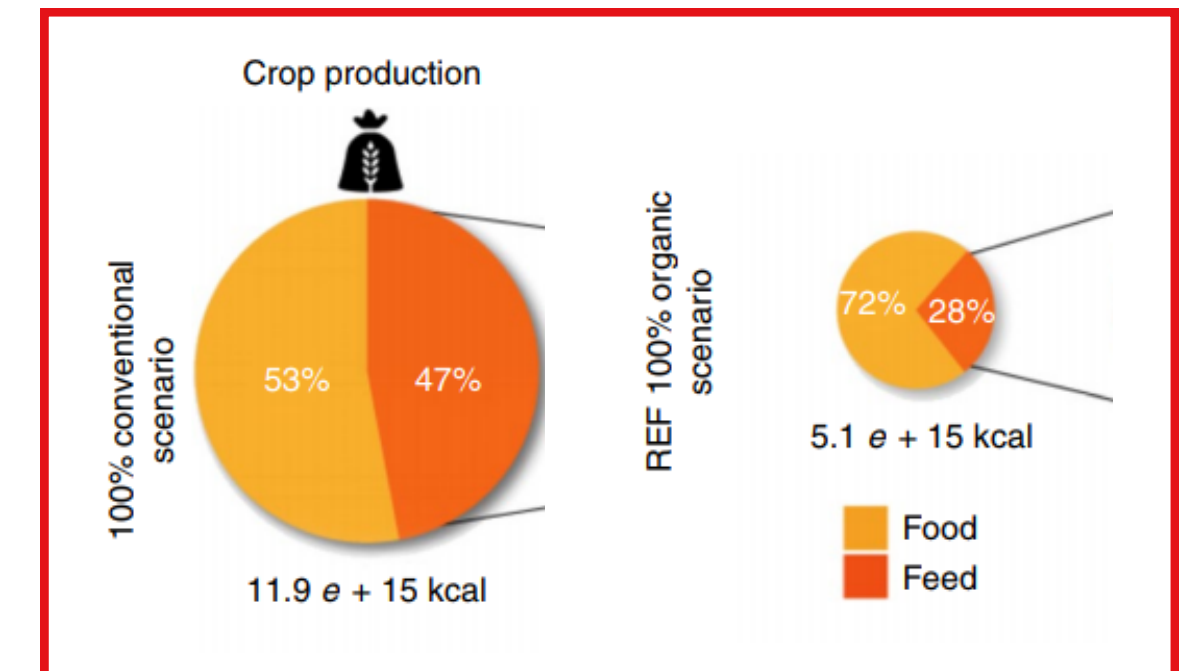
Barbieri et al. (2021)

