



**SALON
AGRICOLE
INTERNATIONAL**
tech & bio

**VIVEZ
DE NOUVELLES
EXPERIENCES
AGRICOLES**

L'agrivoltatisme et la méthanisation comme alternatives à l'énergie fossile

Fabrice Béline, INRAE, UR OPAALE

Christian Dupraz, INRAE, UMR ABSYSSE



La méthanisation agricole en France : contribution à la transition agroécologique ou opportunité énergétique ?

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



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



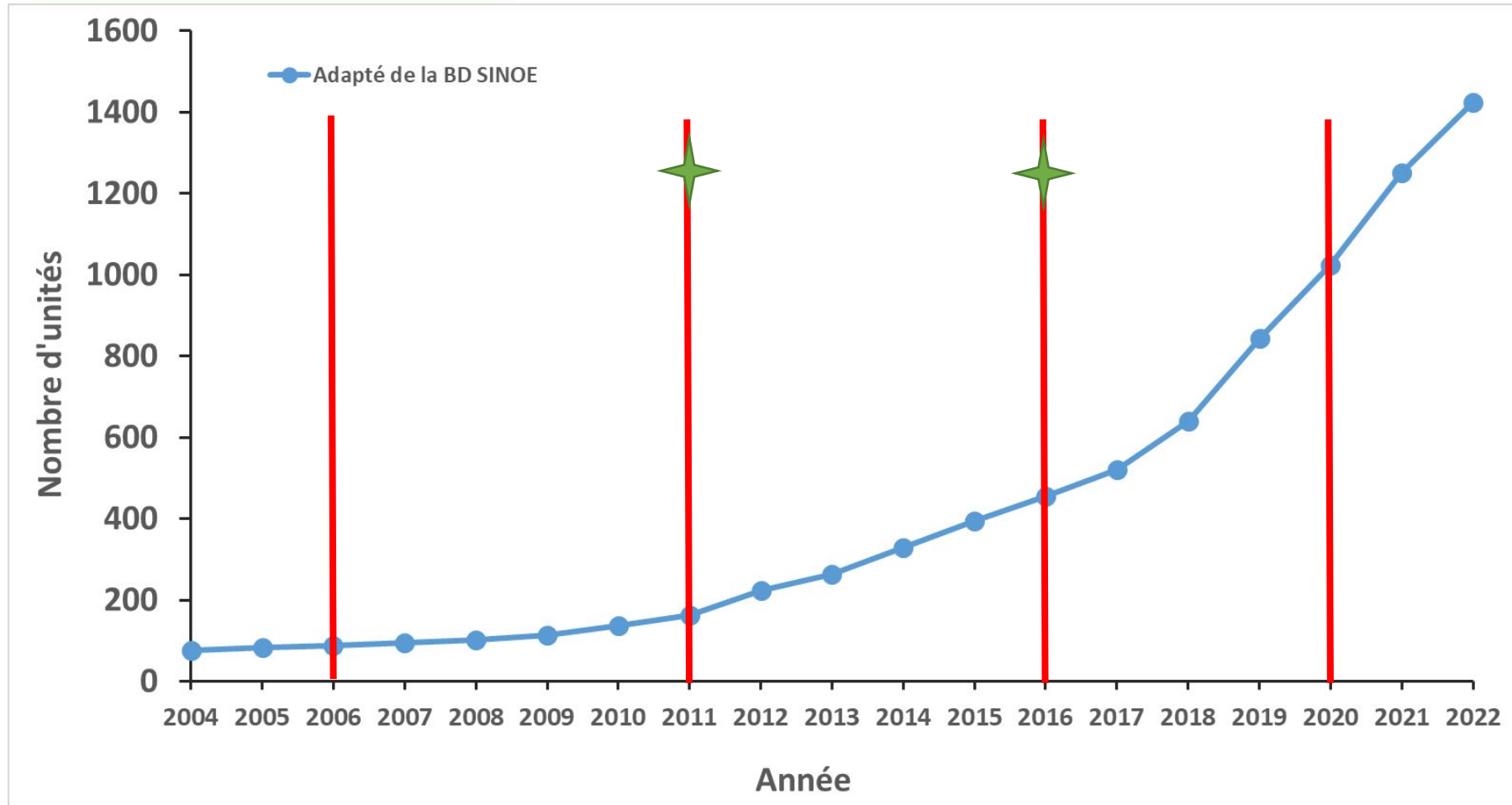
Historique & enjeux de la méthanisation agricole

- **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 »**

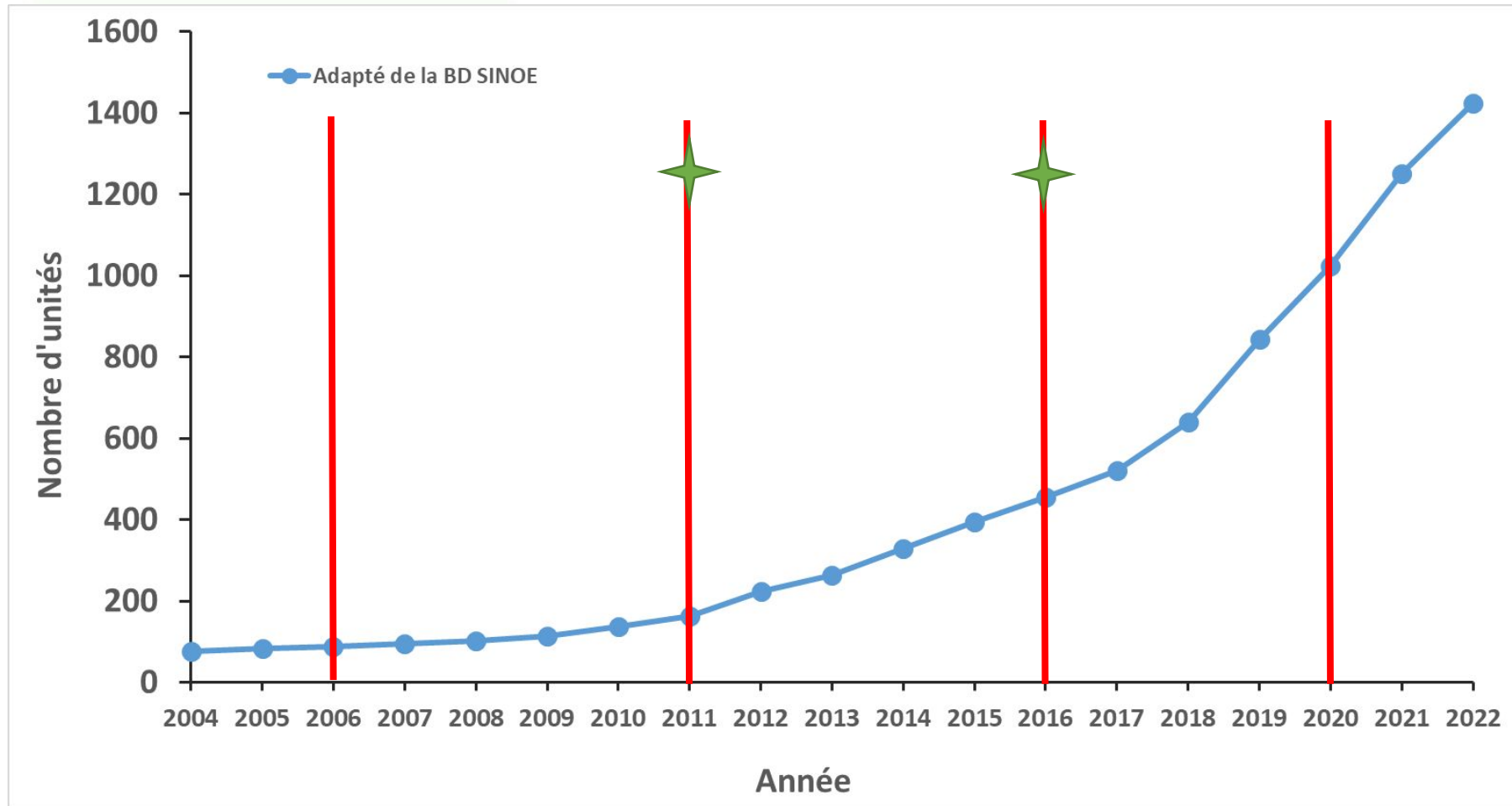
 **Des enjeux énergétiques (EnR), climatiques (GES et EnR), économiques (revenu des agriculteurs), agronomiques (gestion de l'N) et alimentaires (usage des sols)**



