



Colloque « Retour au sol des  
produits résiduaux organiques »  
organisé par l'observatoire de  
recherche SOERE PRO

*Campus Agro Paris-Saclay*  
*22 juin 2023*



# La méthanisation agricole en France

## *Contribution à la transition agroécologique ou opportunité énergétique ?*

---

F. Beline, A. Couvert, F. De Quelen, R. Girault, S. Houot, M-H. Jeuffroy, J. Jimenez,  
C. Le Maréchal, T. Lendormi, S. Menasseri, J-P Steyer.

*INRAE, ENSCR, Anses, Univ. Bretagne Sud, L'Institut Agro*



# Les principaux contributeurs

---



**Marie-Hélène Jeuffroy**

**Vincent Jean-Baptiste**

**Christian Couturier**

**Daniel Salmon**

**Xavier Poux**

**Nicolas Tonnet**

**Fabrice Beline**

**Florent Levavasseur**

**Jeanne Cadiou**

**Sandrine Espagnol**

**Armelle Damiano**

**Laura Toulet**

**Julie Jimenez**

**Antonio Bispo**

**Guénola Pérès**

**Safya Menasseri**

**Dominique Patureau**

**Anne Marie Pourcher**

**Pascal Piveteau**

**Sylvain Marsac**

**Romain Girault**

**Sabine Houot**

**Lorie Hamelin**

**Thomas Nesme**

**Matthieu Carof**

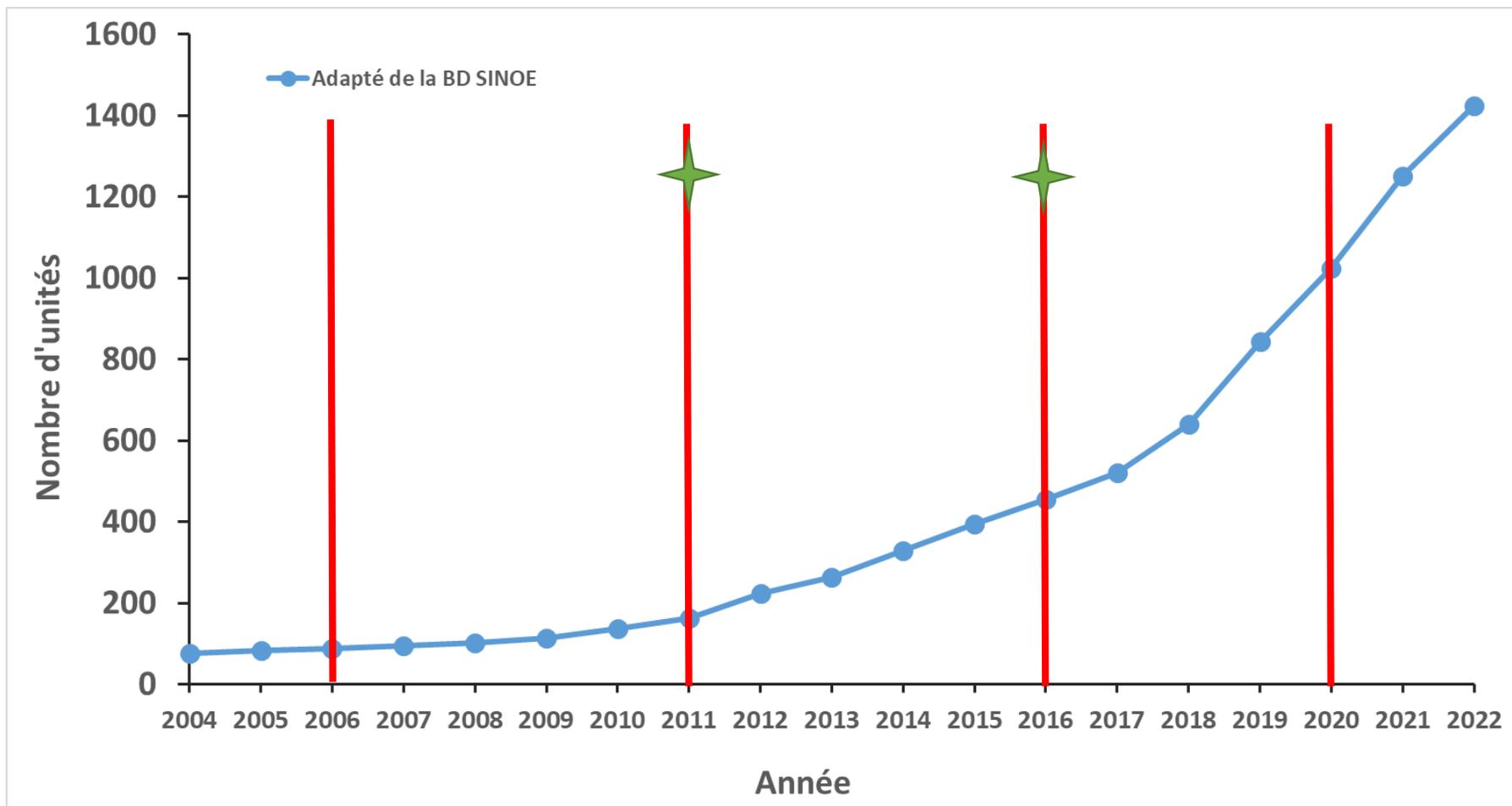
# Historique & enjeux de la méthanisation agricole

- **Plan climat 2004 : Réduction des émissions de GES liées à la gestion des déjections animales, production d'EnR et meilleure valorisation de l'azote**
- **Arrêté du 10 juillet 2006 - tarifs d'achat de l'électricité : Prise en compte de la taille et de l'efficacité énergétique**
- **Arrêté du 23 novembre 2011 – tarifs d'achat du biométhane: Prise en compte de la taille**
- **Plan EMAA – 2013: complément de revenu, meilleure gestion de l'azote et développement des EnR**
- **Arrêté du 13 décembre 2016 – tarifs d'achat de l'électricité : révision du tarif et ajout d'une prime « effluent d'élevage »**
- **Décret n° 2016-929: Méthanisation : un plafond de 15 % pour les cultures principales**
- **Arrêté du 23 novembre 2020 – tarifs d'achat du biométhane: révision du tarif et ajout d'une prime « effluent d'élevage »**

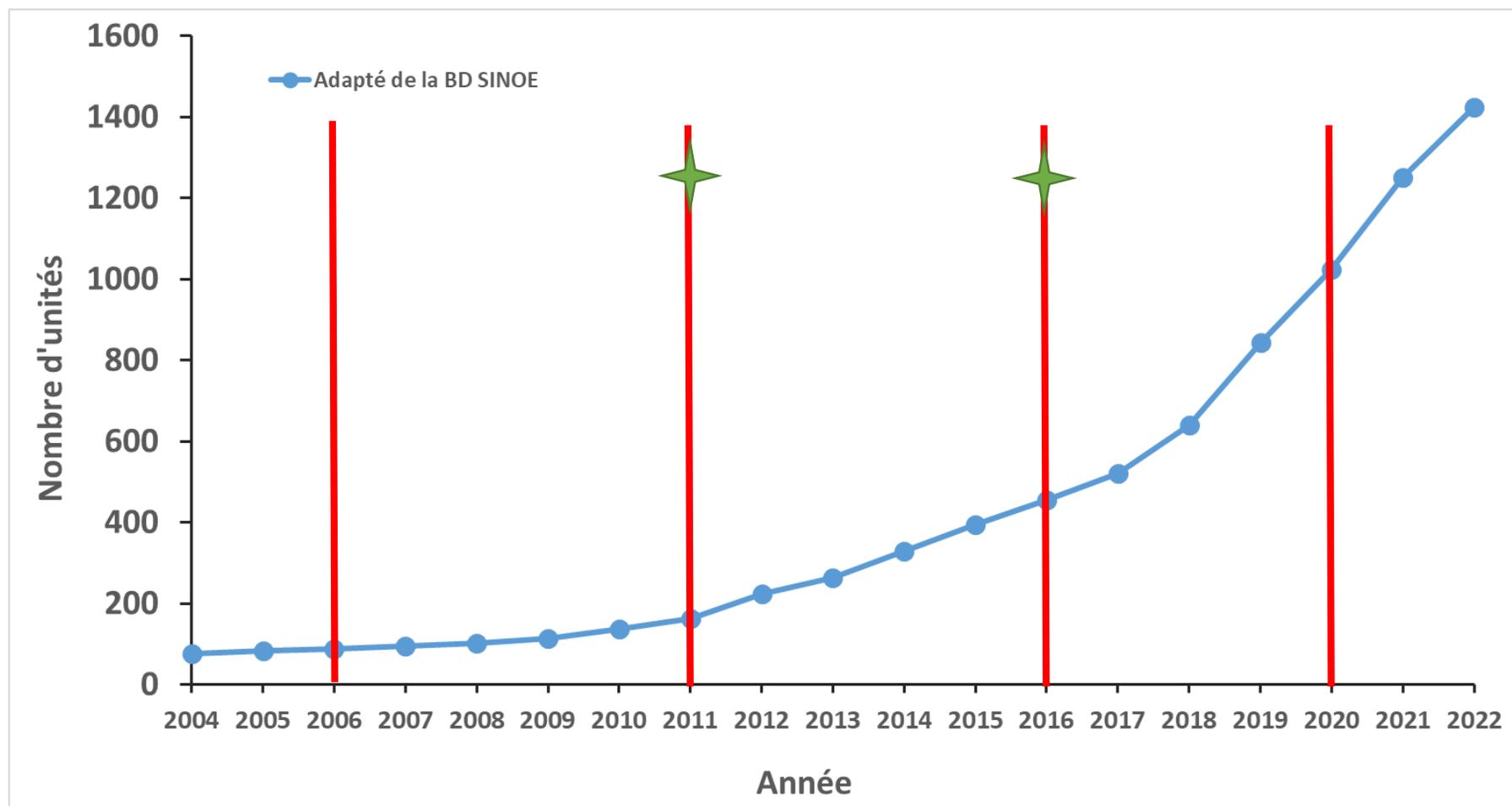


**Des enjeux énergétiques (EnR), climatiques (GES et EnR), économiques (revenu des agriculteurs), agronomiques (gestion de l'N) et alimentaires (usage des sols)**