1 - La productivité



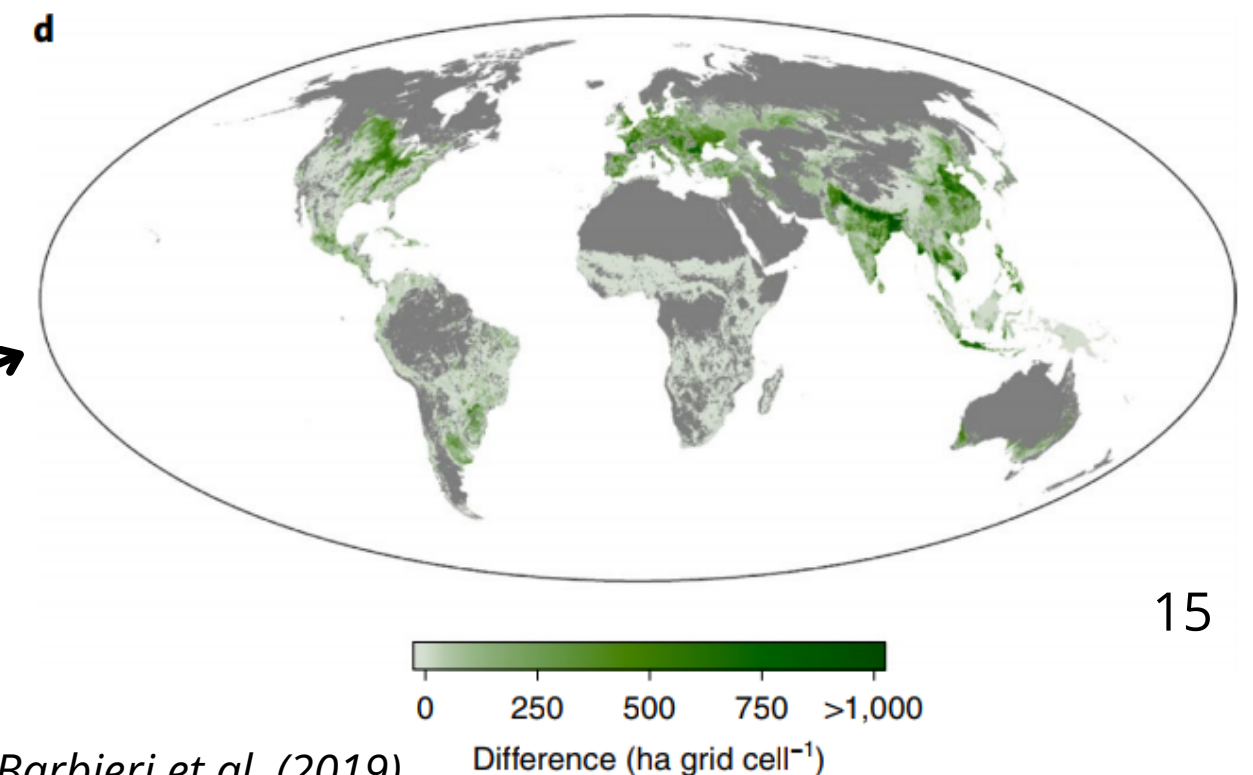
- **Population d'animaux d'élevage** : ~ -20%, avec une réduction très importante des monogastriques ~ -93%
- La **répartition entre calories/protéines d'origine végétale et animale** est fortement impactée, avec une réduction de ~11 % à 4 % de l'énergie issue de produits animaux
- **Réaffectation des surfaces** destinées à l'alimentation animale vers l'alimentation végétale (monogastriques → ruminants) → **réduction compétition feed-food**
-**mais** des augmentations (~ +60%) des surfaces dédiés à des culture non-valorisables directement par les humains dictés par:
 - des flux de fixation symbiotiques plus élevés
 - une valorisation et déplacement de cette fertilité vers le cultures médié par les ruminants → **augmentation indirecte de la compétition feed-food**

Répartition de la productivité végétale entre food et feed



Barbieri et al. (2021)