Evolution des unités de méthanisation en France



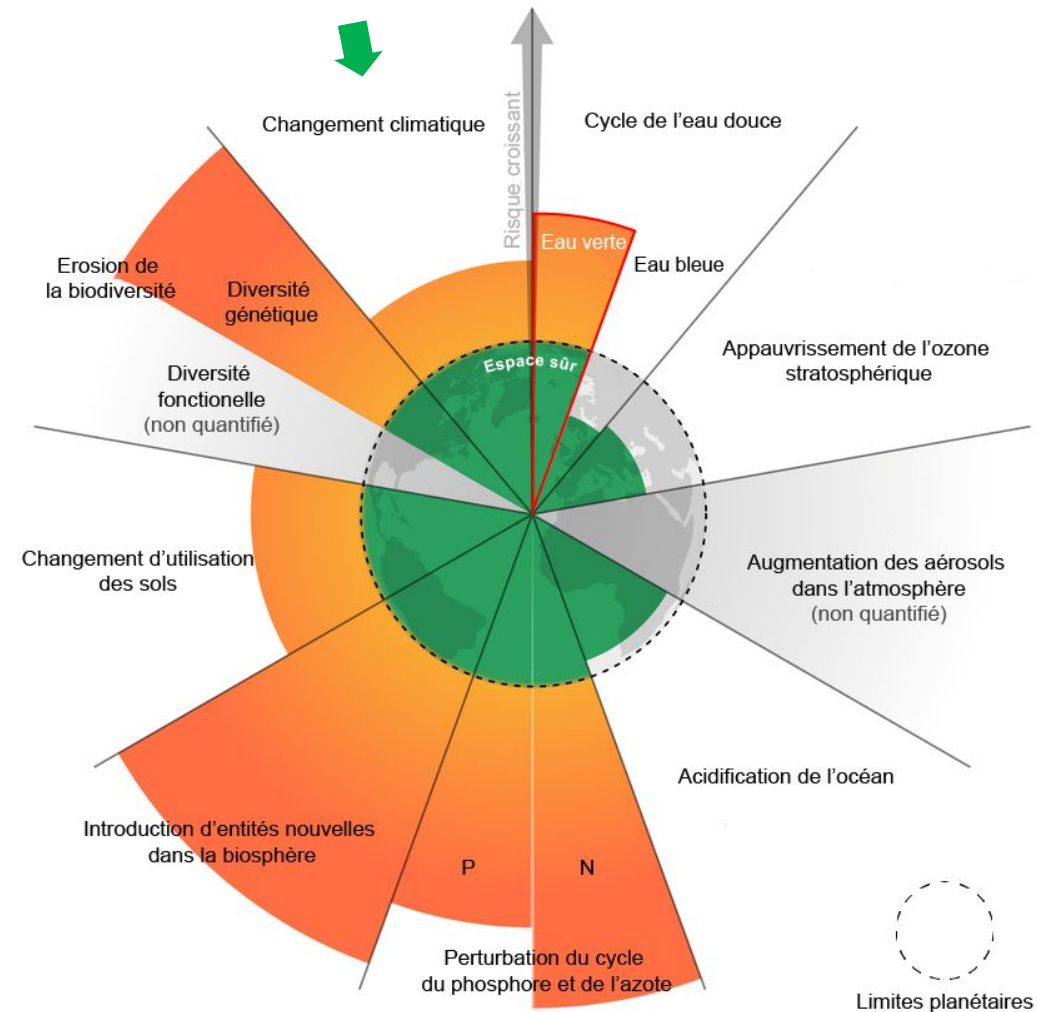
Evolution des unités de méthanisation en France



