

Colloque des GIS Avenir Elevages et Grandes Cultures
18 décembre 2024 - Paris

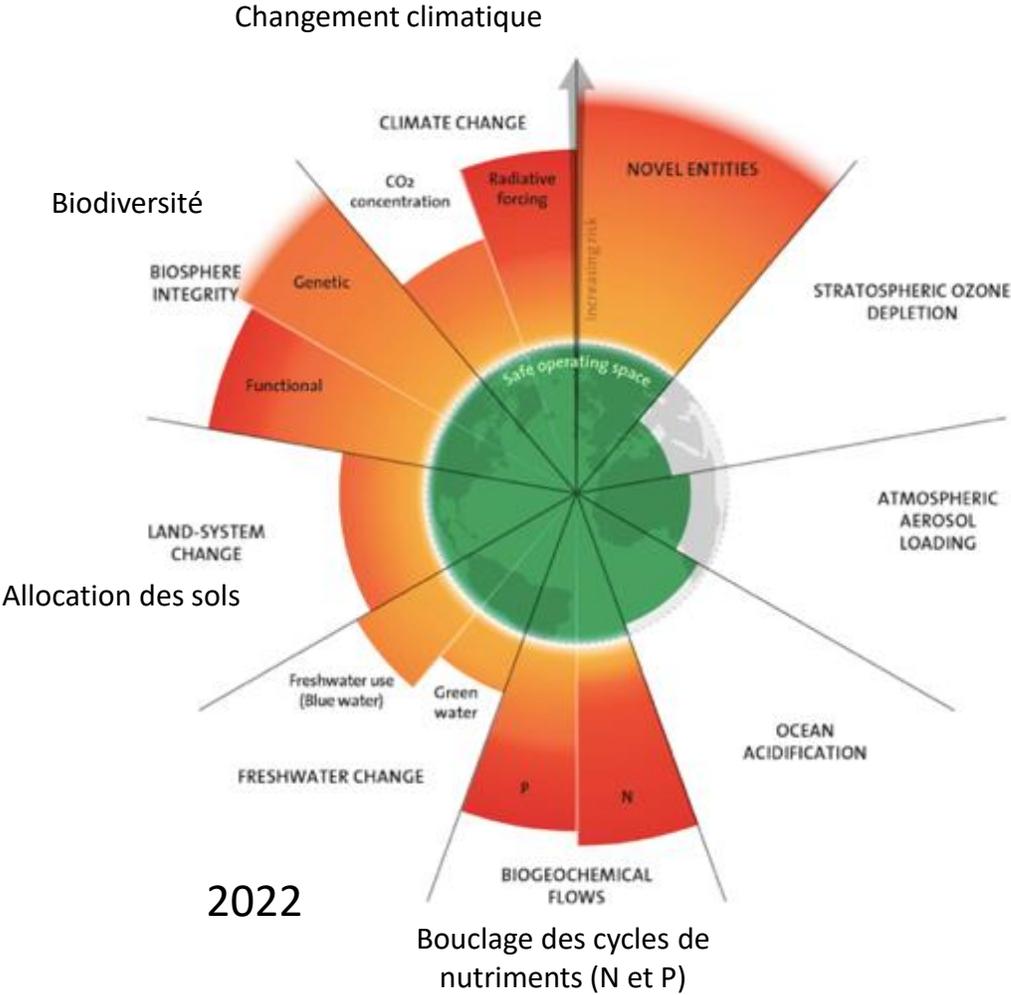
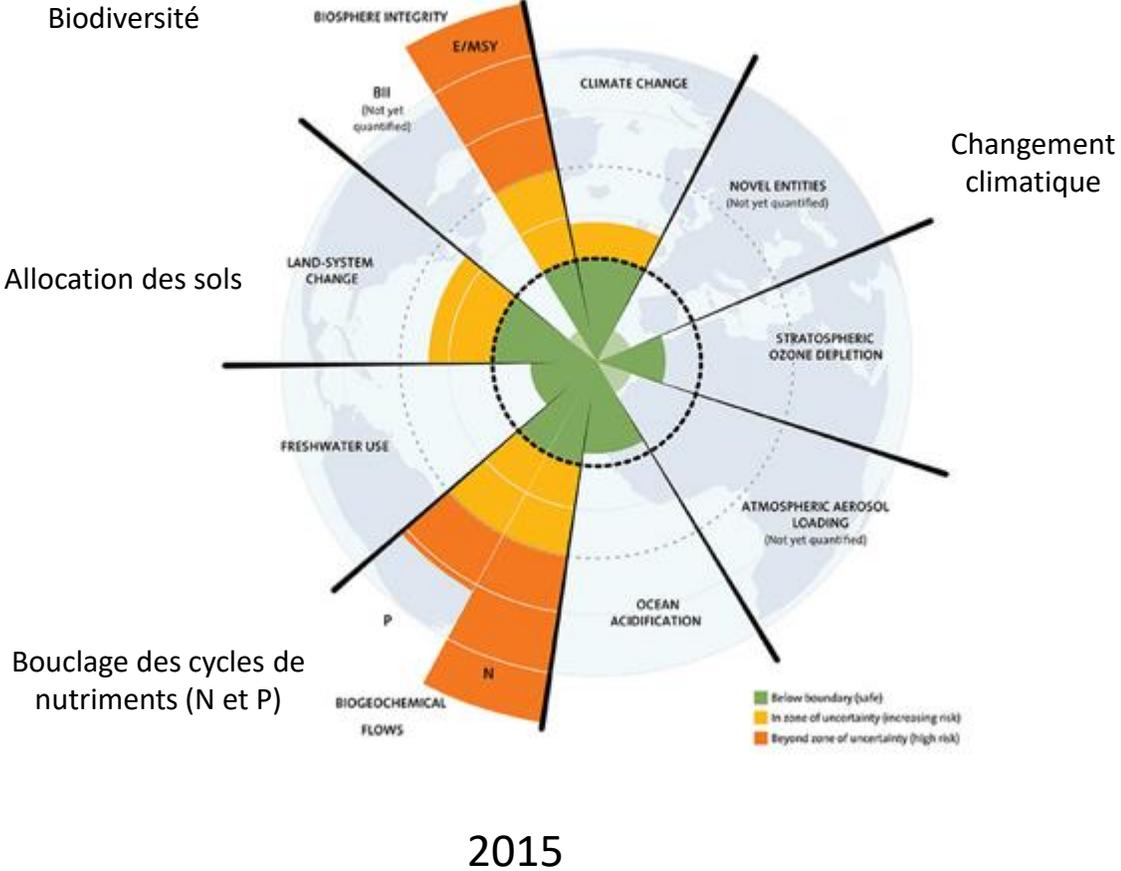
Azote et protéines dans le contexte des limites planétaires