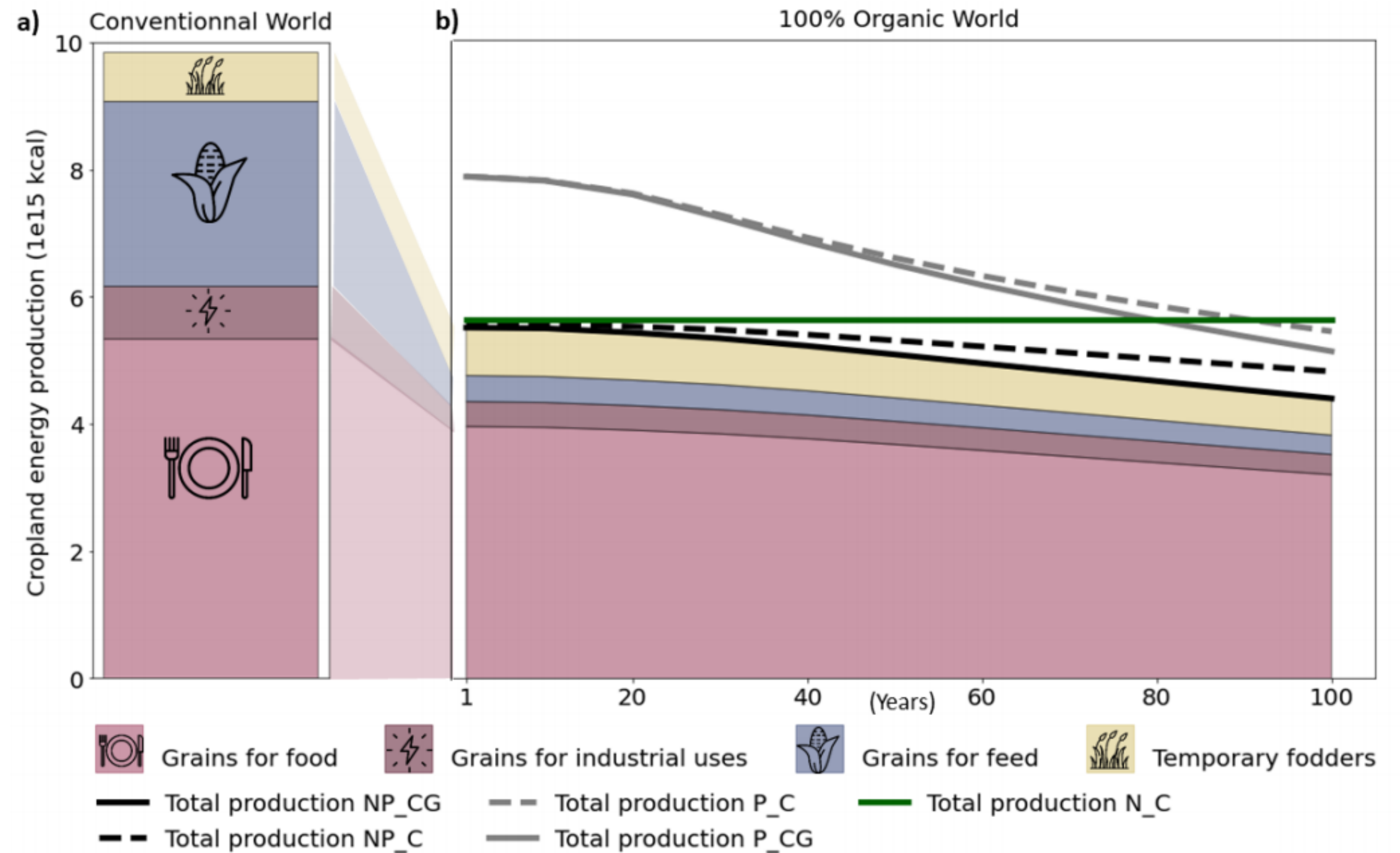
Évolution des surfaces en prairie temporaire entre la situation actuelle et un scénario 100% AB



Barbieri et al. (2019)

1 - La productivité

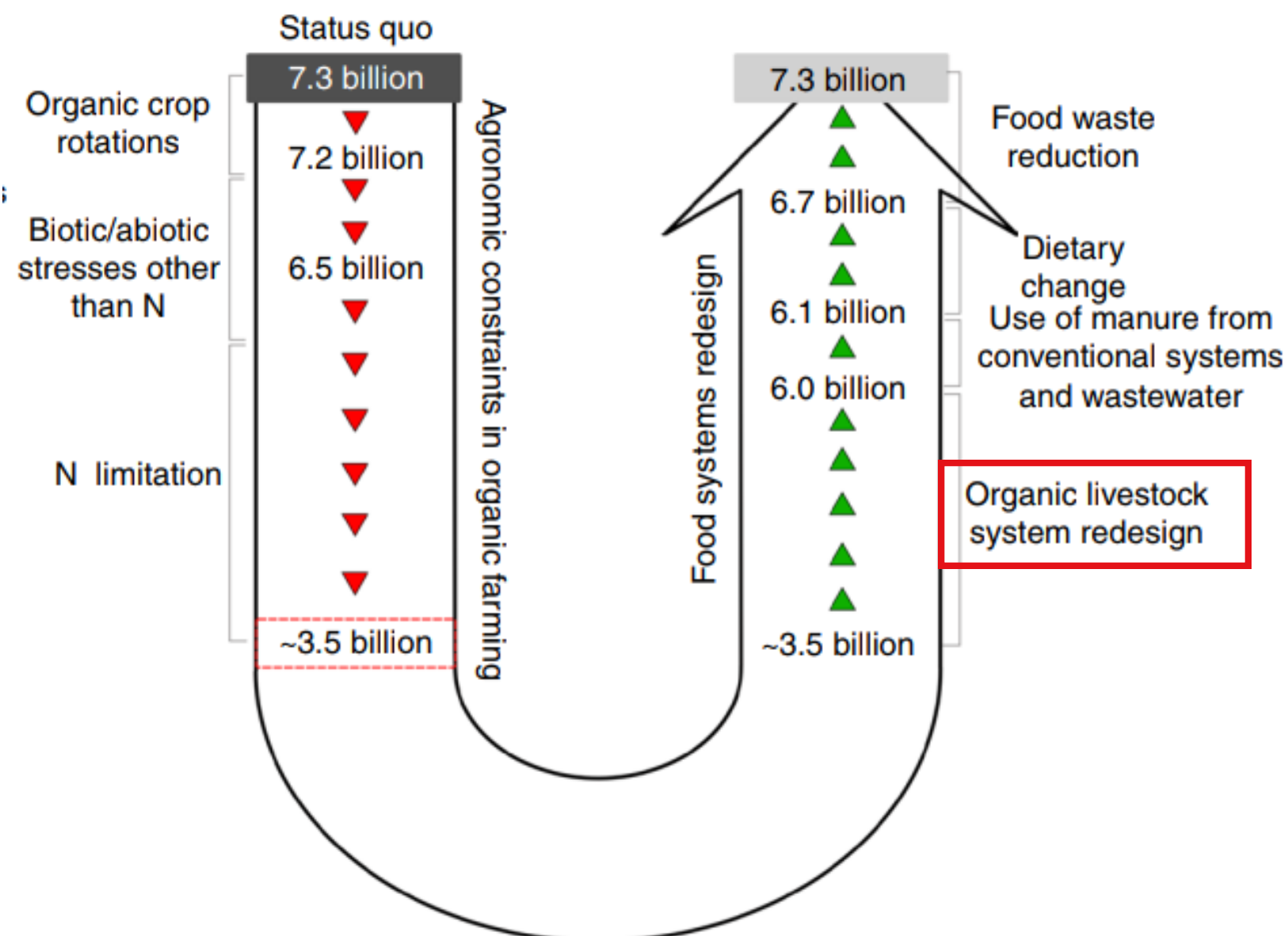
La réaffectation des surfaces destinées à l'alimentation animale vers l'alimentation végétale (monogastriques → ruminants) est le facteur principale d'explication d'une moindre réduction de la productivité nette par rapport à la productivité totale des systèmes AB