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

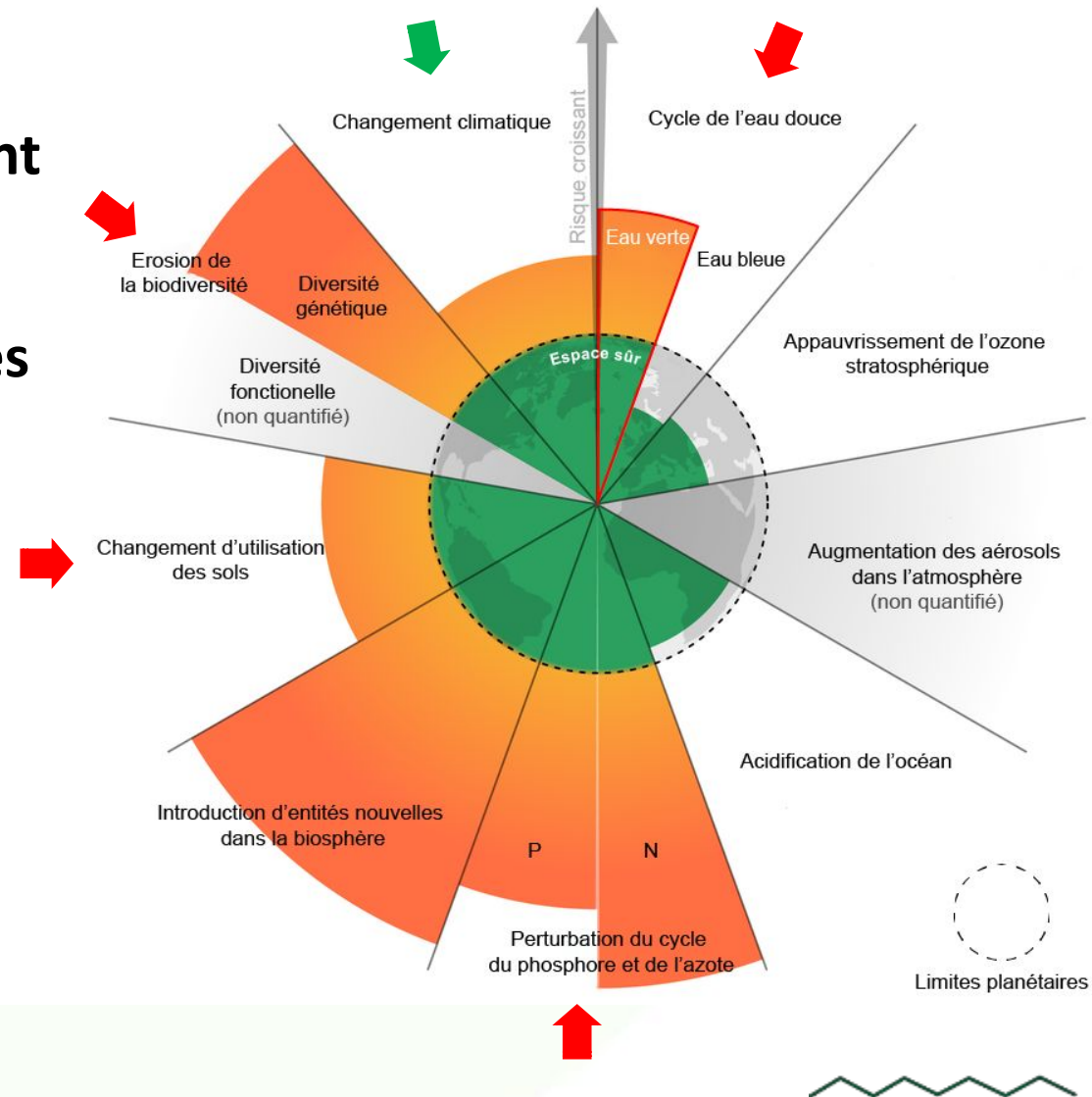
Un bioprocédé au cœur de...

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



Un bioprocédé au cœur de...

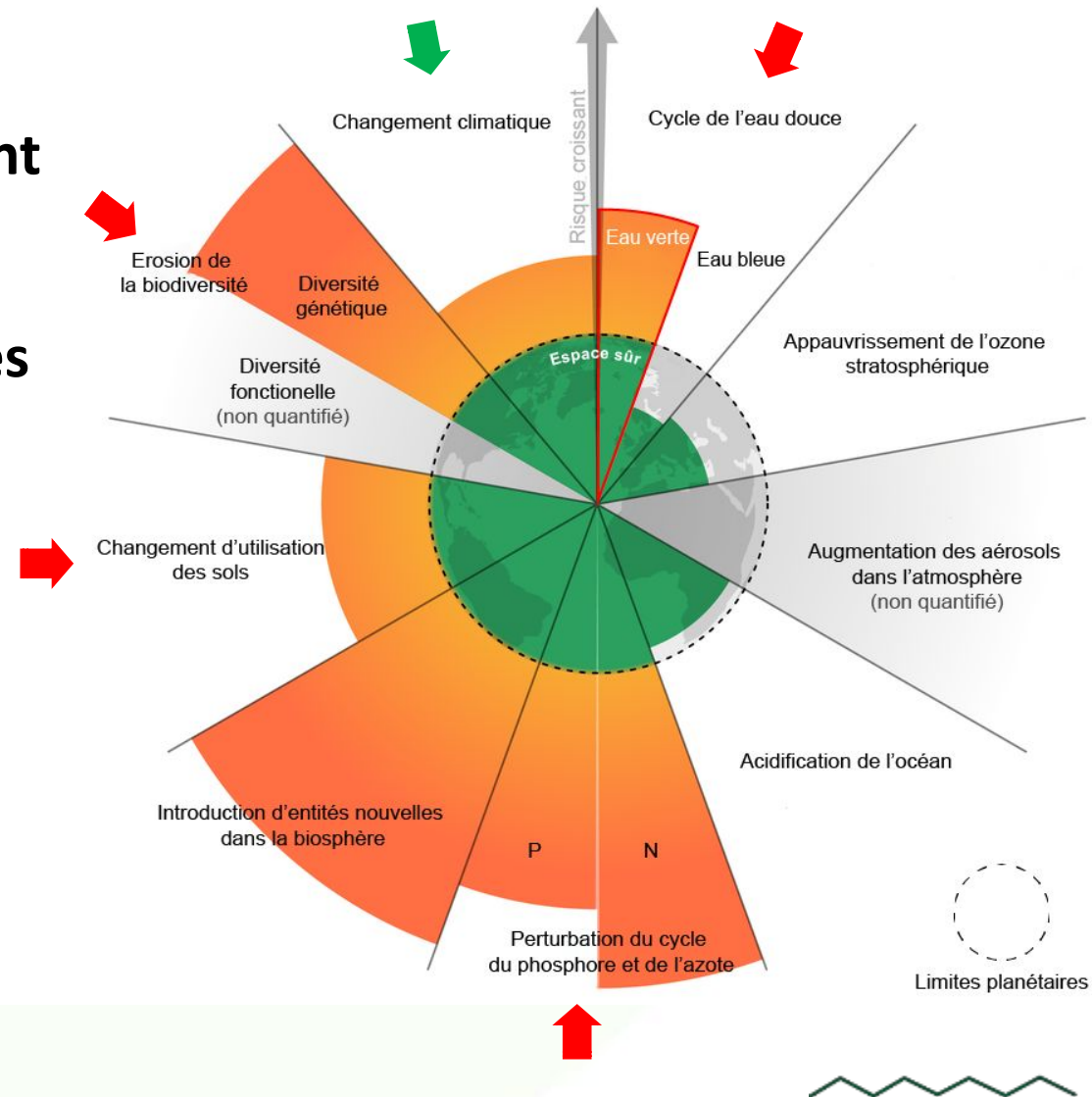
- La lutte contre le changement climatique à travers le développement des EnR
- Mais aussi d'autres limites planétaires largement dépassées