Christian HUYGHE

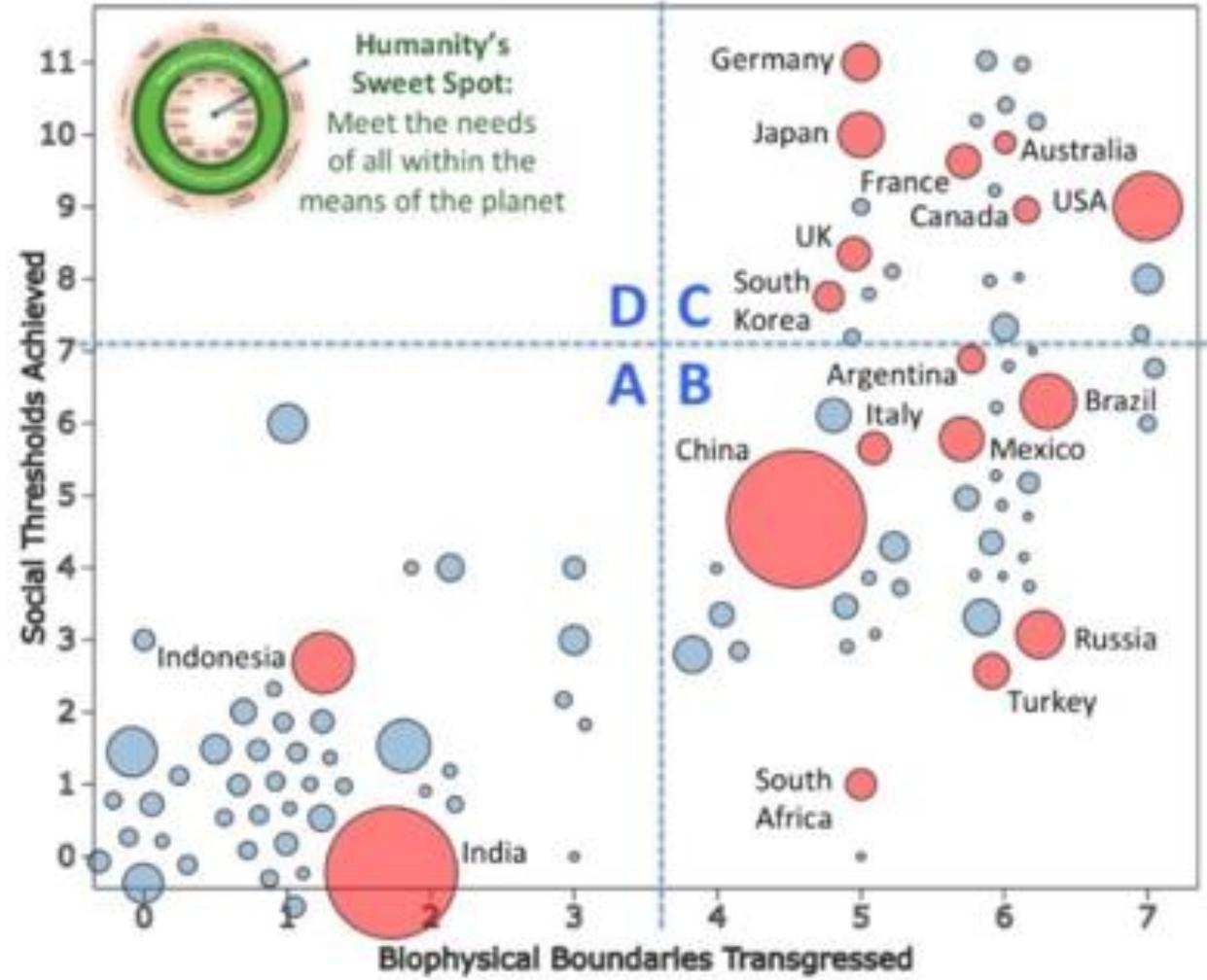
Directeur Scientifique Agriculture Inrae