Demay et al., en préparation

1 - La productivité

Nombre de personnes nourries dans un monde 60% AB

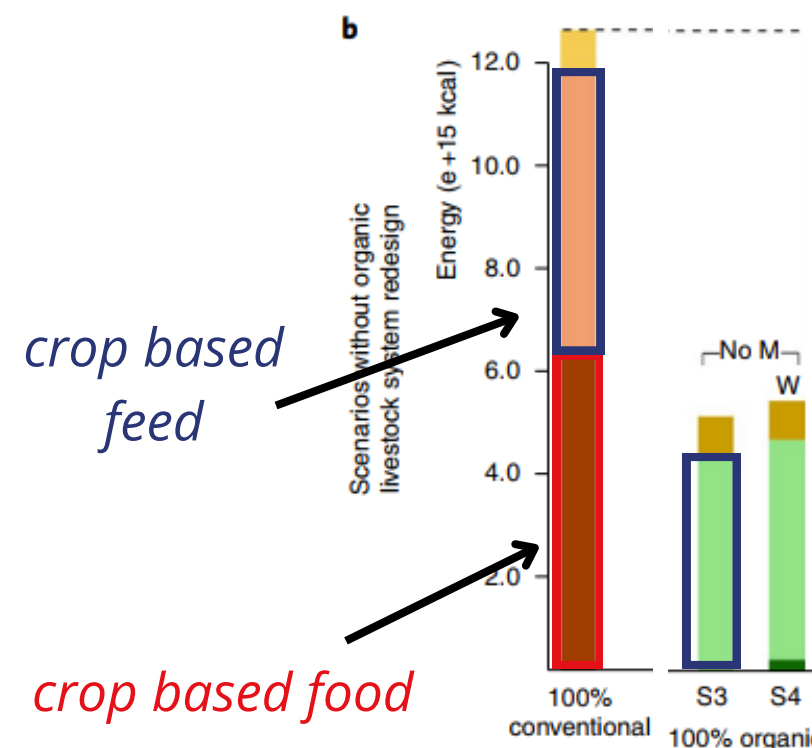


Barbieri et al. (2021)

L'optimisation des systèmes d'élevage (i.e. la réduction de la compétition feed-food) via la :

- réduction des chepitels
- répartition entre ruminants et monogastriques
- ré-couplage cultures-élevage