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

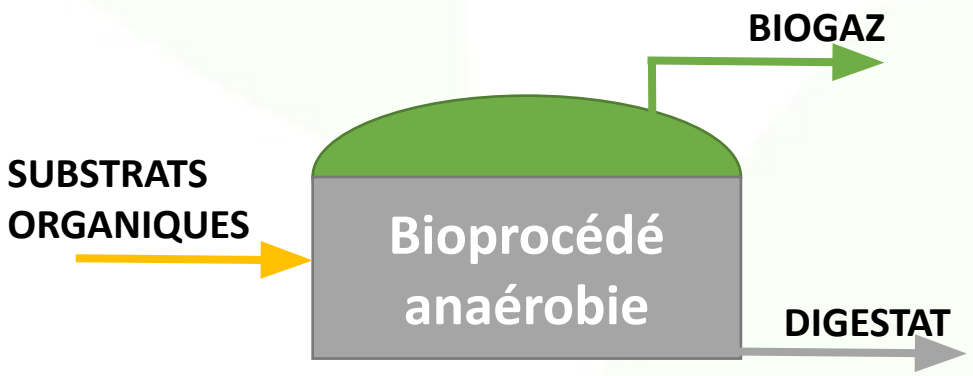
Domaine
scientifique

Pratiques
agricoles

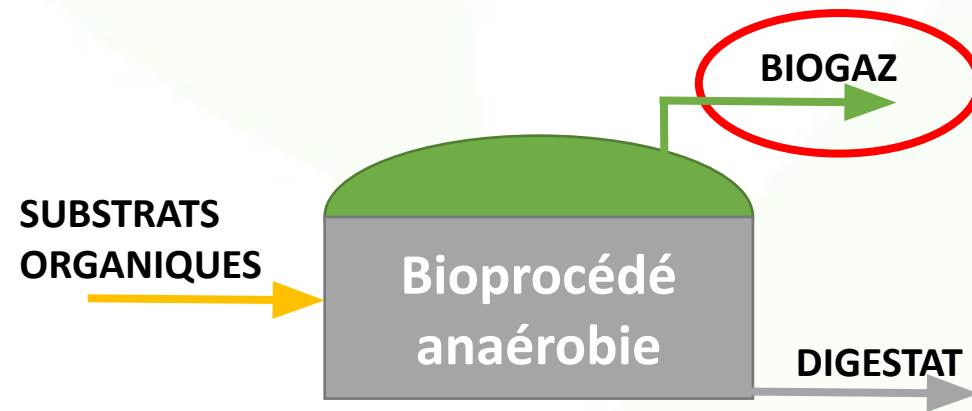
- S'appuient sur les régulations naturelles / fonctionnalités des écosystèmes
- Développent une vision systémique et long-terme maximisant les synergies entre les composantes du système
 - Réduire autant que possible les intrants de synthèse (engrais, phyto et énergie)
 - Boucler au mieux les cycles 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
Produits pétroliers	750		40-50
Biocarburants	35		30-100
Gaz	360-370		150-370
	<i>Gaz naturel</i>	350	0-200
	Biogaz	11	90-150
	<i>Power2Gaz</i>	0	20-30
	<i>Autres (gazeification, H2)</i>	0	0-180
Electricité	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
Biomasse (bois)	-		40-60
Autres (Chaleur, ...)	-		50-100

+ 700-1300%



Prospectives énergétiques Françaises (2050)

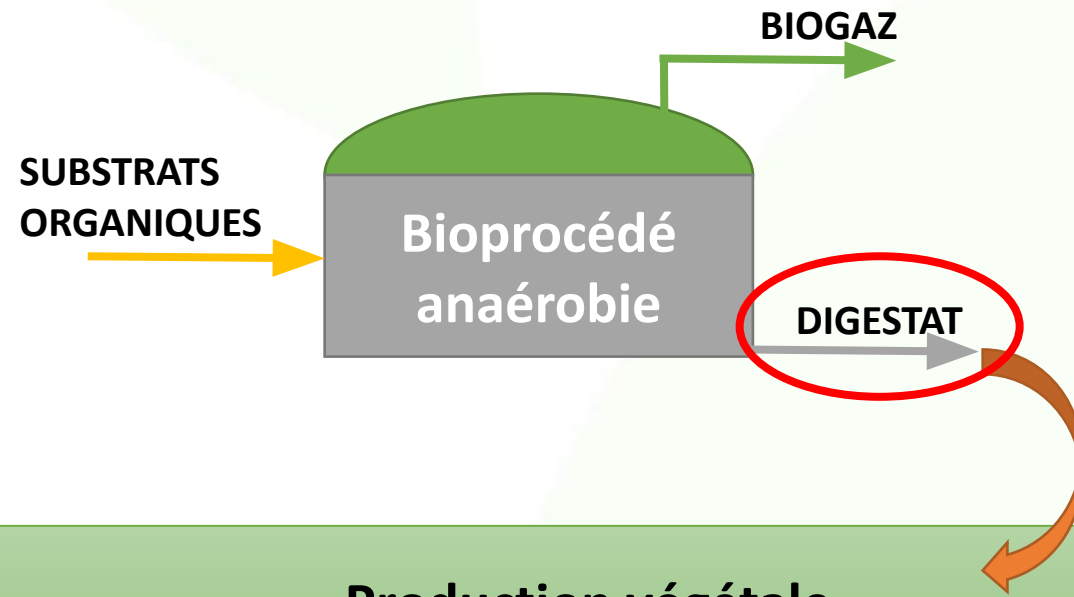
TWh/an	Cons. Actuelles		Prospectives 2050
Produits pétroliers	750		40-50
Biocarburants	35		30-100
Gaz	360-370		150-370
	Gaz naturel		0-200
	Biogaz		0-30
	Power-to-gas		20-30
			50
			50
			50
			80-155
		14	80-230
		50-60	50-60
Biomasse (bois)	-		40-60
Autres (Chaleur, ...)	-		50-100