L'activité humaine a conduit à dépasser les limites planétaires (Johan Rockström (2009))



JUSTE: répondre aux besoins du bien-être social



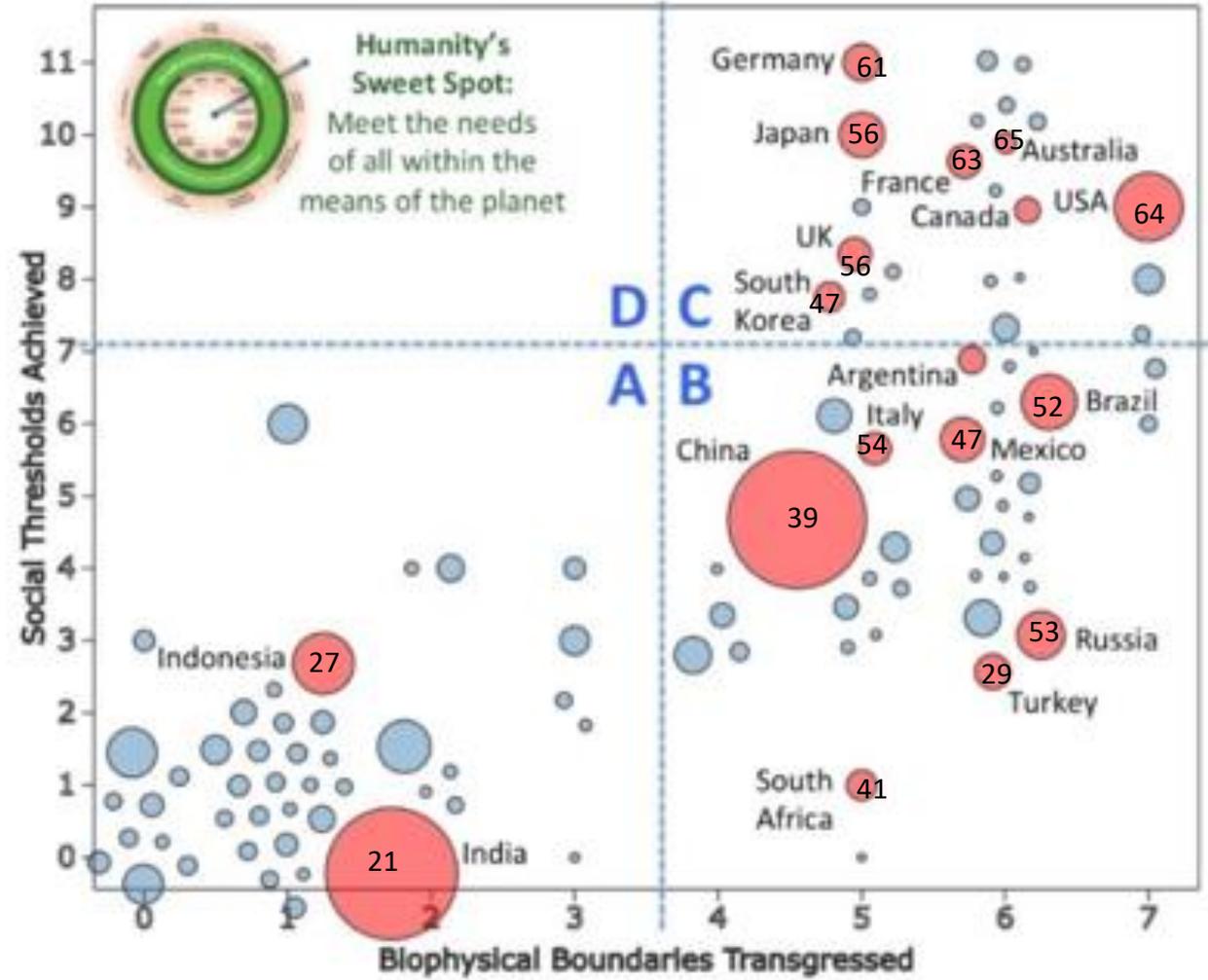
SUR: Les limites planétaires

SAFE: biophysical boundaries

L'équité sociale au prix d'une proportion élevée de protéines animales ?