# Evolution des unités de méthanisation en France



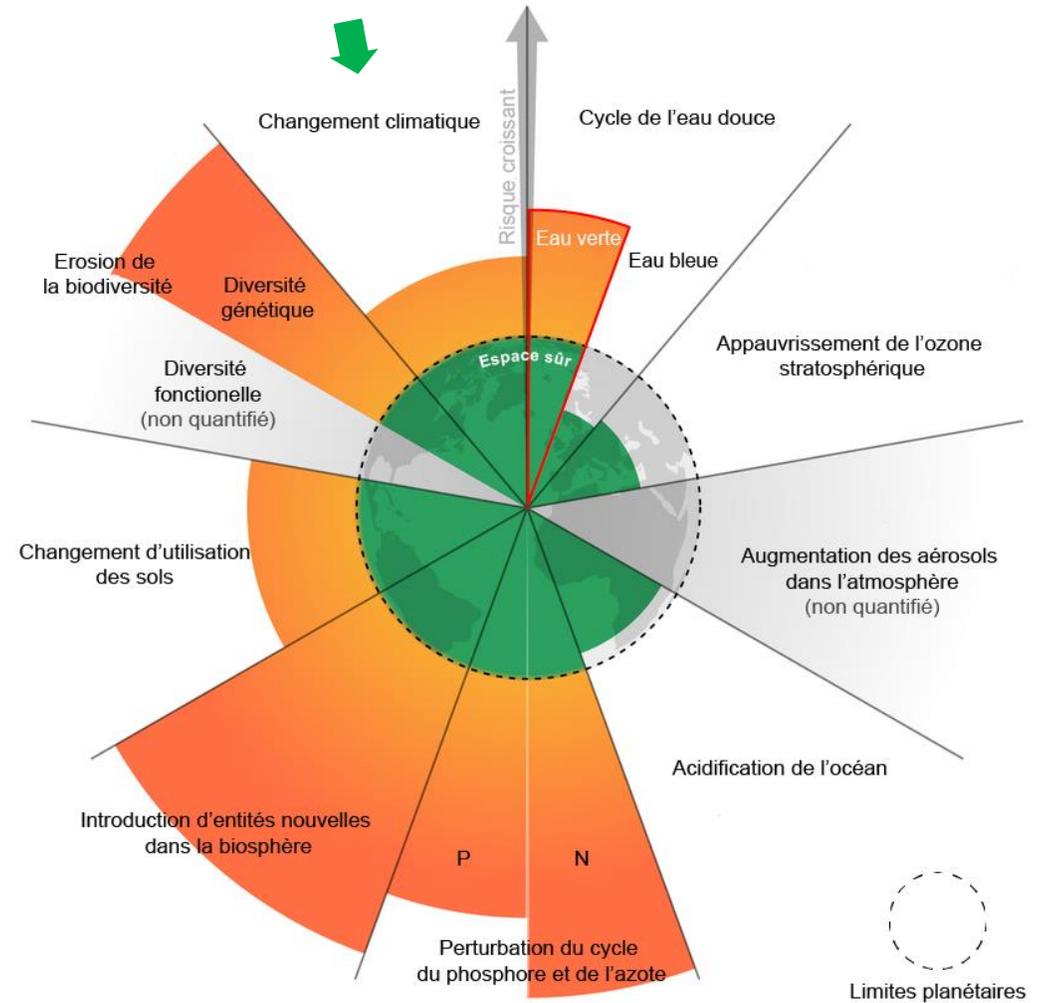
# Evolution des unités de méthanisation en France



**Au final, un développement basé principalement sur les aspects énergétiques & économiques. Les aspects environnementaux sont peu contraignants**

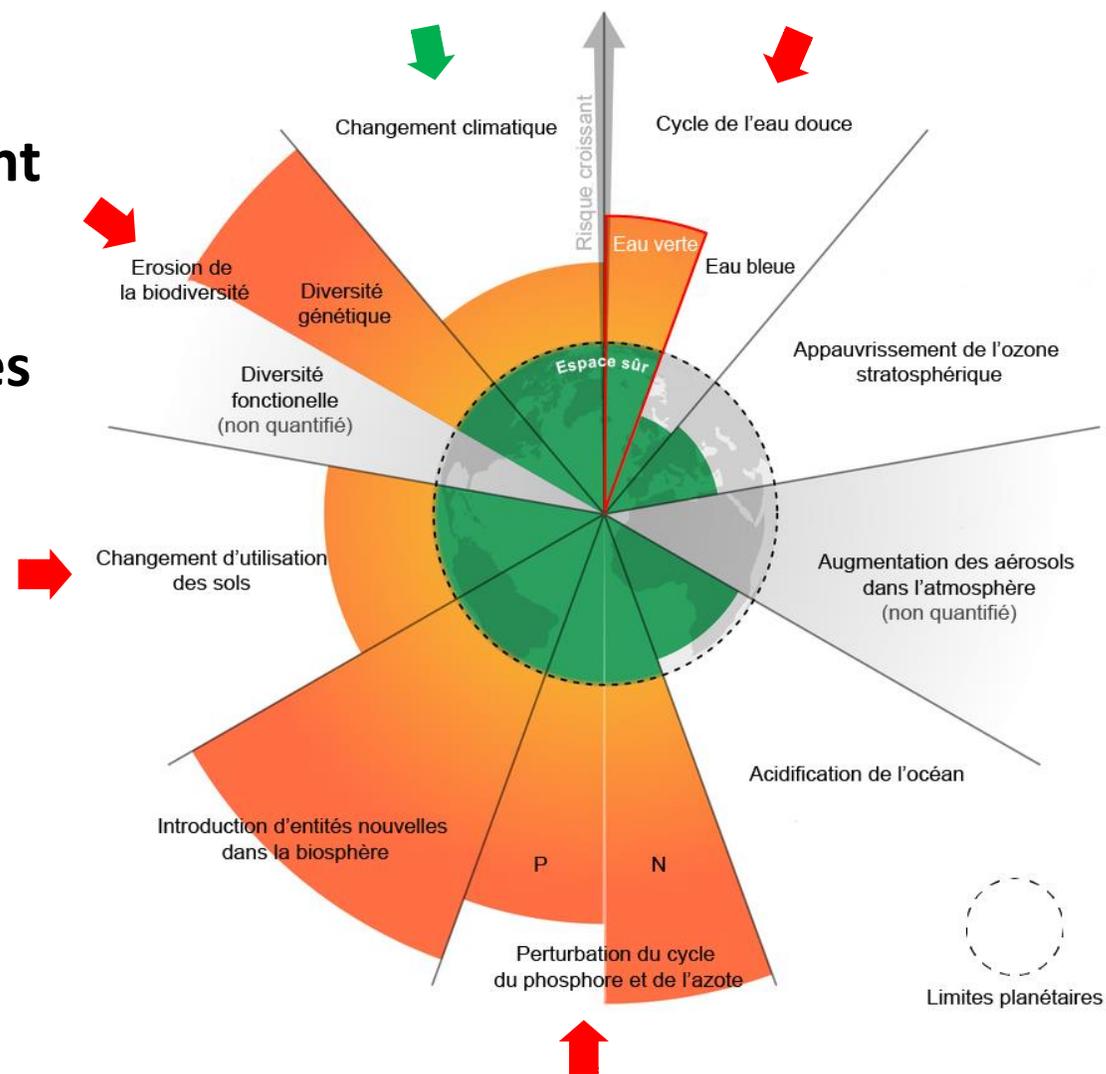
# Un bioprocédé au cœur de...

- La lutte contre le changement climatique à travers le développement des EnR



# Un bioprocédé au cœur de...

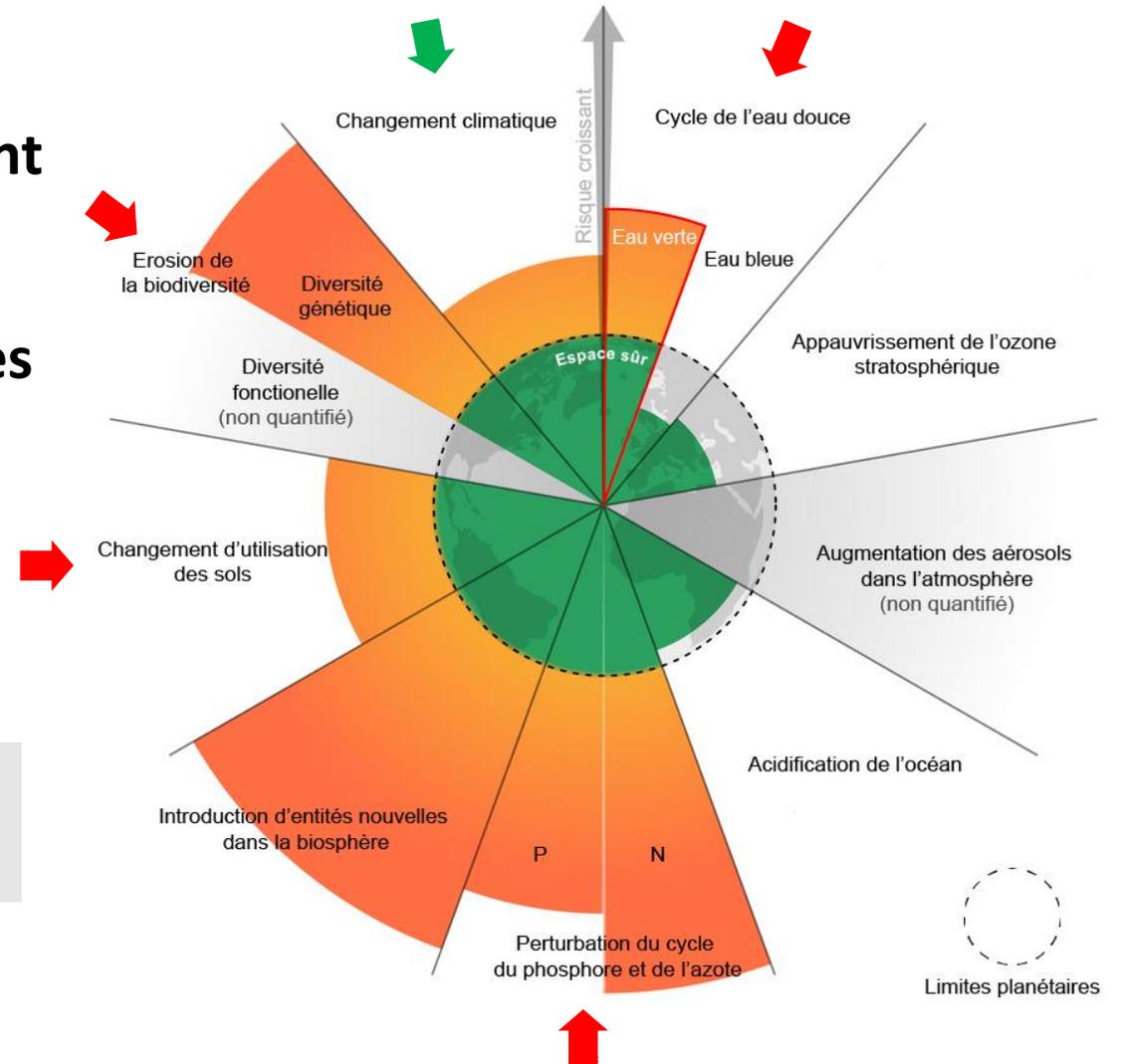
- La lutte contre le changement climatique à travers le développement des EnR
- Mais aussi d'autres limites planétaires largement dépassées