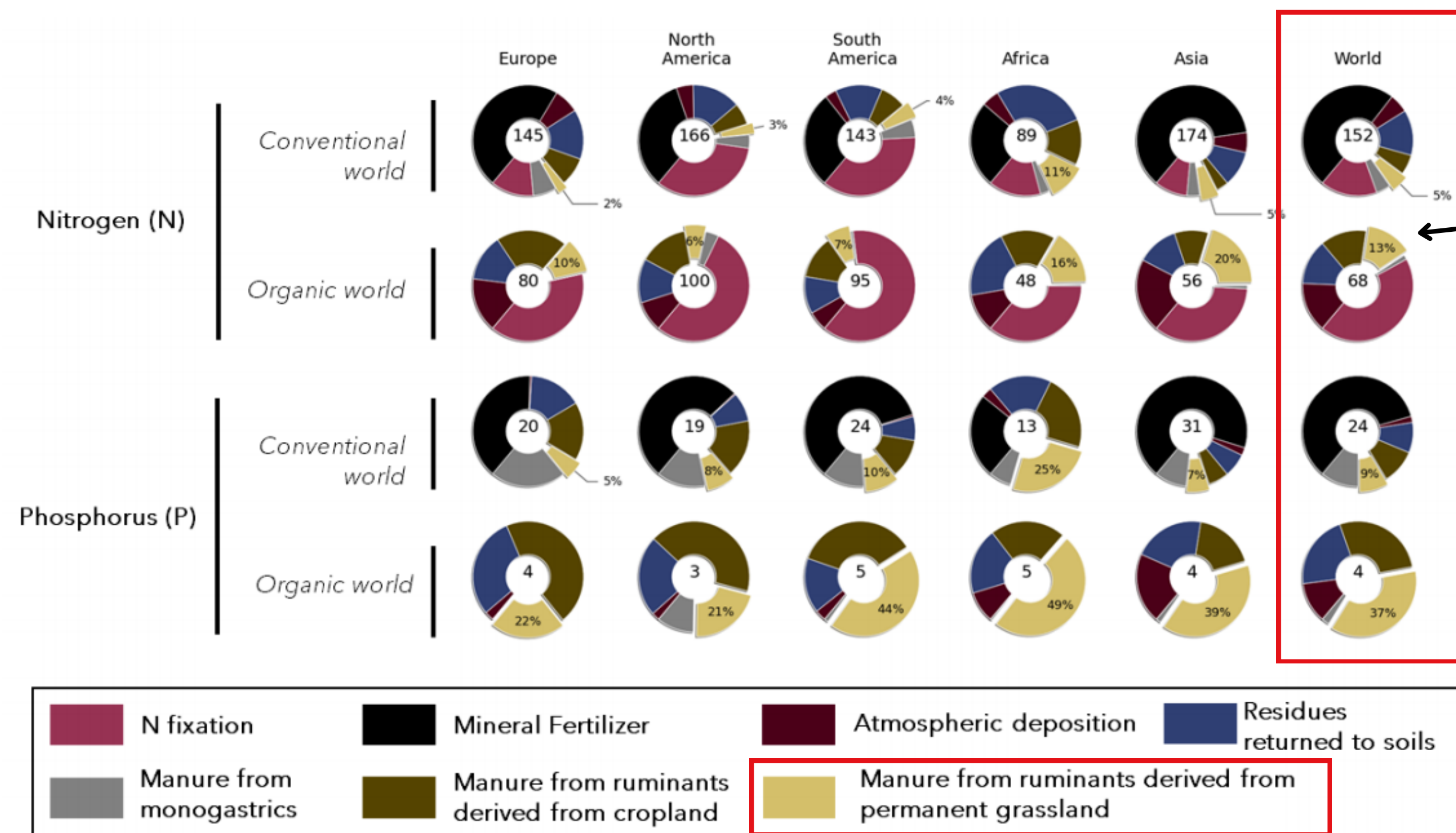
est un levier majeur de soutien à la productivité dans un monde AB



Barbieri et al. (2021)

Énergie totale produite entre un monde 100% conventionnel et 100% AB sans optimisation de l'élevage

2 - La circularité



1. **Transferts de fertilité** entre les surfaces de cultures et les prairies :