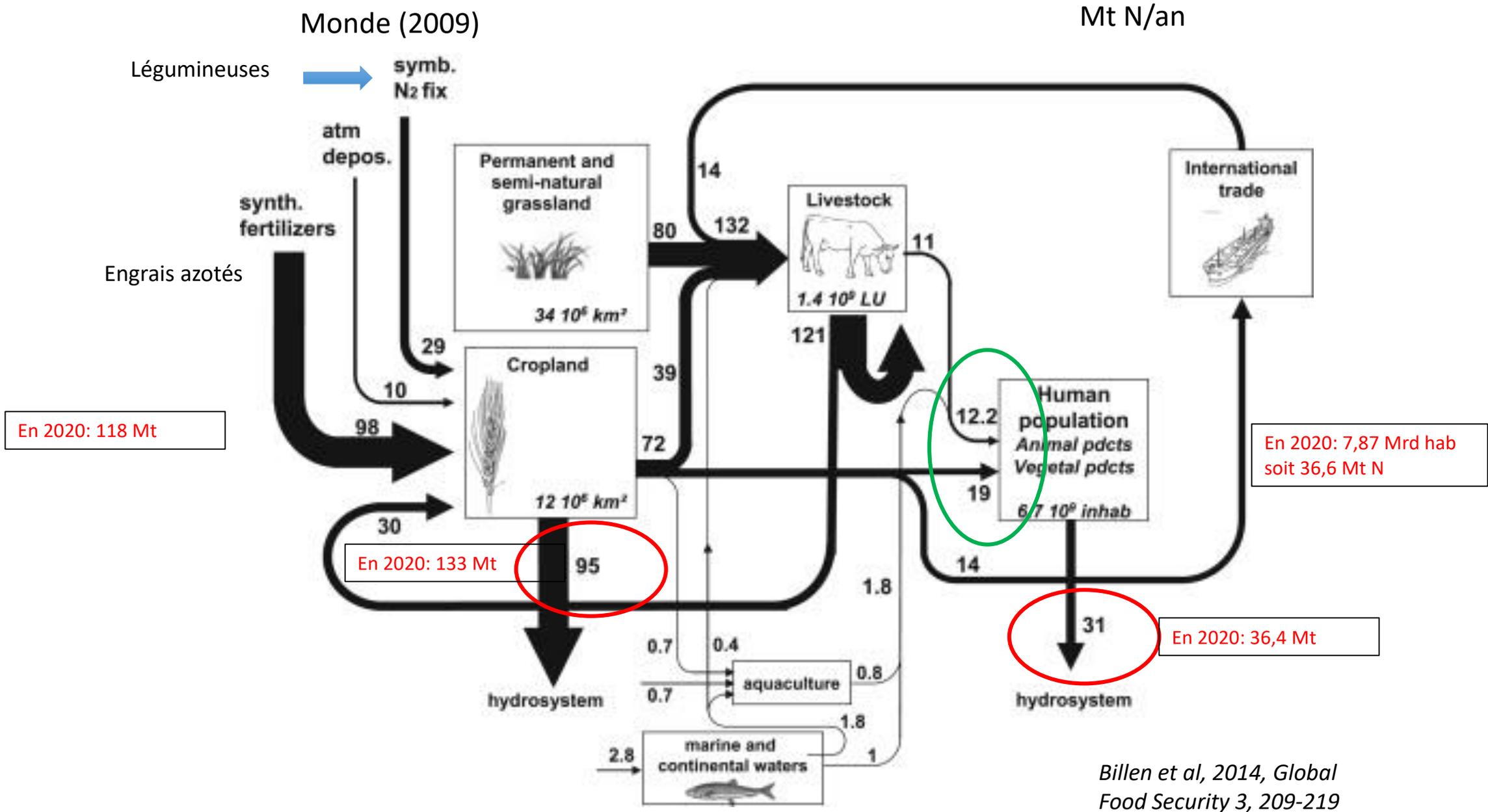
JUSTE: répondre aux besoins du bien-être social