# Un bioprocédé au cœur de...

- La lutte contre le changement climatique à travers le développement des EnR
- Mais aussi d'autres limites planétaires largement dépassées

➤ Une évaluation systémique nécessaire  
=> prisme de l'agroécologie



# Workshop « Méthanisation & Agroécologie »

---

- 70 chercheurs et acteurs de la méthanisation (Rennes, 2022)
- Présentation de résultats et discussions lors de différentes tables rondes
- 6 thématiques
  - Méthanisation et agroécologie, est-ce compatible ?
  - Modèles de production agricole associés à la méthanisation
  - Qualité et fonctionnement des sols
  - Flux de contaminants dans l'environnement
  - Bouclage des cycles du carbone et des nutriments
  - Quels compromis entre production d'énergie et agroécologie à l'échelle des systèmes de méthanisation?
- [Article de synthèse](#)



# L'agroécologie

---

Mouvement  
social

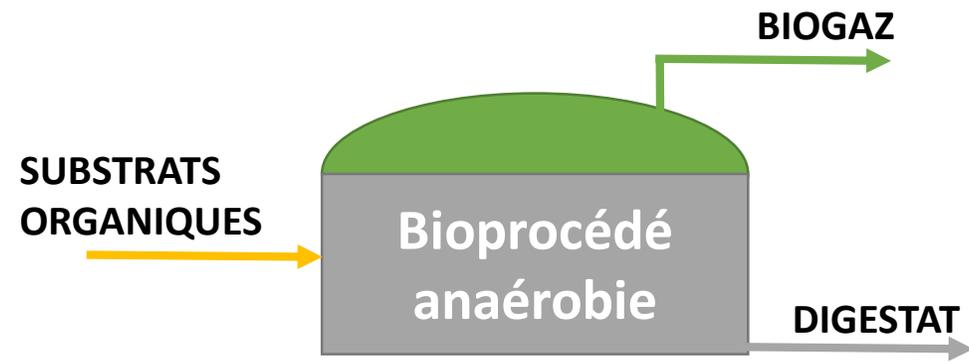
Domaine  
scientifique

Pratiques  
agricoles

- S'appuient sur les régulations naturelles / fonctionnalités des écosystèmes
- Développent une vision systémique et long-terme maximisant les synergies entre les composantes du système
  - Réduire autant que possible les intrants de synthèse (engrais, phyto et énergie)
  - Boucler au mieux les cycles de nutriments
  - Minimiser les pertes
  - Favoriser la biodiversité aux différents niveaux du système
  - Préserver la santé des sols
  - Préserver les ressources en eau

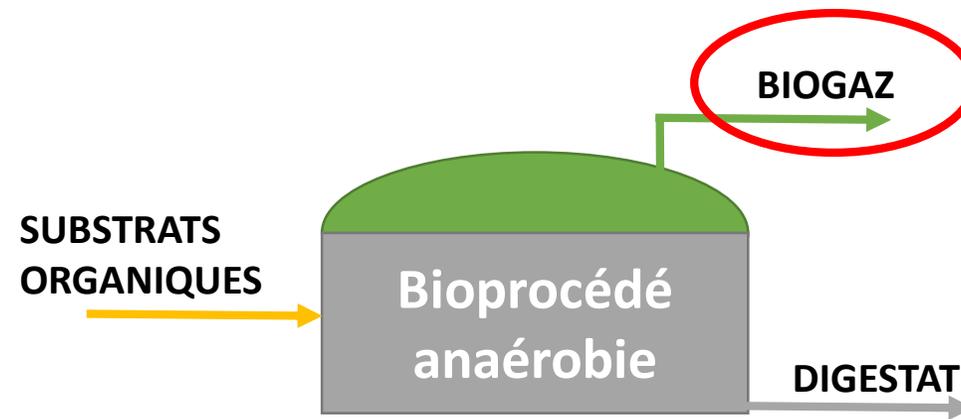
# La méthanisation

---



# La méthanisation

---



# Prospectives énergétiques Françaises (2050)

TWh/an	Cons. Actuelles		Prospectives 2050
<b>Produits pétroliers</b>	750		40-50
<b>Biocarburants</b>	35		30-100
<b>Gaz</b>	360-370		150-370
	<i>Gaz naturel</i>	350	0-200
	<b>Biogaz</b>	<b>11</b>	<b>90-150</b>
	<i>Power2Gaz</i>	0	20-30
	<i>Autres (gazeification, H2)</i>	0	0-180
<b>Electricité</b>	400-450		430-650
	<i>Nucléaire</i>	380	0-300
	<i>Eolien offshore</i>	0	80-200
	<i>Eolien terrestre</i>	35	80-155
	<i>Solaire PV</i>	14	80-230
	<i>Hydraulique</i>	50-60	50-60
<b>Biomasse (bois)</b>	-		40-60
<b>Autres (Chaleur, ...)</b>	-		50-100

**+ 700-1300%**

# Prospectives énergétiques Françaises (2050)

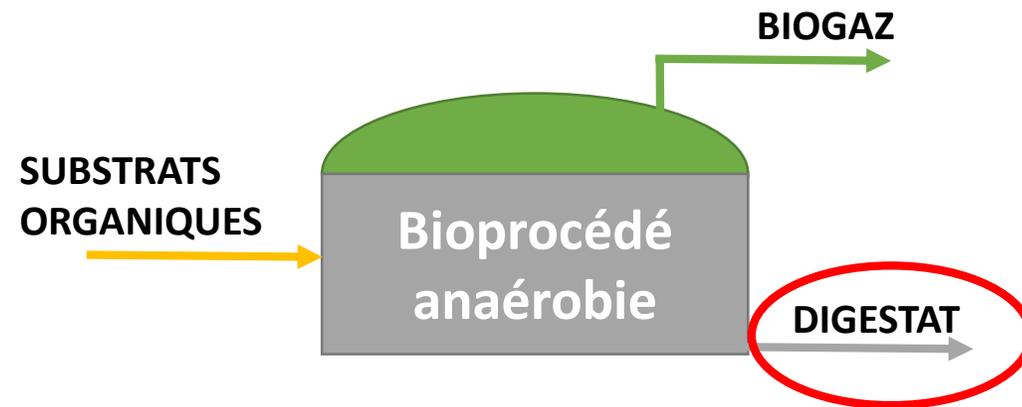
TWh/an	Cons. Actuelles		Prospectives 2050
<b>Produits pétroliers</b>	750		40-50
<b>Biocarburants</b>	35		30-100
<b>Gaz</b>	360-370		150-370
	Gaz naturel		0-200
	<b>Biogaz</b>		<b>90-130</b>
	Power-to-gas		0-30
			650
			500
			200
			80-130
		14	80-230
		50-60	50-60
<b>Biomasse (bois)</b>	-		40-60
<b>Autres (Chaleur, ...)</b>	-		50-100