+ 700-1300%

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



La méthanisation



La méthanisation

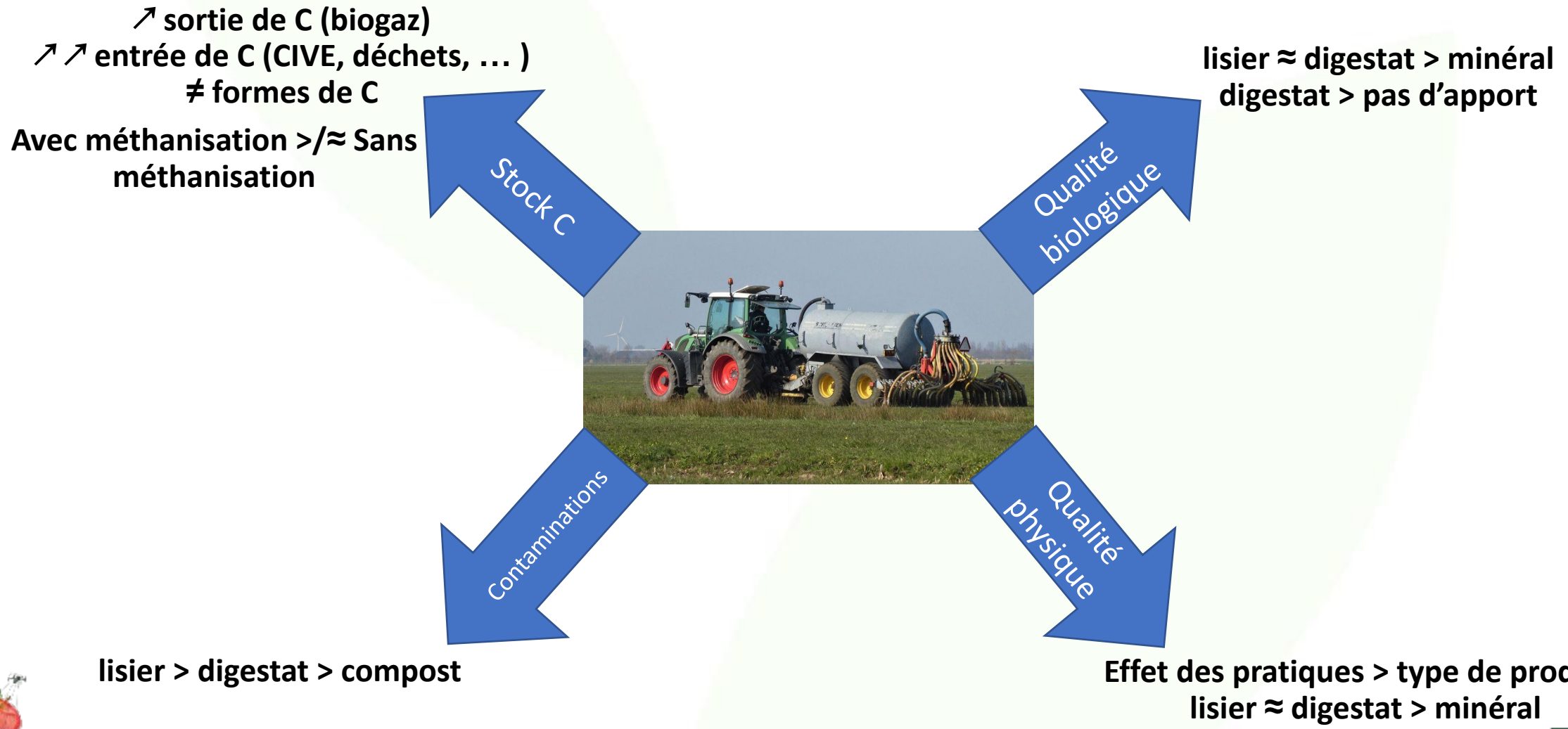
Quels impacts sur la santé des sols?