% protéines animales



SUR: Les limites planétaires

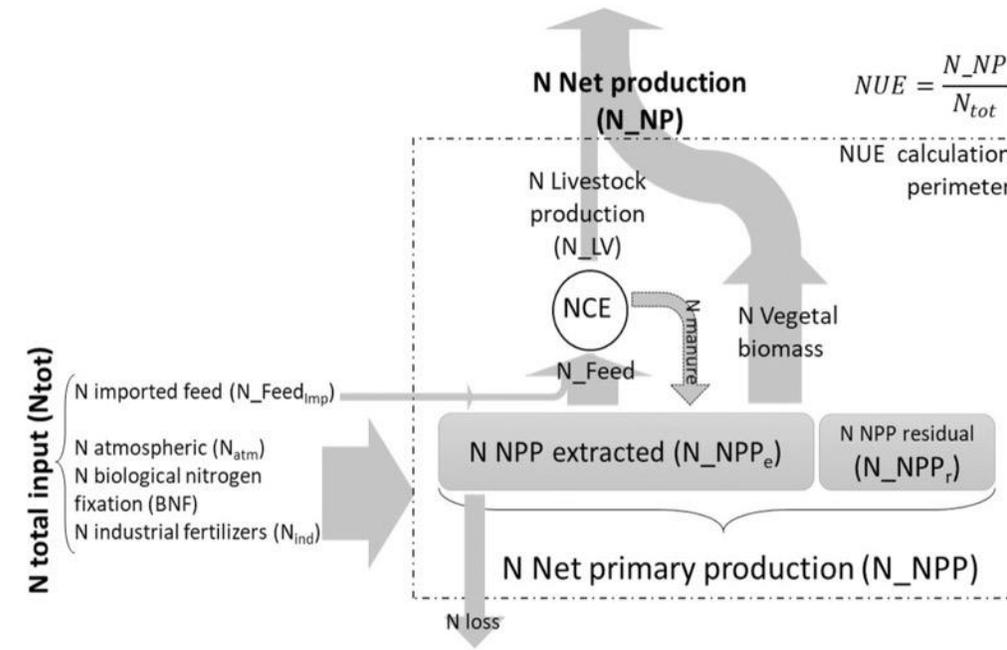
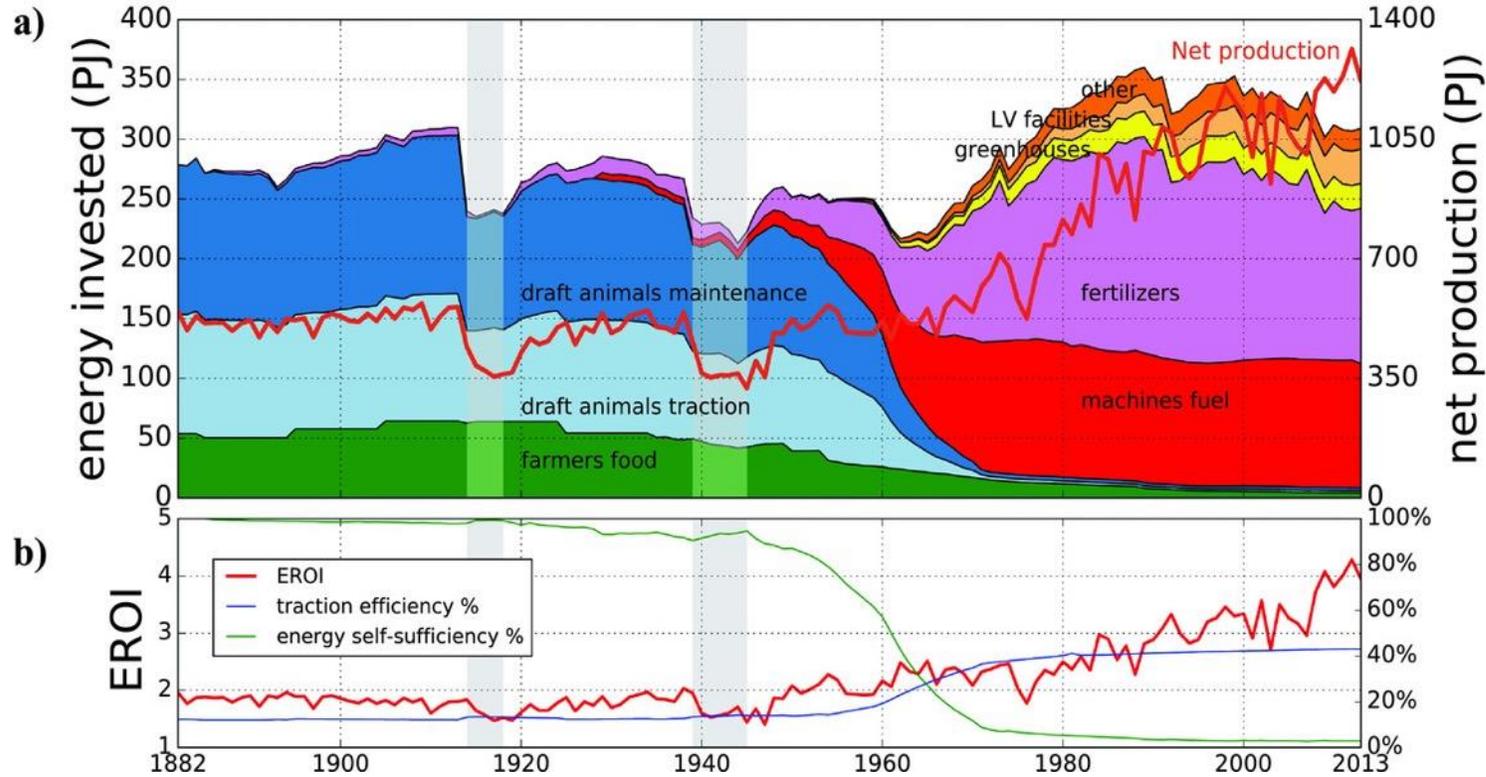
SAFE: biophysical boundaries



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

En agriculture: quelles transitions majeures ?