**+ 700-1300%**

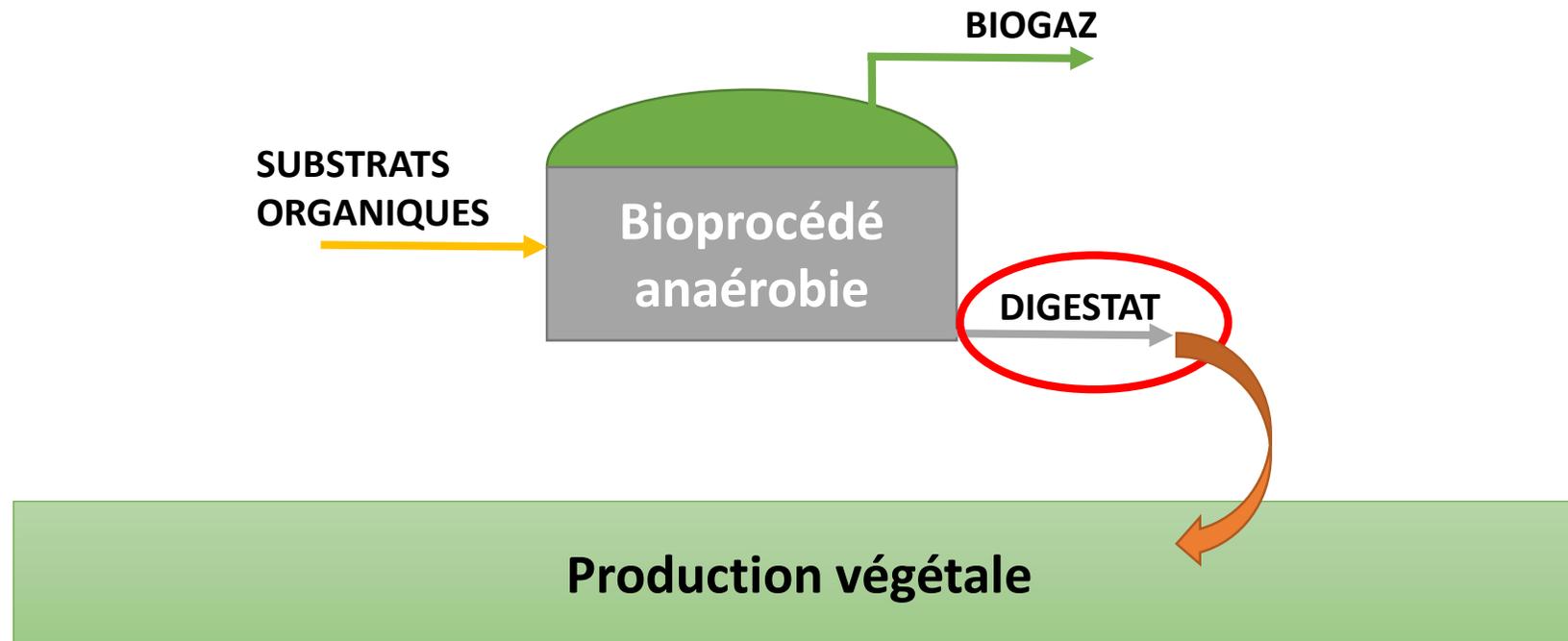
Pas d'incompatibilité avec l'agroécologie si la vocation alimentaire de la production agricole reste prioritaire

# La méthanisation

---



# La méthanisation



# La méthanisation

---



## Quels impacts sur la santé des sols?

- *qualité biologique et physique*
- *stock de carbone*
- *contaminations biologiques ou chimiques*

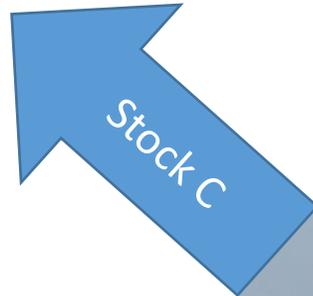
BIOO

ction... tale

# Impacts des digestats sur les sols



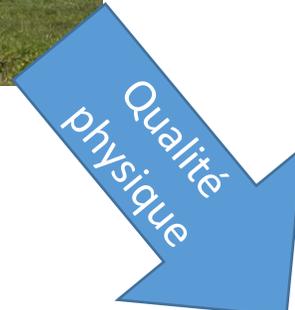
↗ sortie de C (biogaz)  
↗ ↗ entrée de C (CIVE, déchets, ... )  
≠ formes de C  
Avec méthanisation >/≈ Sans méthanisation