- a. transfert net de N et P vers les sols cultivés de ~+90 % pour le N et +20 % pour le P par rapport à la situation actuelle → augmentation des ruminants nourris à l'herbe (environ +25%)

2. **Contribution des déjections animales** aux apports de nutriments :

- a. N → de ~ 15% à 40%
b. P → de ~ 30% à ~ 70%

2 - La circularité

1. **Transferts de fertilité** entre les surfaces de cultures et les prairies :

- a. transfert net de N et P vers les sols cultivés de $\sim +90\%$ pour le N et $+20\%$ pour le P par rapport à la situation actuelle → augmentation des ruminants nourris à l'herbe (environ $+25\%$)

2. **Contribution des déjections animales** aux apports de nutriments :

- a. N → de $\sim 15\%$ à 40%
- b. P → de $\sim 30\%$ à $\sim 70\%$

Réflexions au niveau des exploitations :

- Certaines pratiques agricoles (i.e. haut taux de légumineuses dans la composition des prairies permanentes) pourraient contribuer à préserver leur fertilité azotée → **optimisation du transfert de fertilité**
- La valorisation d'autres ressources végétales (prairies temporaires, couverts végétaux,...) a pour effet positive d'augmenter la part du N et du P dérivés des excréments animaux à partir des cultures annuelles, ce qui engendre un rebouclage positif médié par la présence d'espèces légumineuses fourragères (qui ne sont pas en compétition avec l'alimentation humaine) → **réduction compétition feed-food**
- Les stratégies de maintien de la fertilité en P sont limitées → maximiser le bouclage des ressources au sein des systèmes alimentaires

3 - L'autonomie

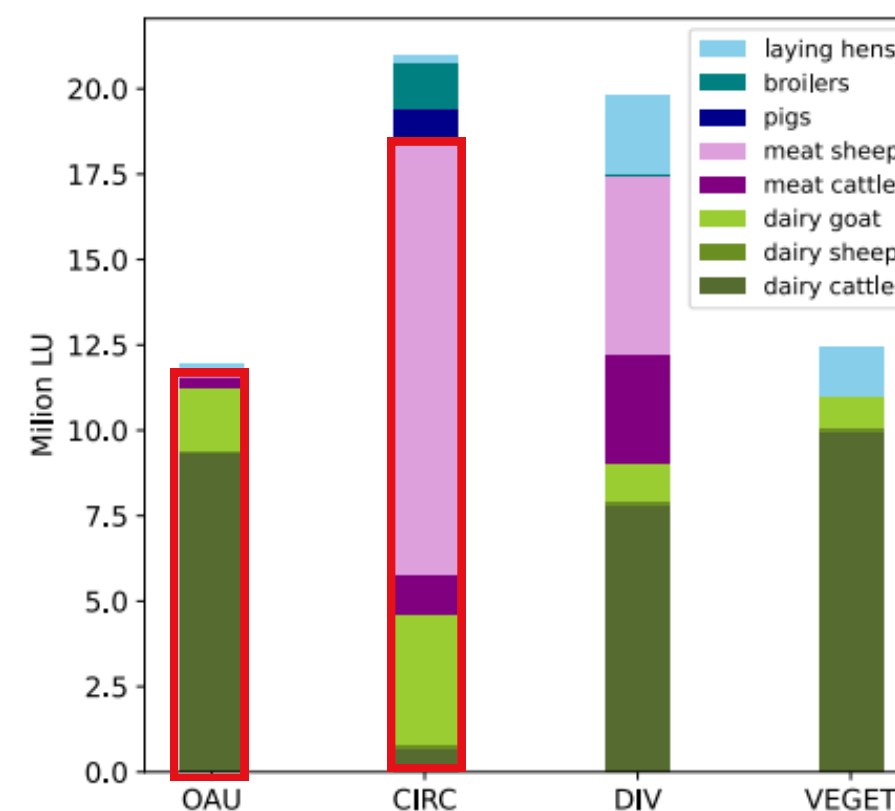
ATT ! Par construction les scénarios d'expansion massive à l'AB sont construits selon le principe d'une **autonomie locale des ressources utilisées de 100%** pour l'**alimentation animale et des matières fertilisantes** organiques.