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

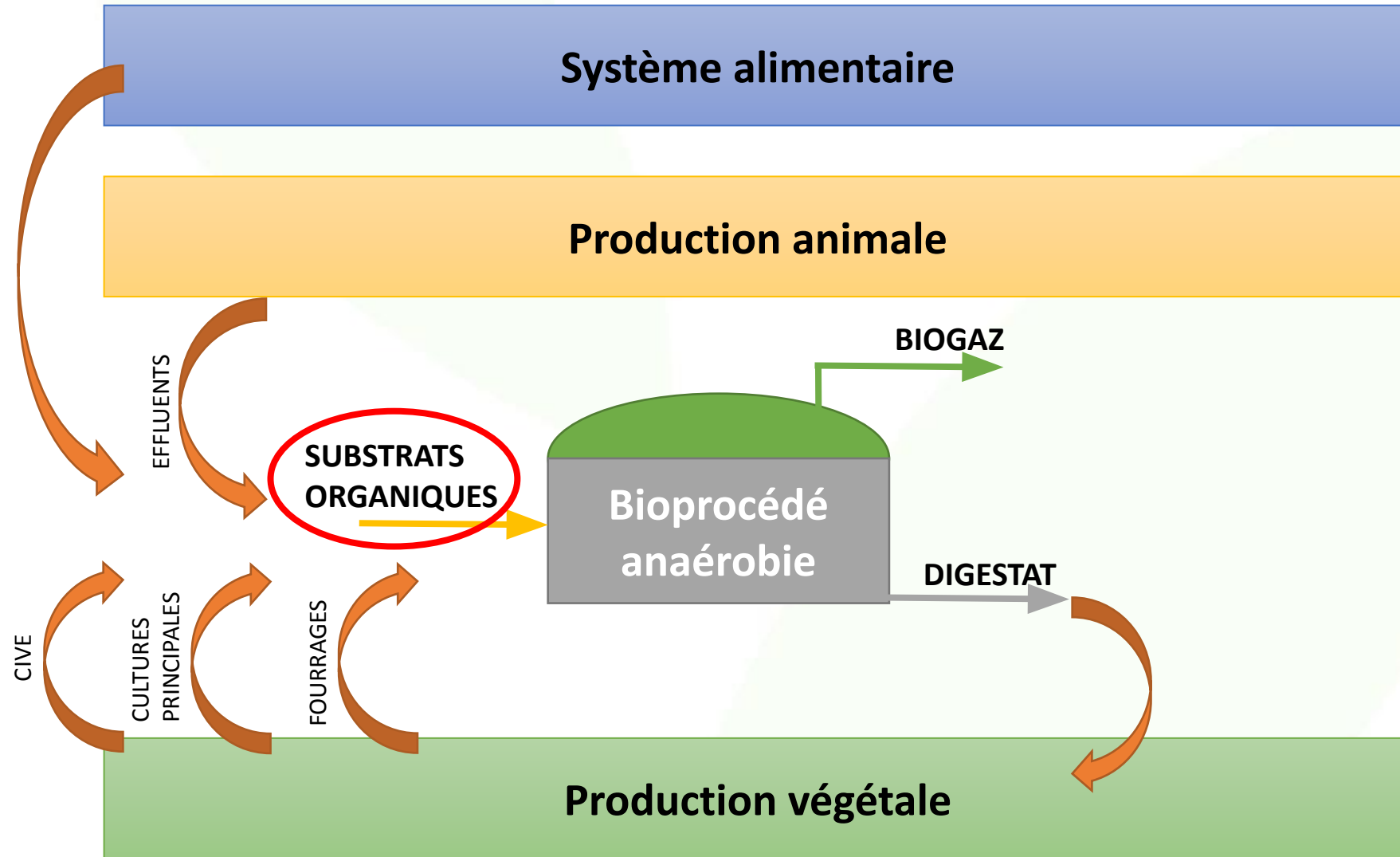
Production végétale



Impacts des digestats sur les sols



La méthanisation



La méthanisation

Pro

Système alimentaire

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

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

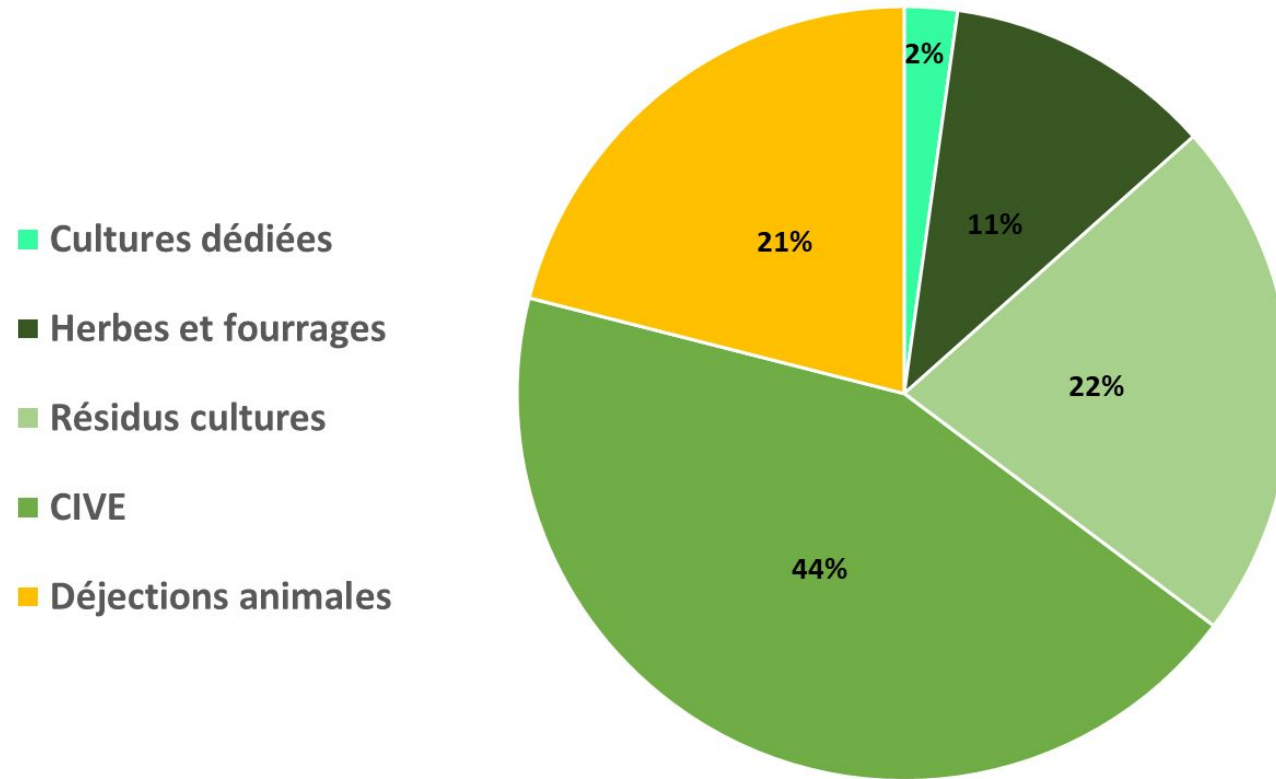
VE
CU
PR

Production végétale



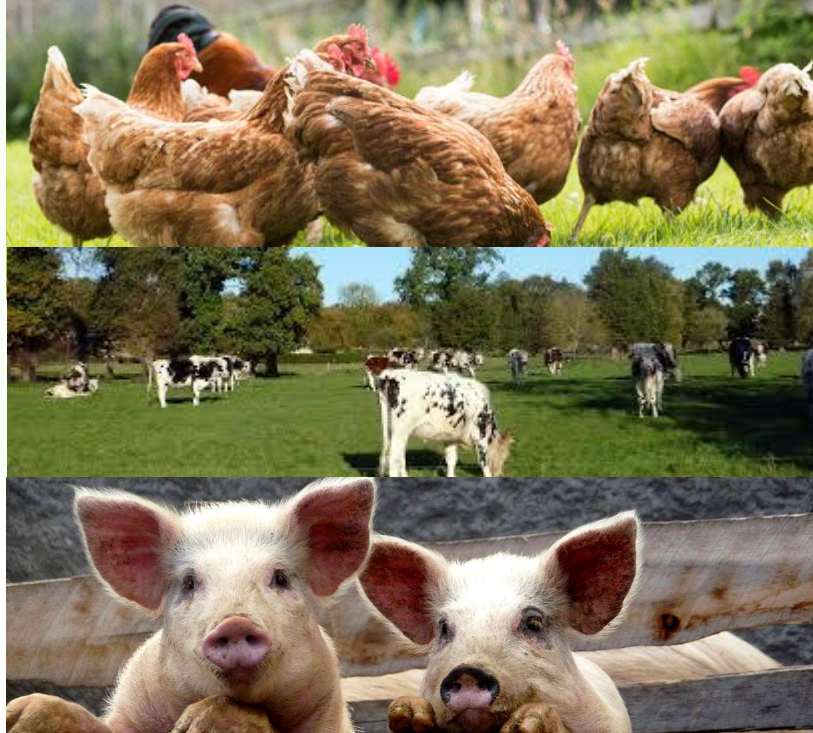
Origine des intrants

Part énergétique des différents intrants dans les prospectives
2050



Adaptation libre de différentes prospectives

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

Assolement



Fertilisation