lisier ≈ digestat > minéral  
digestat > pas d'apport

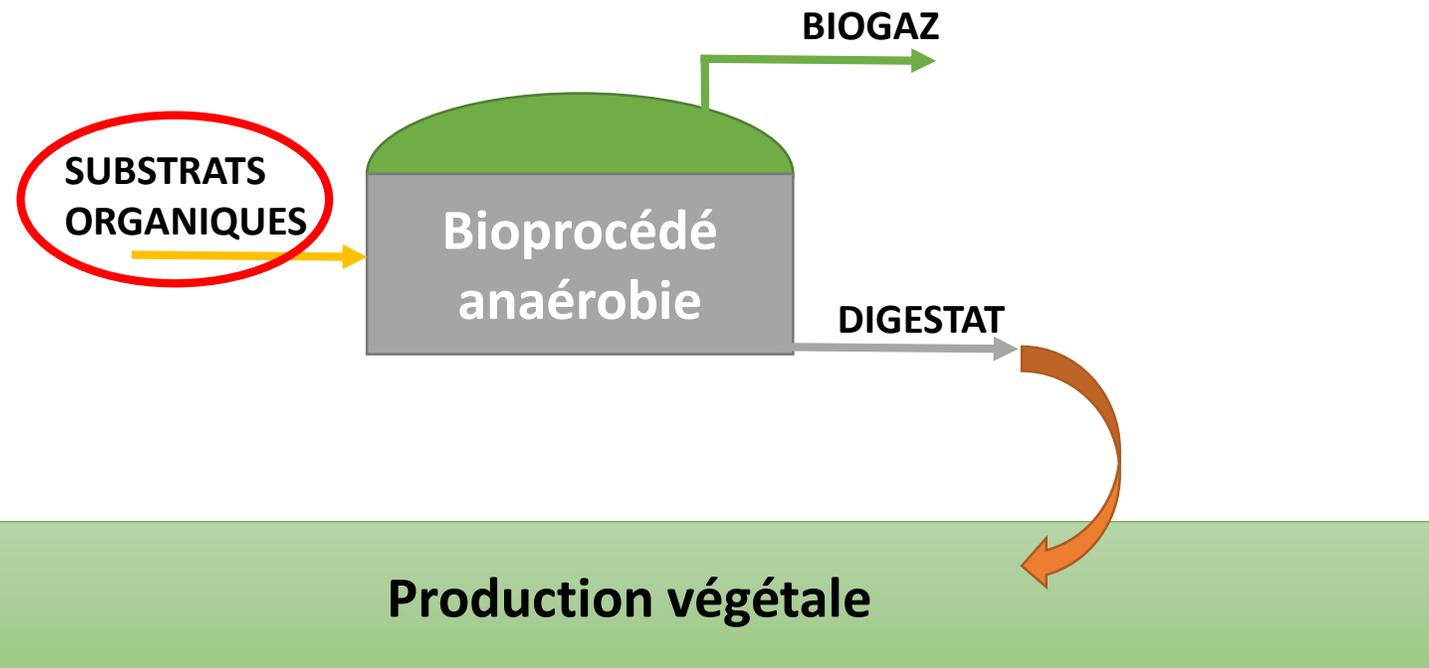


lisier > digestat > compost



Effet des pratiques > type de produits  
lisier ≈ digestat > minéral

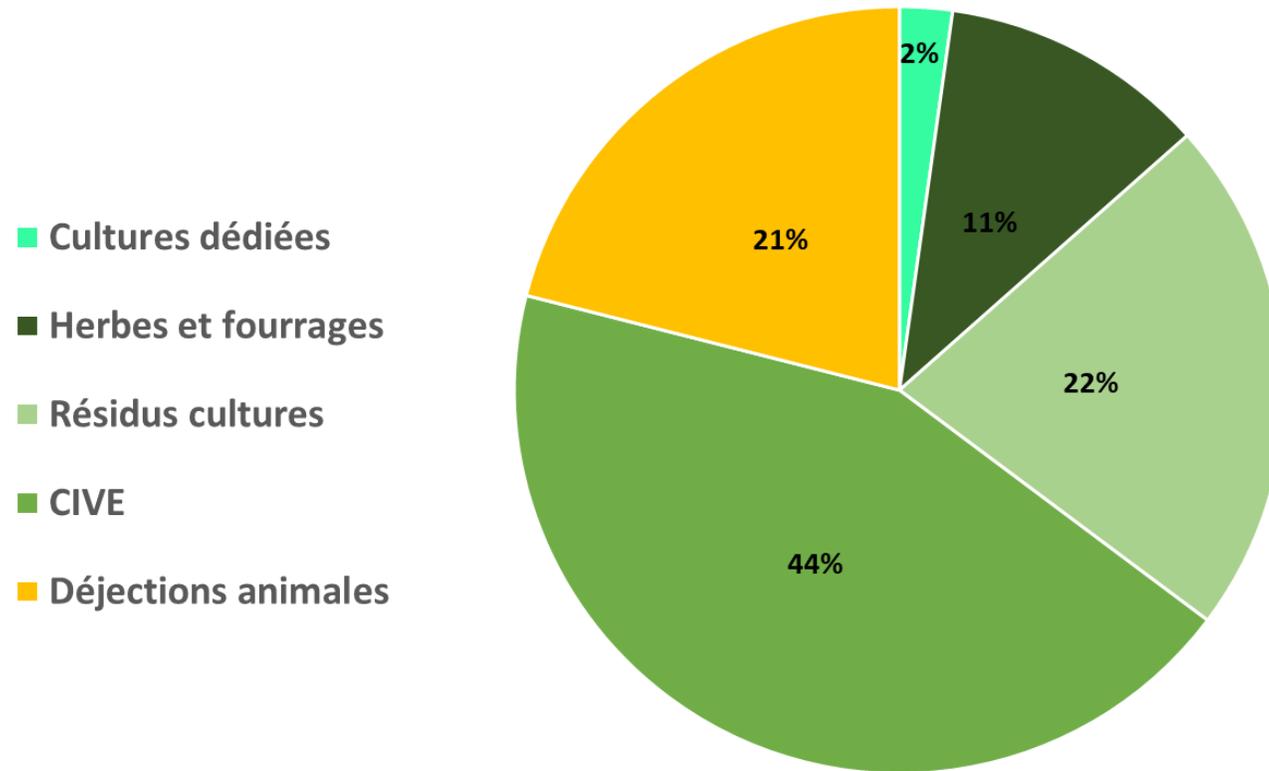
# La méthanisation



# Origine des intrants

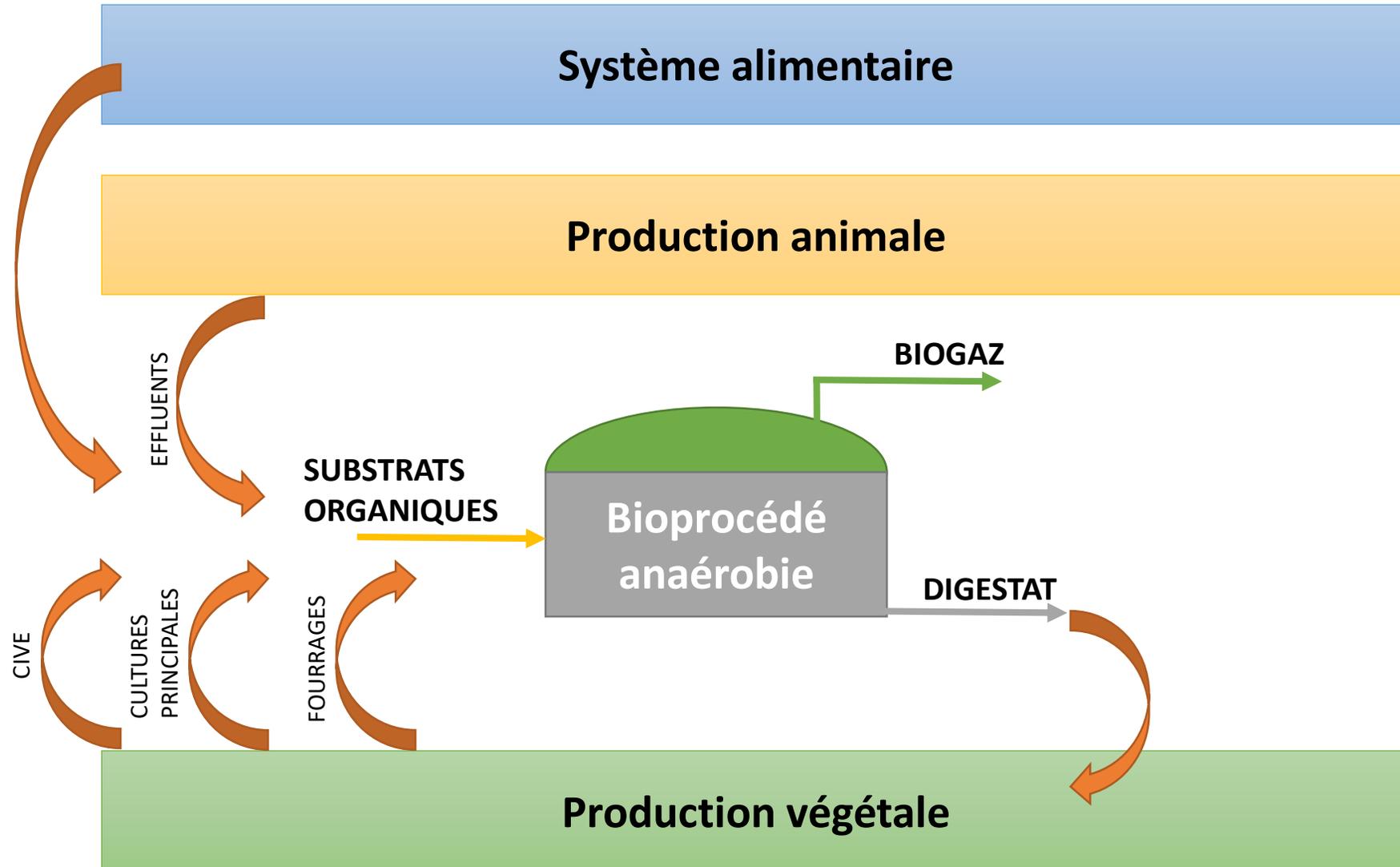


Part énergétique des différents intrants dans les perspectives 2050



*Adaptation libre de différentes perspectives*

# La méthanisation



# La méthanisation

**Système alimentaire**

Quels effets sur la gestion des systèmes de production animale et végétale?

- *changements d'assolement*
- *évolution des cheptels*
- *type et niveau de fertilisation*
- *utilisation de traitements phytosanitaires*
- *ressources en eau*

**Production végétale**

CU  
PR



# Effets sur la production animale

---

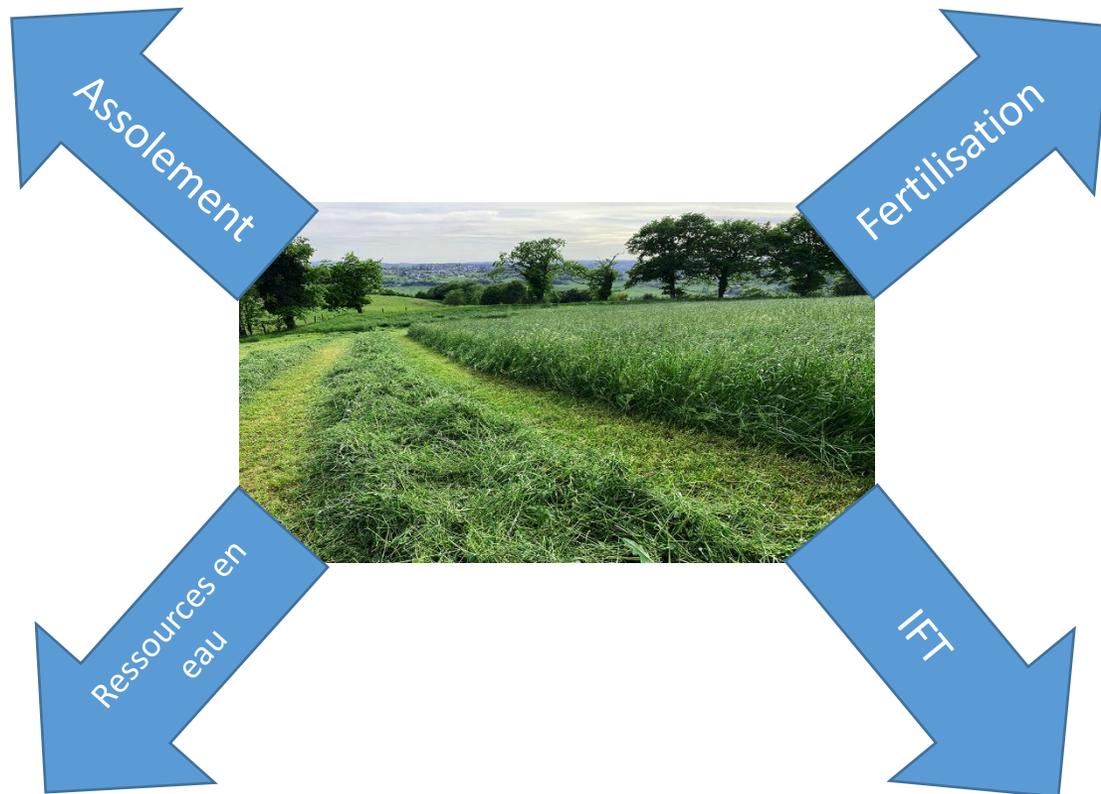


 Peu d'effets significatifs

# Effets sur la production végétale

↗ ↗ CIVE  
Blé → Orge (CIVE été)  
↗ Maïs (CIVE Hiver + intrants)  
↘ Rdt CP (CIVE)  
≈ Prairies

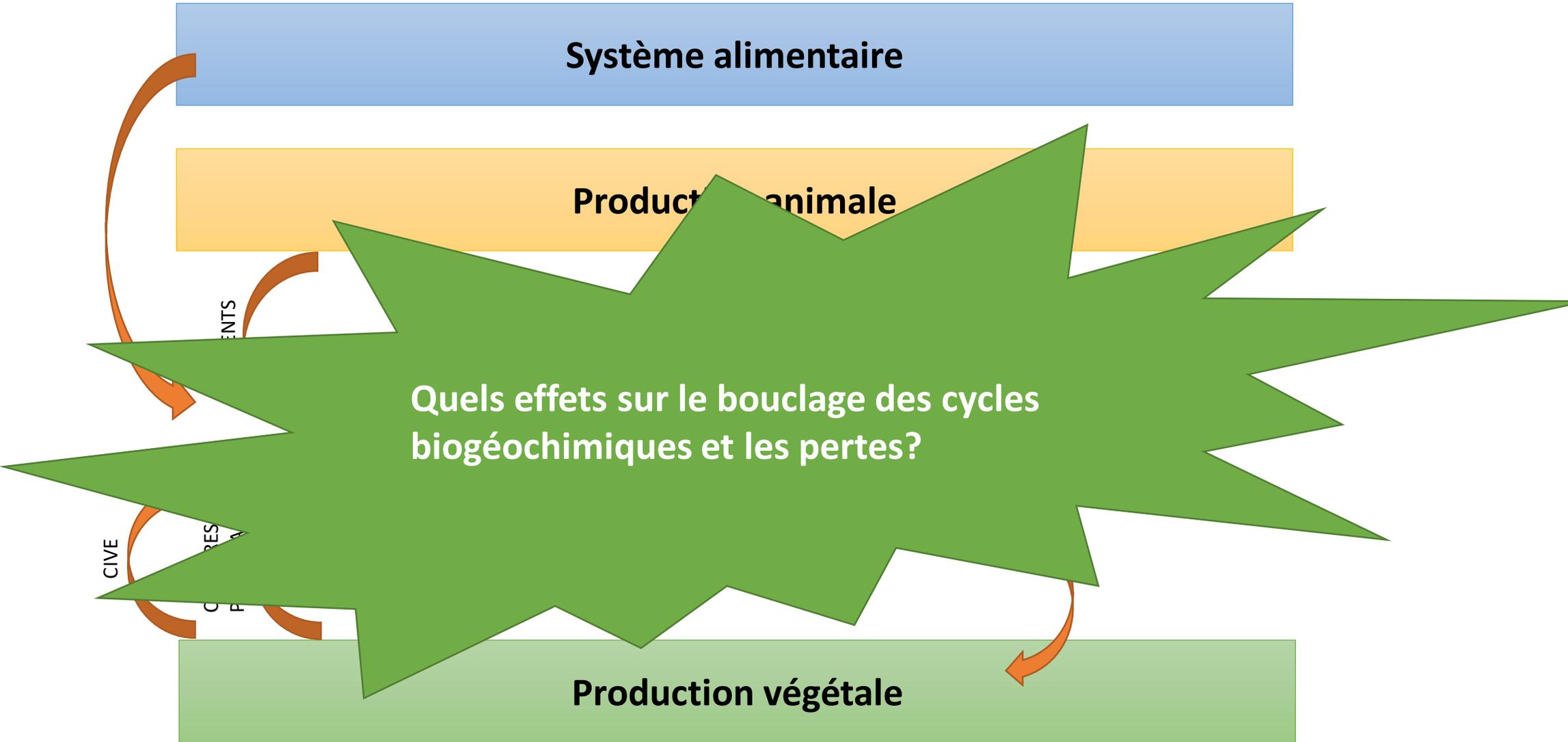
↗ Fertilisation (CIVE)  
mais ↘ des besoins en  
engrais minéraux (apports  
extérieurs)