Conséquences indirectes sur :

1. La **répartition des surfaces consacrées à la production végétale** destinée à l'alimentation animale par rapport à l'alimentation humaine
2. La **composition des populations animales** (ruminants vs monogastriques).
3. Le **niveau de chargement animal** de chaque zone géographique, afin de minimiser les effets négatifs induits par la compétition feed-food.

SAU consacrée à la production de « feed » passe **de 36 % à 8 %** dans des scénarios d'expansion massive de l'AB

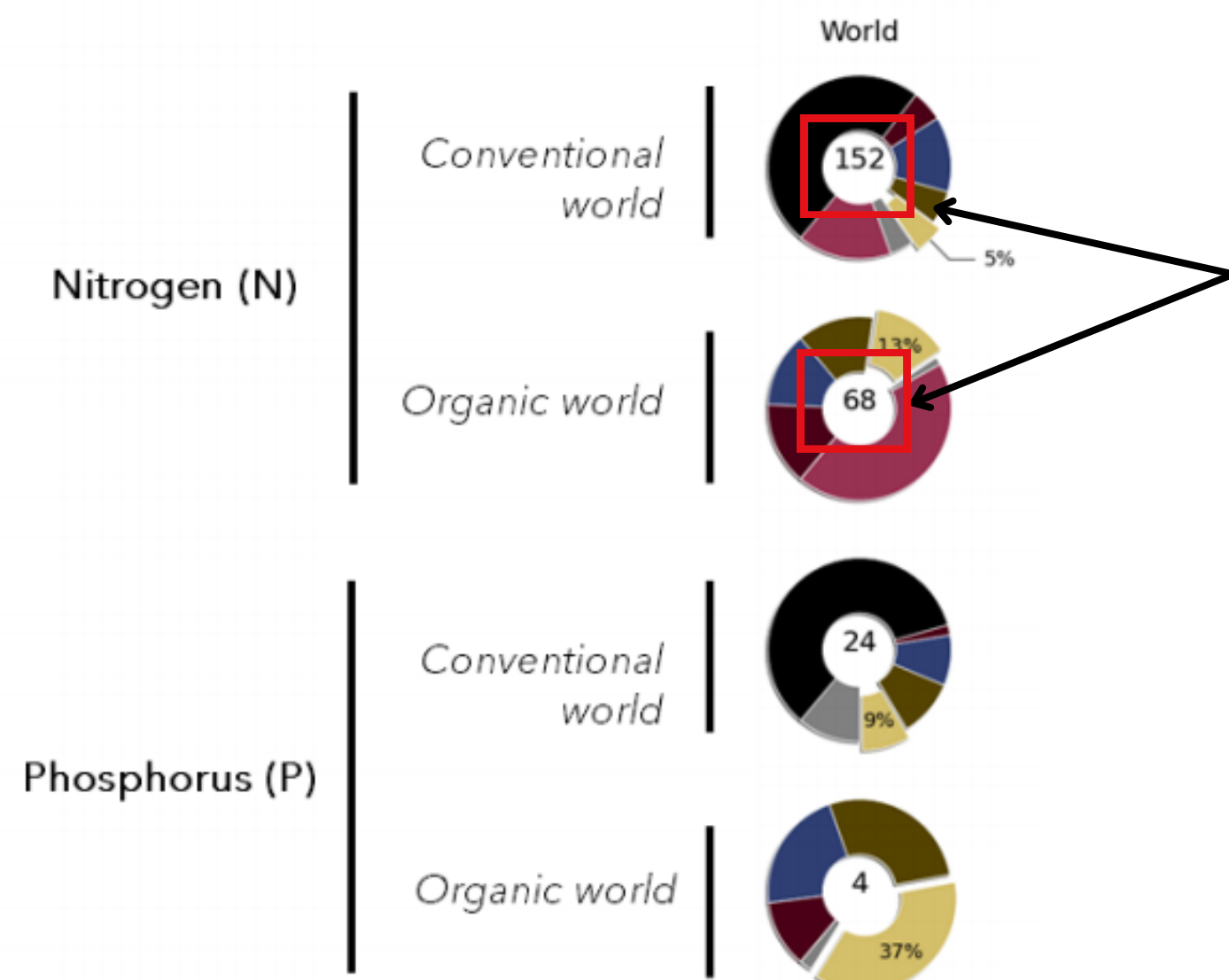
Borghino et al, en préparation



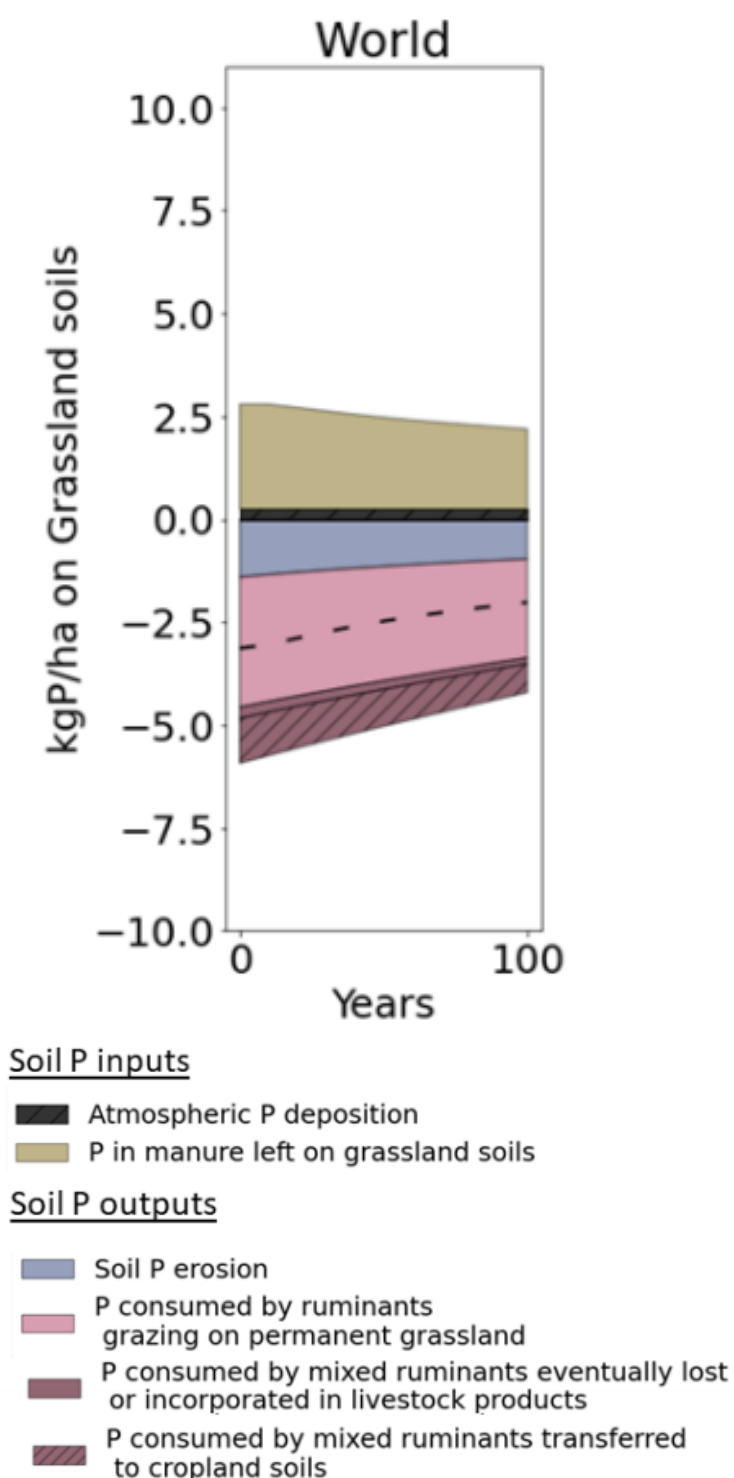
3 - L'autonomie

ATT ! Par construction les scénarios d'expansion massive à l'AB sont construits selon le principe d'une **autonomie locale des ressources utilisées de 100%** pour l'**alimentation animale et des matières fertilisantes** organiques.

Réflexions :



- l'augmentation la part du N et du P dérivés des excréments animales à partir des cultures annuelles (circularité) cache des entrées nettes de N et P depuis le compartiment animal inférieurs aux systèmes conventionnels, dû à la réduction globale des cheptels
- L'augmentation du transfert de fertilité de prairies permanentes en faveur des cultures annuelles pourrait, sur le long terme, miner la productivité des prairies du à une réduction de stocks de N et P disponibles



Merci pour votre attention !