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

Ressources en
eau

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

IFT

≈ à ↗ sur CIVE
↘ potentielle sur CP



Effets sur le bouclage des cycles et les pertes



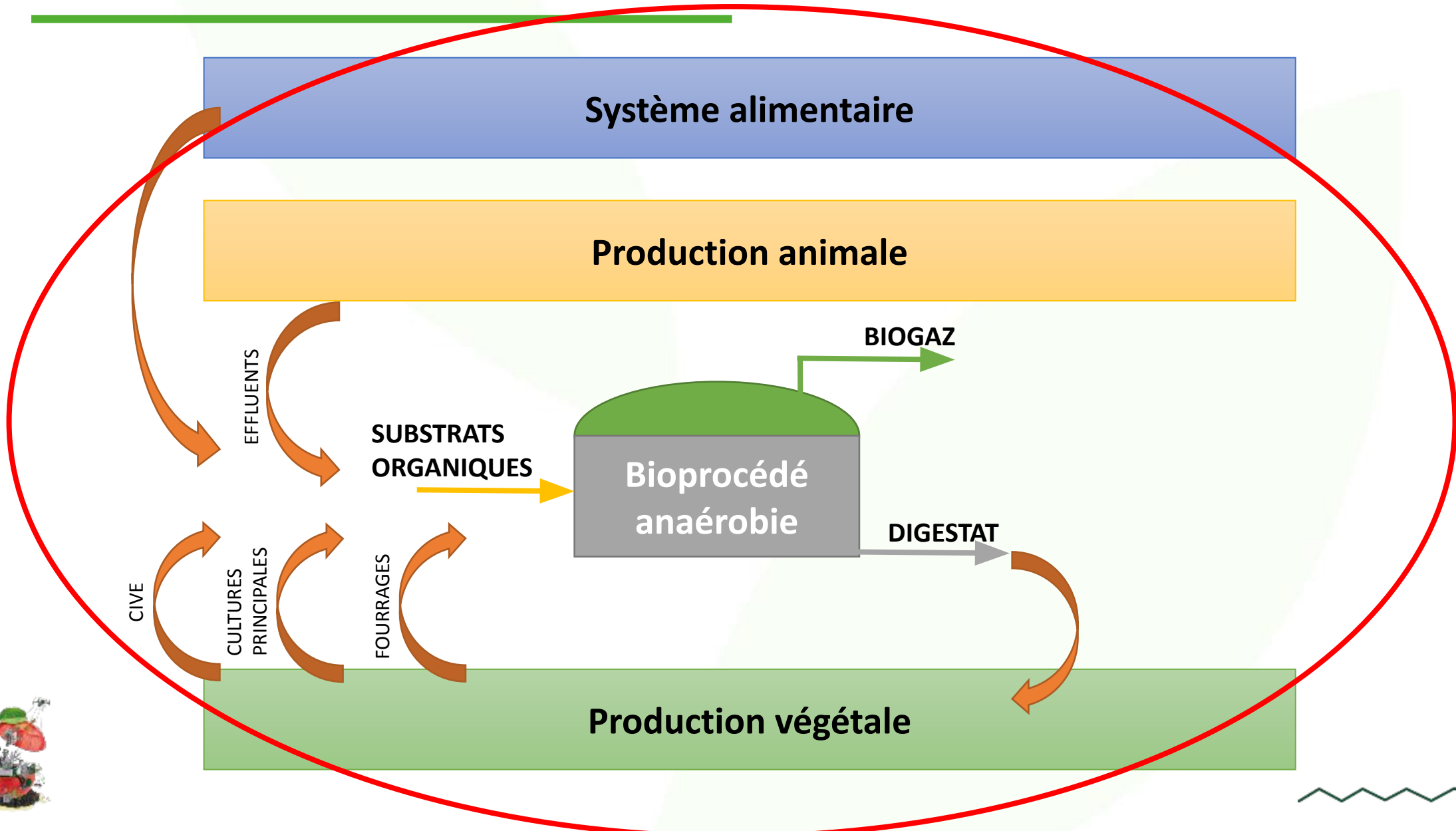
Azote

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 NH_3 (**point de vigilance**)
 - ≈ des pertes de N_2O & 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 CH_4 (point de vigilance) notamment intrants végétaux**



La méthanisation



La méthanisation

Systeme alimentaire

Production animale

Quels effets à l'échelle des globale
systèmes de production agricole =
vision systémique?