Irrigation des CIVE (parfois)  
↗ irrigation de la CP après CIVE (parfois)

≈ à ↗ sur CIVE  
↘ potentielle sur CP

# La méthanisation



# Effets sur le bouclage des cycles et les pertes

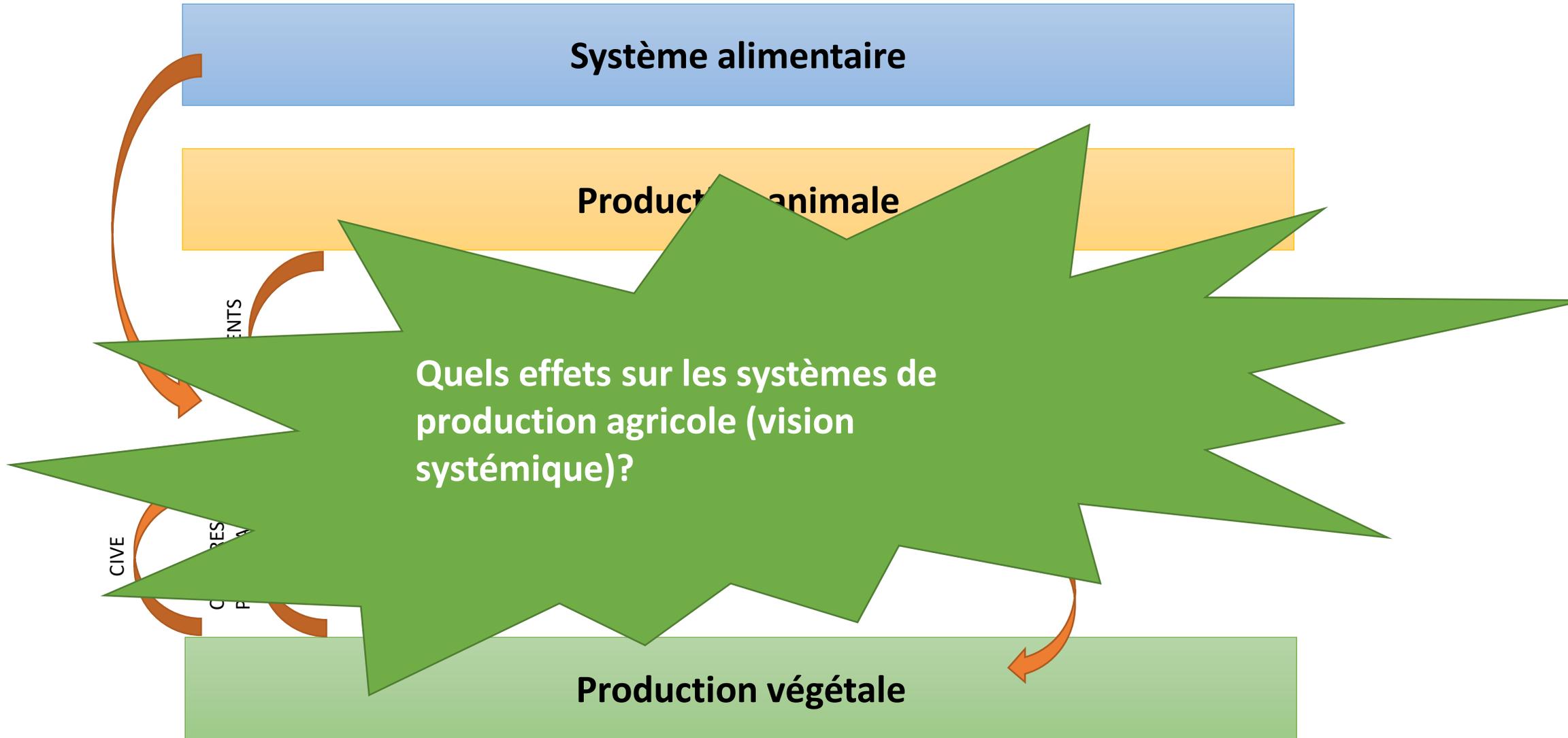


Azote

Carbone

- Intrants extérieures: ↗ recyclage de N mais limité ( $< 6\%$  au niveau macro et 20-30% au niveau micro)
- Gain d'efficacité de l'N dépend des pratiques
- ↗↗ des pertes  $\text{NH}_3$  (point de vigilance)
- $\approx$  des pertes de  $\text{N}_2\text{O}$  &  $\text{NO}_3^-$
- Peu d'impact sur fixation d'N (légumineuse) aujourd'hui
  
- ↗↗ entrée de C et ↗ stockage (CIVE + intrants extérieurs)
- ↘ GES notamment avec effluents d'élevage
- Attention aux fuites de  $\text{CH}_4$  (point de vigilance) notamment intrants végétaux

# La méthanisation



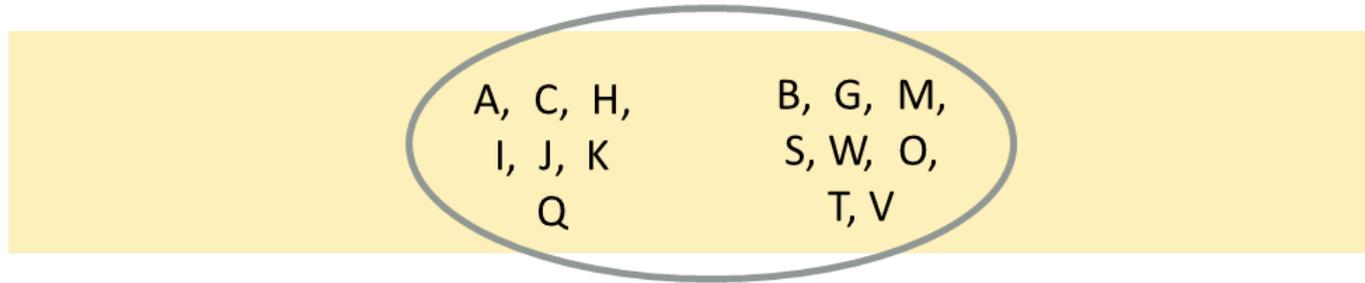
# Effets sur le système de production agricole



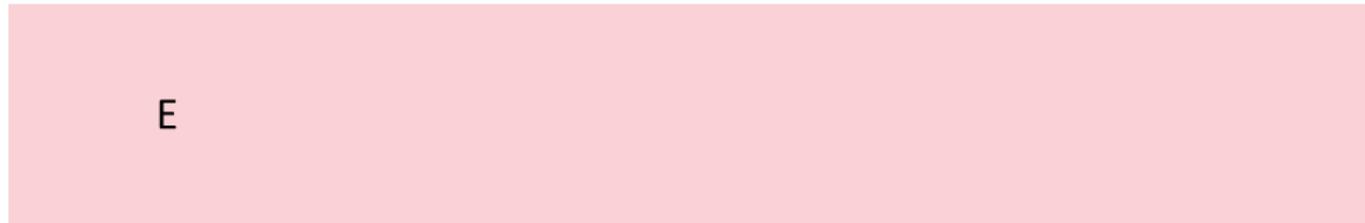
*Transformation systémique vers plus de durabilité*



*Maintien des modes productifs antérieurs*



*Renforcement des caractéristiques du régime agricole dominant*



←—————|—————→  
**Moins vertueux (-)                      Effets mitigés (+/-)                      Plus vertueux (+)**

# Effets sur le système de production agricole

*Transformation systémique vers plus de durabilité*

U

D, F,  
N

*Maintien des modes productifs antérieurs*

A, C, H,  
I, J, K  
Q

B, G, M,  
S, W, O,  
T, V

*Renforcement des caractéristiques du régime agricole dominant*

E

**Moins vertueux (-)**

**Effets mitigés (+/-)**

**Plus vertueux (+)**

*Dans la plupart des cas, un maintien des systèmes existants (majoritairement intensifs) +/- vertueux selon les changements de pratiques induits par la méthanisation*

*Pas de transition forte*

*Mais quelques cas qui montrent que la méthanisation peut-être un outil de transformation systémique*