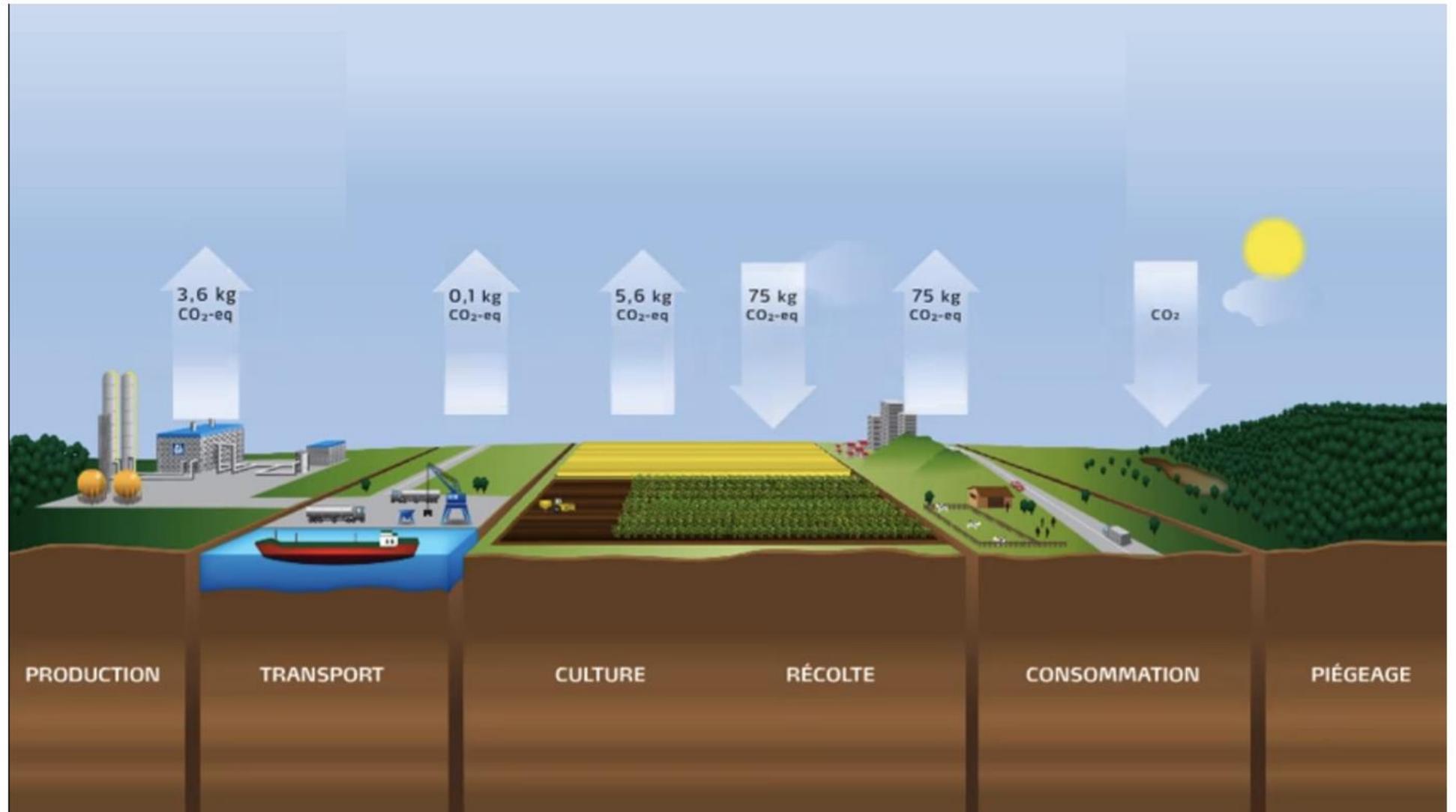
Energie, Azote et production agricole, sur la base de données historiques, France, 1882–2013.



Les émissions moyennes de GES **par kg d'azote minéral utilisé** (avec les meilleures techniques disponibles en 2024)

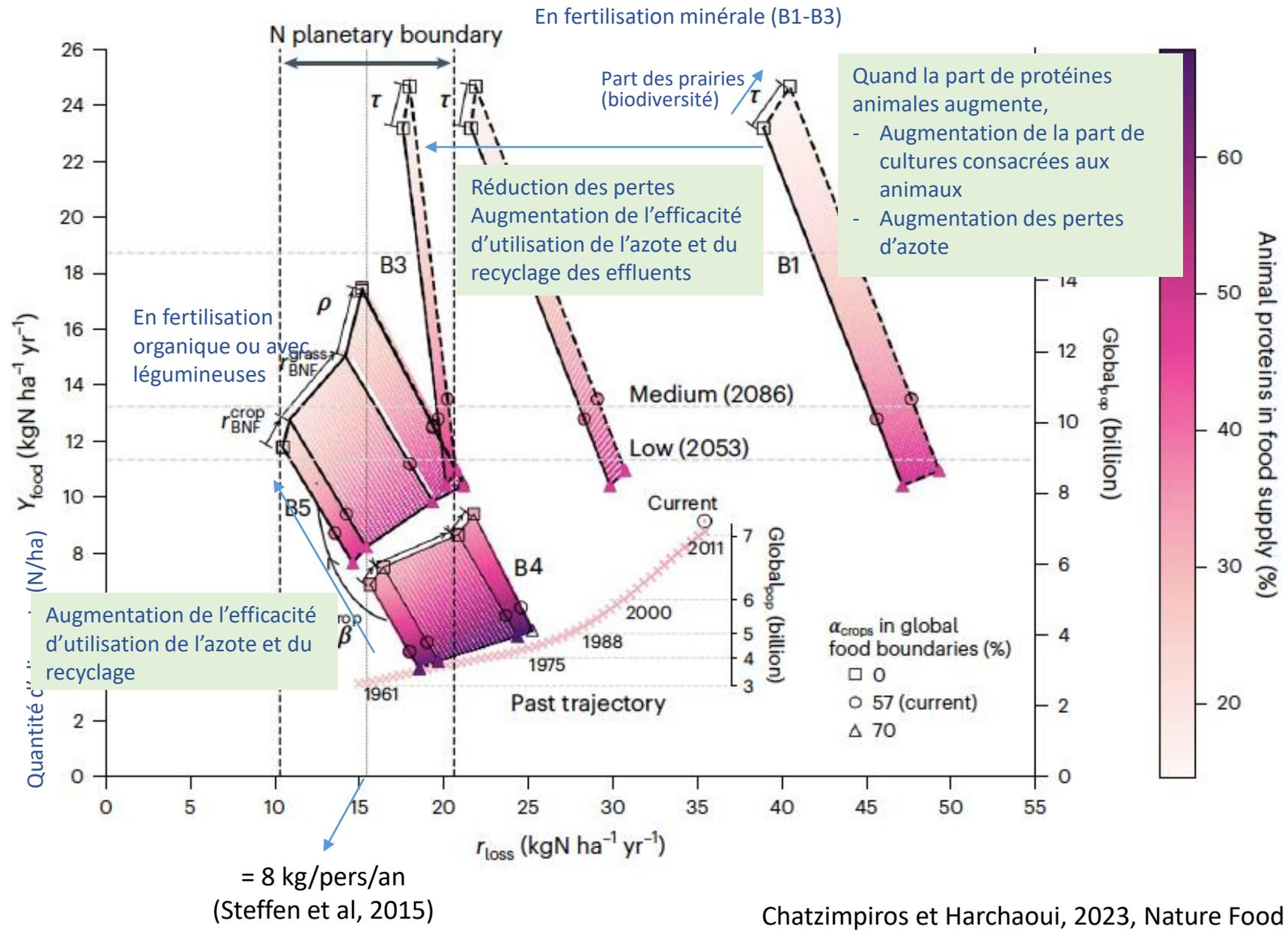
Soit 9,3 kg CO₂-eq par kg de N produit et utilisé