# Des cas de transformation systémique illustrés

## Guillaume Rocquecourt

- Près de Montdidier, Somme
- 170 ha de grandes cultures



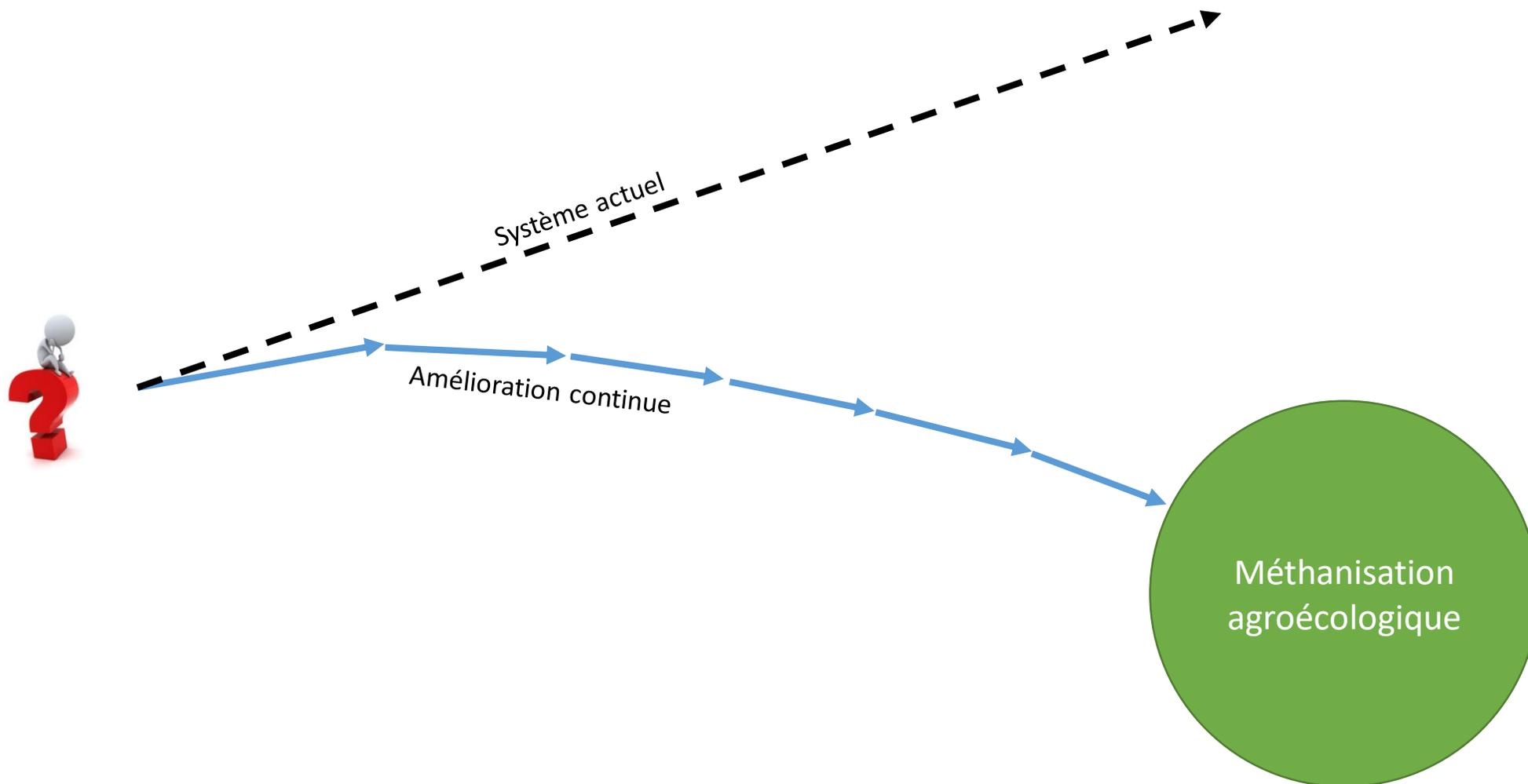
- **2015: passage à l'ACS**
- **2020: développement des infrastructures agroécologiques (bandes enherbées fleuries)**
- **2025: Introduction de la méthanisation : optimisation recyclage N & P + valorisation couverts et légumineuses fourrages**



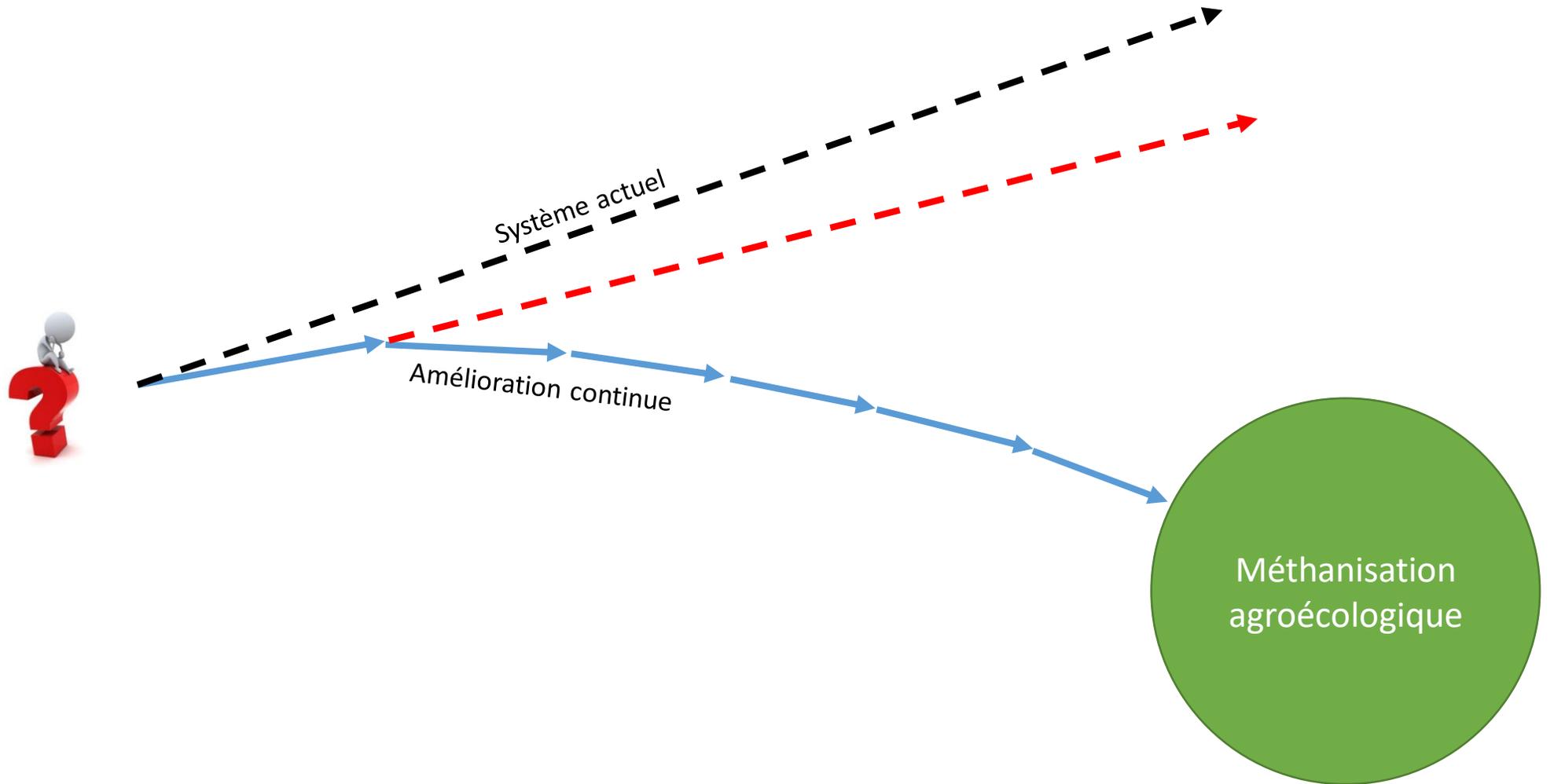
# La méthanisation agroécologique

- Veiller à produire de l'énergie bas carbone (**attention aux fuites de CH<sub>4</sub>**) et à être efficace énergétiquement sur l'énergie produite et consommée
  - Favoriser l'autonomie en fertilisants
    - **Recyclage territorial**
    - **Limitation des pertes (NH<sub>3</sub>)**
    - **Fertilisation des CIVE dans une logique extensive**
    - **Développement des légumineuses (CIVE & CP)**
  - Favoriser la biodiversité
    - **Développement des couverts hivernaux**
    - **Maintien ou développement des cultures pérennes (prairies) selon les territoires et la place de l'élevage**
    - **Conception de rotations minimisant les besoins en produits phytosanitaires**
  - Développer les services écosystémiques
    - **CIVE multi espèces (gestion des reliquats de N, entrée de N à travers légumineuses, structuration du sol)**
- ↳**
- Des procédés moins coûteux permettant de réduire les contraintes financières de TRI (taille, gouvernance, technologie de la filière)
  - Un dimensionnement « raisonnable » intégrant des critères de souplesse et résilience et prenant en compte l'ensemble des services rendus (versus productivité énergétique seule)
  - Un outil au service d'une approche systémique et long terme

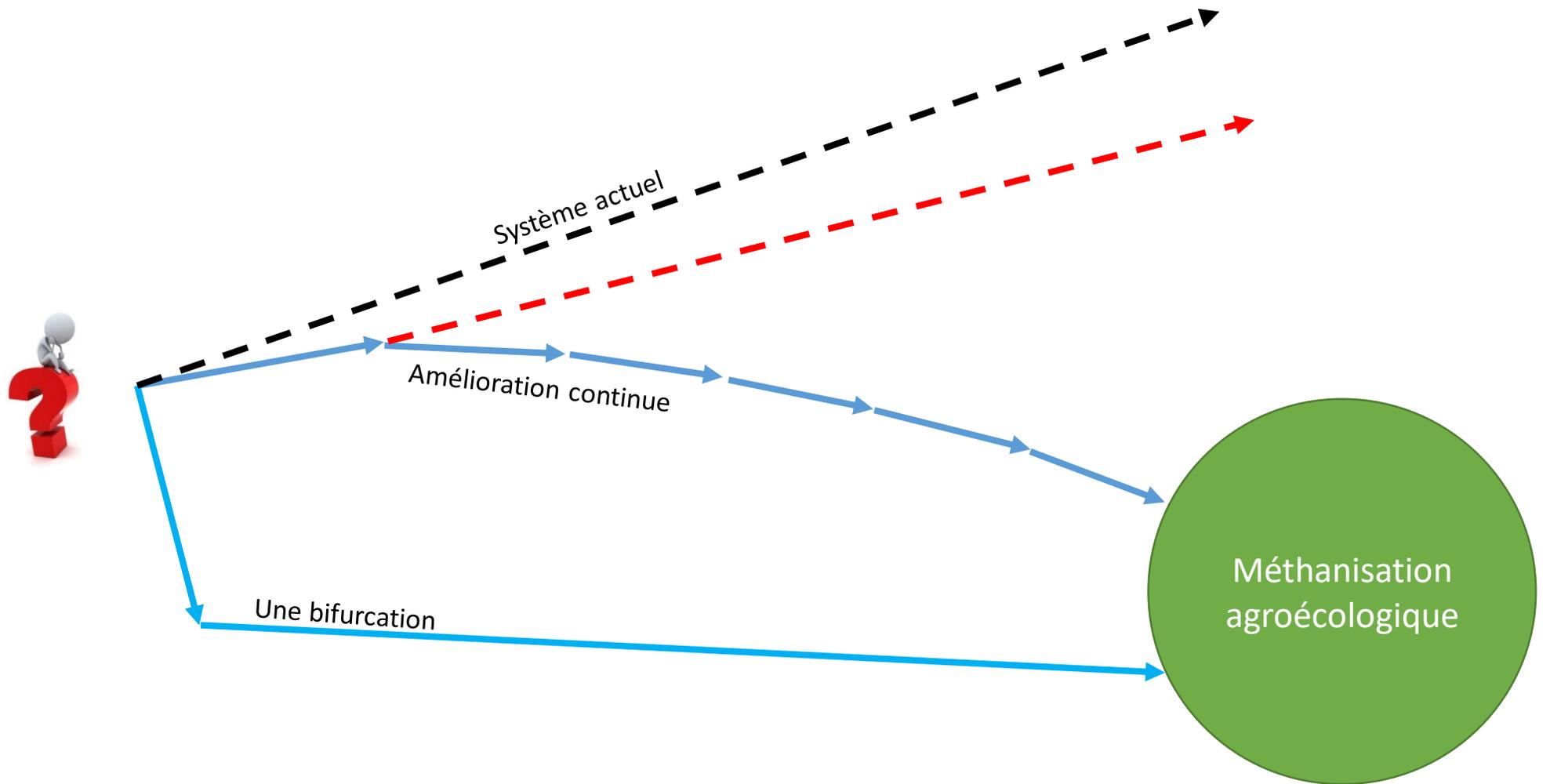
# Un dissensus sur le chemin ...



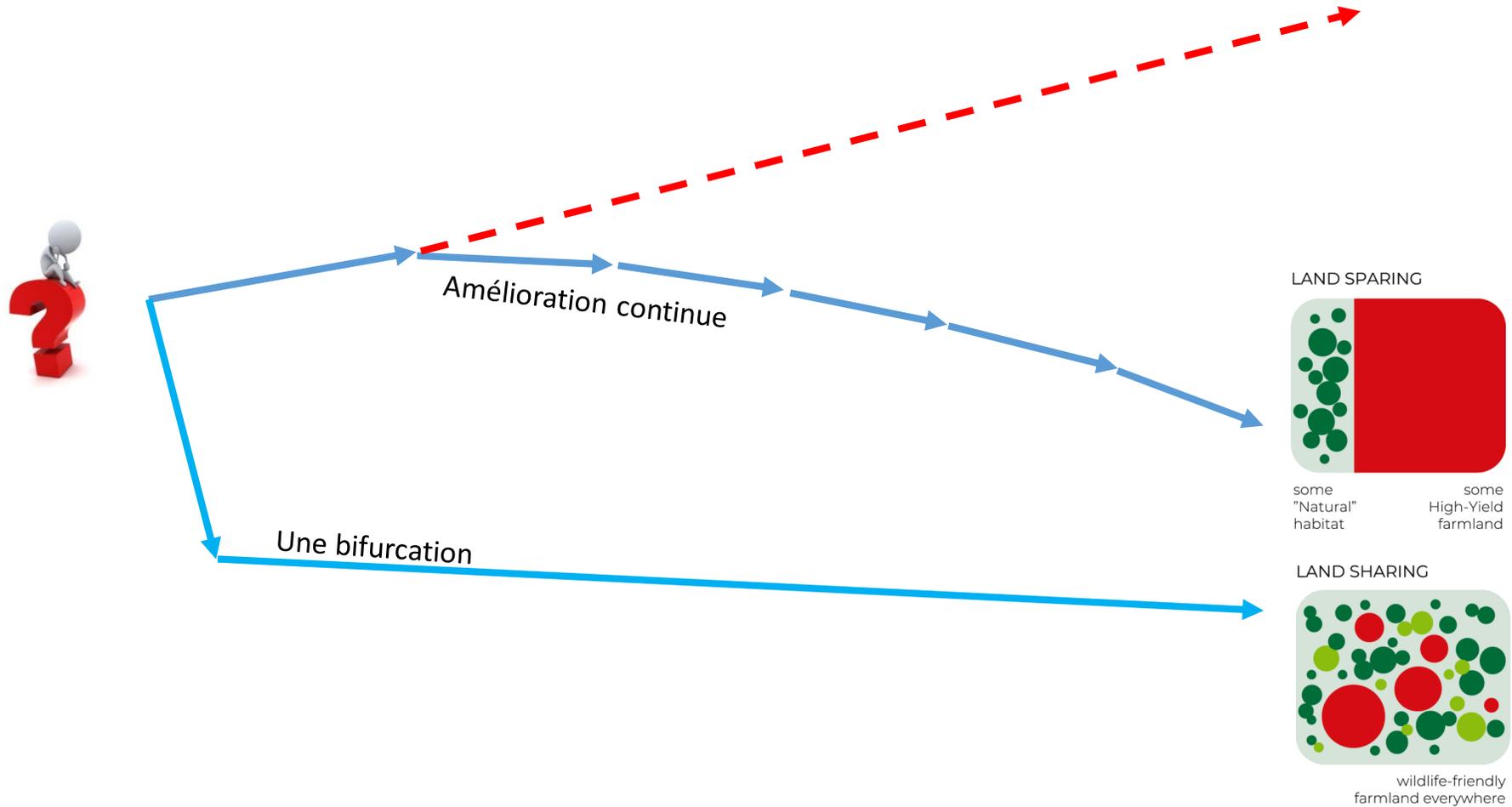
# Un dissensus sur le chemin ...



# Un dissensus sur le chemin ...



# Et un point d'arrivée sans doute différent!



# Deux courants de pensée au cœur de vifs débats



La croissance verte est une fake news savamment entretenue (Marianne, Nov. 2022)

Plutôt que la décroissance mortifère, misons sur la croissance durable (Le Figaro, Nov. 2022)

Le découplage est amorcé entre croissance et émissions de CO<sub>2</sub> (Le Figaro, Nov. 2021)

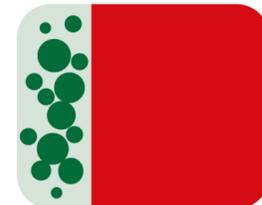
Le décroissance est un mythe (Le Point, Sept. 2022)

Il faut combiner la répartition équitable des efforts de sobriété et la refondation de l'ingénierie industrielle (Le Monde, Nov. 2022)

Le défi de la sobriété pour répondre à l'urgence climatique (Le Monde, Mai 2022)



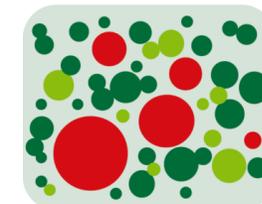
LAND SPARING



some "Natural" habitat

some High-Yield farmland

LAND SHARING



wildlife-friendly farmland everywhere

# Conclusions

---

- Pas d'alerte environnementale majeure liée à la méthanisation
- Des points d'attention & des besoins de données complémentaires
- La méthanisation n'est pas, à ce jour, un moteur important de la transition agroécologie, la priorité est donnée à la production d'énergie
- Les principaux déterminants d'une méthanisation AE sont connus d'un point de vue théorique mais restent à développer d'un point de vue pratique
- Des travaux de recherche appliquée sont à conduire sur ce sujet
- Un changement des politiques publiques pour un développement de la méthanisation AE apparaît indispensable & des contrôles sont nécessaires
- Se mettre d'accord sur le point d'arrivée et le chemin pour y parvenir
- Quid du changement CC (+4°C) sur le système?

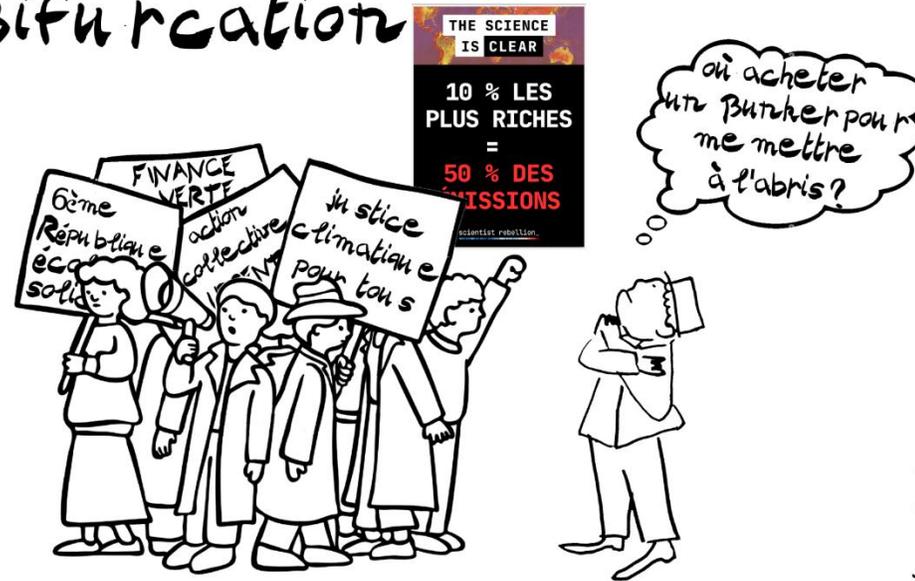
# Conclusions

- Pas d'alerte environnementale majeure liée à la méthanisation
- Des points d'attention & des besoins de données complémentaires
- La méthanisation n'est pas, à côté de l'agroécologie, la priorité absolue de la transition énergétique
- Les principaux déterminants de la méthanisation sont connus d'un point de vue théorique & d'un point de vue pratique
- Des travaux de recherche sont à conduire sur ce sujet
- Un changement de politiques publiques pour un développement de la méthanisation est indispensable & des contrôles sont nécessaires
- Se mettre d'accord sur le point d'arrivée et le chemin pour y parvenir
- Quid du changement CC (+4°C) sur le système?

**Le Monde** TRIBUNE Collectif  
**« L'agroécologie ne doit plus être une option mais une urgence »**

# Merci pour votre attention

~~Transition~~ écologique  
Bifurcation



C'est le moment de choisir.  
quel futur voulez-vous?