Sous hypothèse de MTD, les engrais azotés minéraux représentent 1,1 Mrd t CO₂-eq, soit 3% des émissions mondiales !



Source: Yara

Pour construire la réflexion, poser des cadres forts et des ambitions fortes



Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages

1. Les pertes restent très (trop) élevées. Peu de nouveautés sur ce champ.

Comment peut-on s'en sortir ?

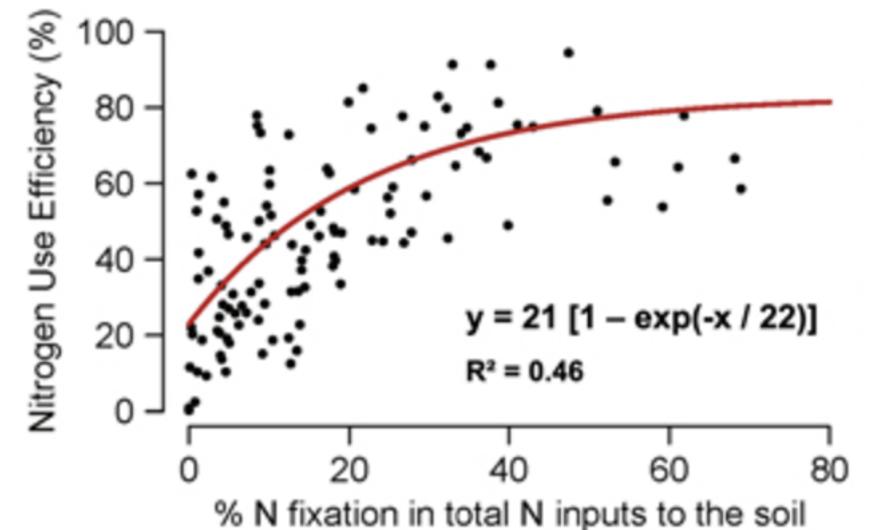
1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)

Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote
 - En production végétale
 - Choix des espèces et place des légumineuses (à graines, fourragères et de service)
 - Amélioration génétique: beaucoup de papiers, progrès génétique limité. Très bonne synthèse de Cormier et al (2016) sur les voies possibles

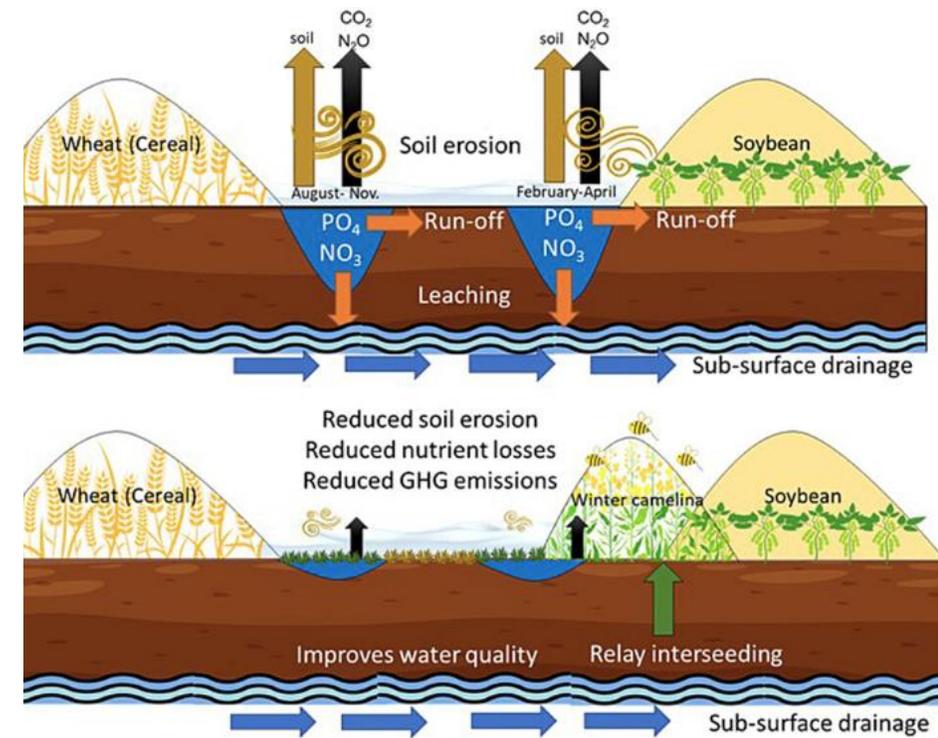
Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote
 - En production végétale
 - Choix des espèces et place des légumineuses (à graines, fourragères et de service)
 - Amélioration génétique: beaucoup de papiers, progrès génétique limité. Très bonne synthèse de Cormier et al (2016) sur les voies possibles
 - Utilisation de biostimulants ?
 - Evolution des structures de couverts et des successions culturales
 - Cultures en association
 - Cultures sur mulchs vivants
 - Cultures en relay-cropping





Primary crop	Relay crop	LER	Reference
Wheat	Soybean	1.64–1.96 (soybean cultivar dependent)	Jacques et al. (1997)
Wheat	Soybean	1.82 (Year 1), 1.76 (Year 2)	Caviglia et al. (2011)
Wheat	Cotton	1.20–1.53 (dependent on number of rows of each crop in combination)	Zhang et al. (2007)
Corn	Soybean	1.85–2.20 (dependent on N fertilizer rate and year)	Chen et al. (2019)
Corn	Soybean	1.56–1.85 (corn hybrid dependent)	Raza et al. (2021)
Winter camelina	Soybean	1.30–1.80 (soybean cultivar and interseeding date dependent)	Mohammed, Gesch, et al. (2022)



Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote (NUE)
 - En production végétale
 - En production animale
 - Modifier les équilibres entre les différentes productions animales (↘ monogastriques et → ruminants 'à l'herbe')
 - Amélioration génétique de l'efficacité d'utilisation de l'azote
 - Chez le porc, héritabilité du NUE de 0.54 (Kasper, 2024, Animal), mais un défi pour le phénotypage
 - Chez la vache laitière, le NUE difficile à mesurer a été estimé via la teneur en urée du lait. Mais la sélection semble peser sur le microbiote du rumen et son fonctionnement (Honerlagen et al, 2024, Zuchtungskunde)
 - Chez la volaille, détection de nombreux QTL impliqués dans l'efficacité alimentaire (Mignon-Grasteau et al, 2015, GSE)

Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote
4. **Modifier les sources d'azote**
 - Utilisation des effluents urbains: risques sanitaires et présence de xénobiotiques
 - Extraction des nutriments

Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote
- 4. Modifier les sources d'azote**
 - Utilisation des effluents urbains
 - **Couplage animal – végétal (les effluents d'élevage sont un réservoir d'azote gigantesque)**
 - Comme le recouplage spatial est complexe, il faut
 - Transporter des éléments nutritifs (coût du transport ?)
 - Corriger la valeur nutritive des effluents
 - Mobiliser les potentialités des micro-organismes du sol (biostimulation)

Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote
- 4. Modifier les sources d'azote**
 - Utilisation des effluents urbains
 - Couplage animal – végétal
 - Augmenter la part des légumineuses dans la sole cultivée: jusqu'où est-il possible d'aller sans engendrer d'autres difficultés (maladies, excédents azotés ?) ?

Comment peut-on s'en sortir ?

1. Réduire les pertes et gaspillages
2. Utiliser les co-produits, une fois les pertes et gaspillages réduits (= bioéconomie dans les dimensions cascading et circularité)
3. Améliorer les efficacités d'utilisation de l'azote
4. **Modifier les sources d'azote**
 - Utilisation des effluents urbains
 - Couplage animal – végétal
 - Augmenter la part des légumineuses dans la sole cultivée
 - **Produire de l'engrais azoté à partir d'énergie verte**
 - Aujourd'hui, la production à partir de méthane engendre *a minima* **3,6 kg CO₂ eq/kg N**
 - Pile à hydrogène
 - Yara
 - FertigHy: projet à Languevoisin-Quiquery (Somme) avec un investissement de 1,3 Mrd€ !

En conclusion

- On n'est pas sorti de l'auberge !
 - La plupart des leviers sont disponibles et connus depuis des années, et pourtant...
 - Mais on peut y arriver !
- Pas de solution unique, mais une série de petits leviers à mobiliser à toutes les étapes de la chaîne de valeur
- La définition d'un objectif partagé (revenir dans les limites planétaires) permet d'avoir une boussole commune et de construire une métrique partagée

Merci pour votre attention