Production végétale

EFFETS

CIVE

CULTURES
PRINCIPALES



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

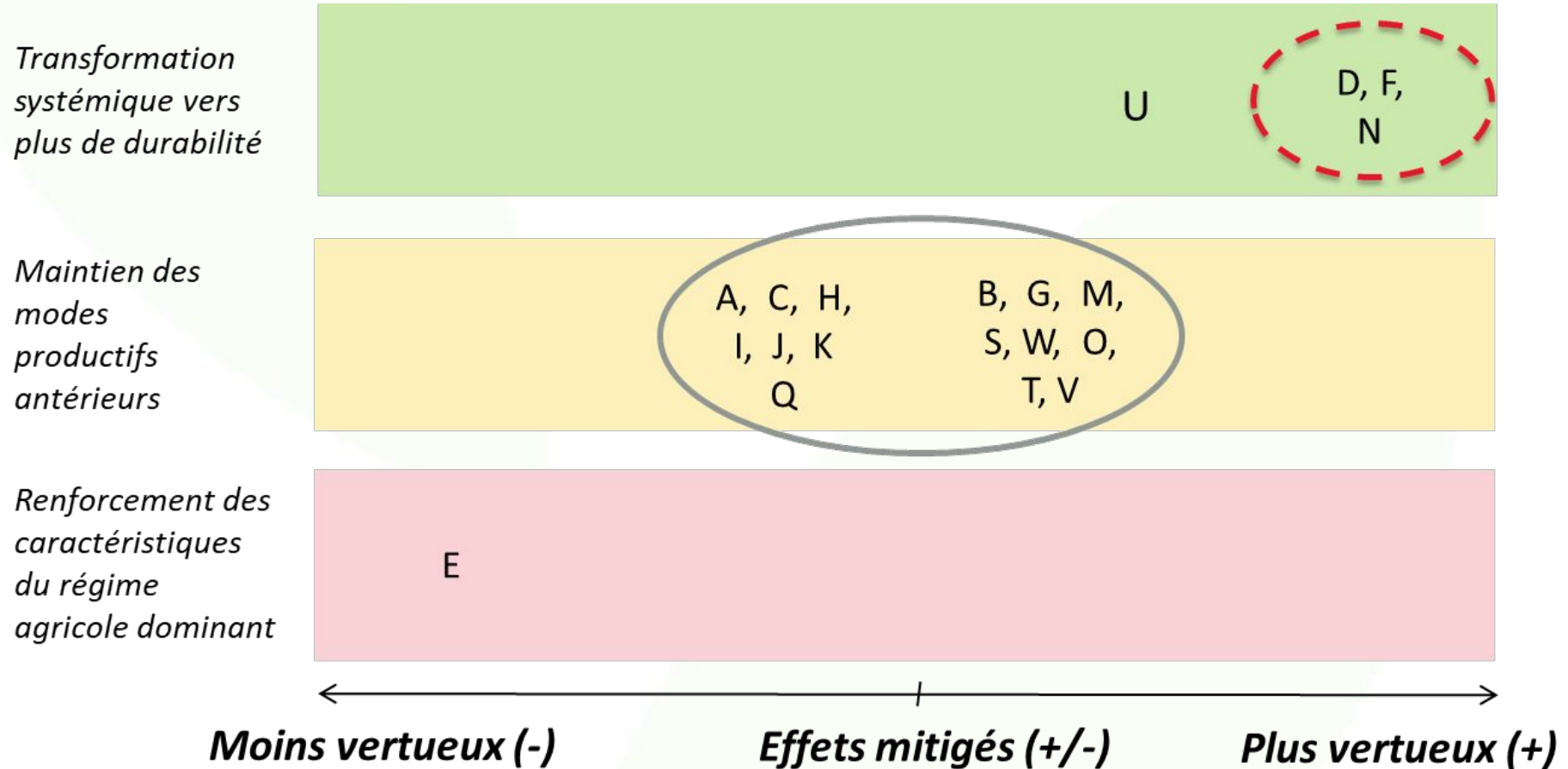
← **Moins vertueux (-)**

Effets mitigés (+/-)

Plus vertueux (+) →



Effets sur le système de production agricole



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**



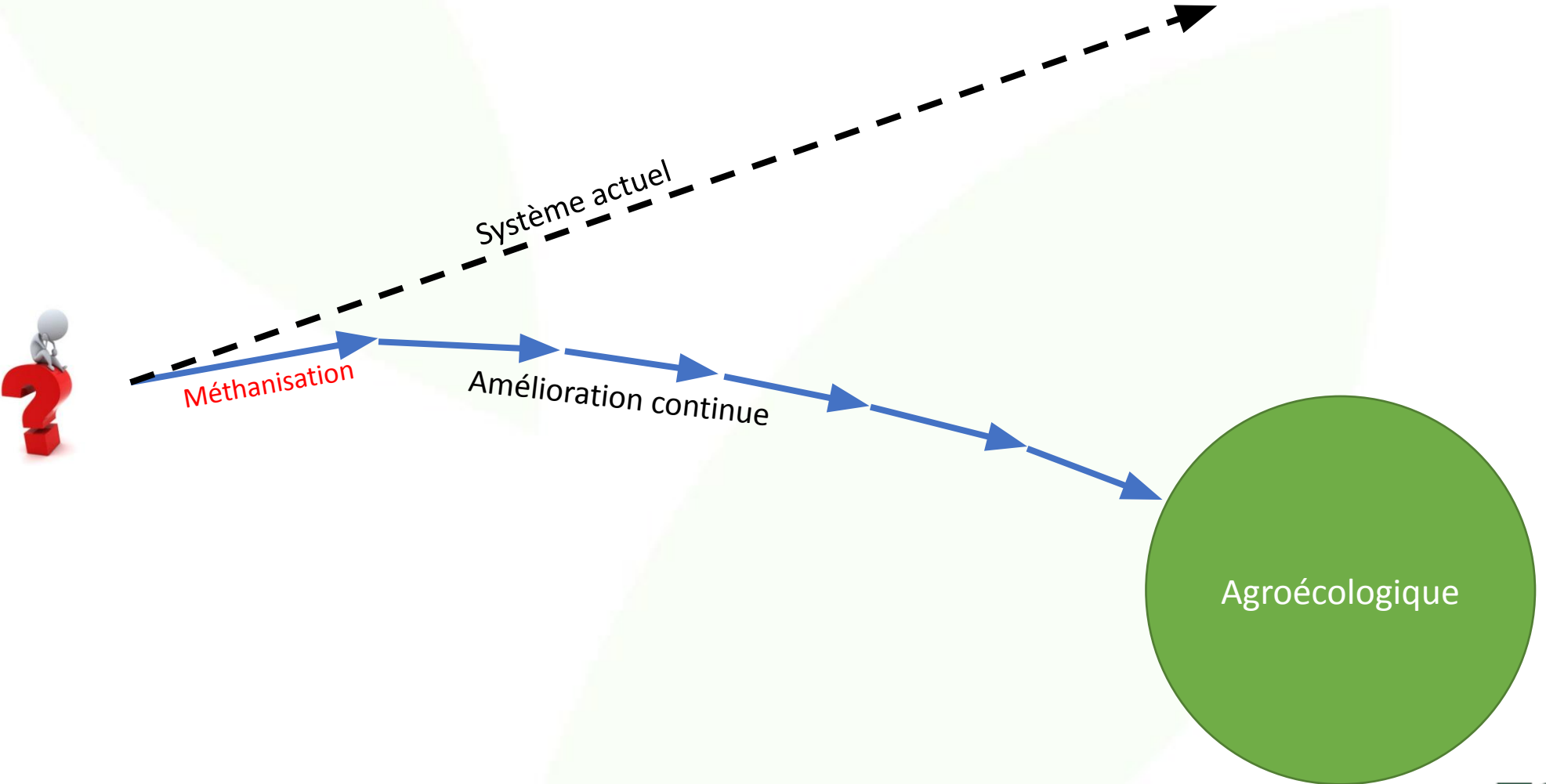
La méthanisation agroécologique

- Veiller à produire de l'énergie bas carbone (**attention aux fuites de CH₄**) et à être efficace énergétiquement sur l'énergie produite et consommée
- Favoriser l'autonomie en fertilisants
 - Recyclage territorial
 - **Limitation des pertes (NH₃)**
 - **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)**

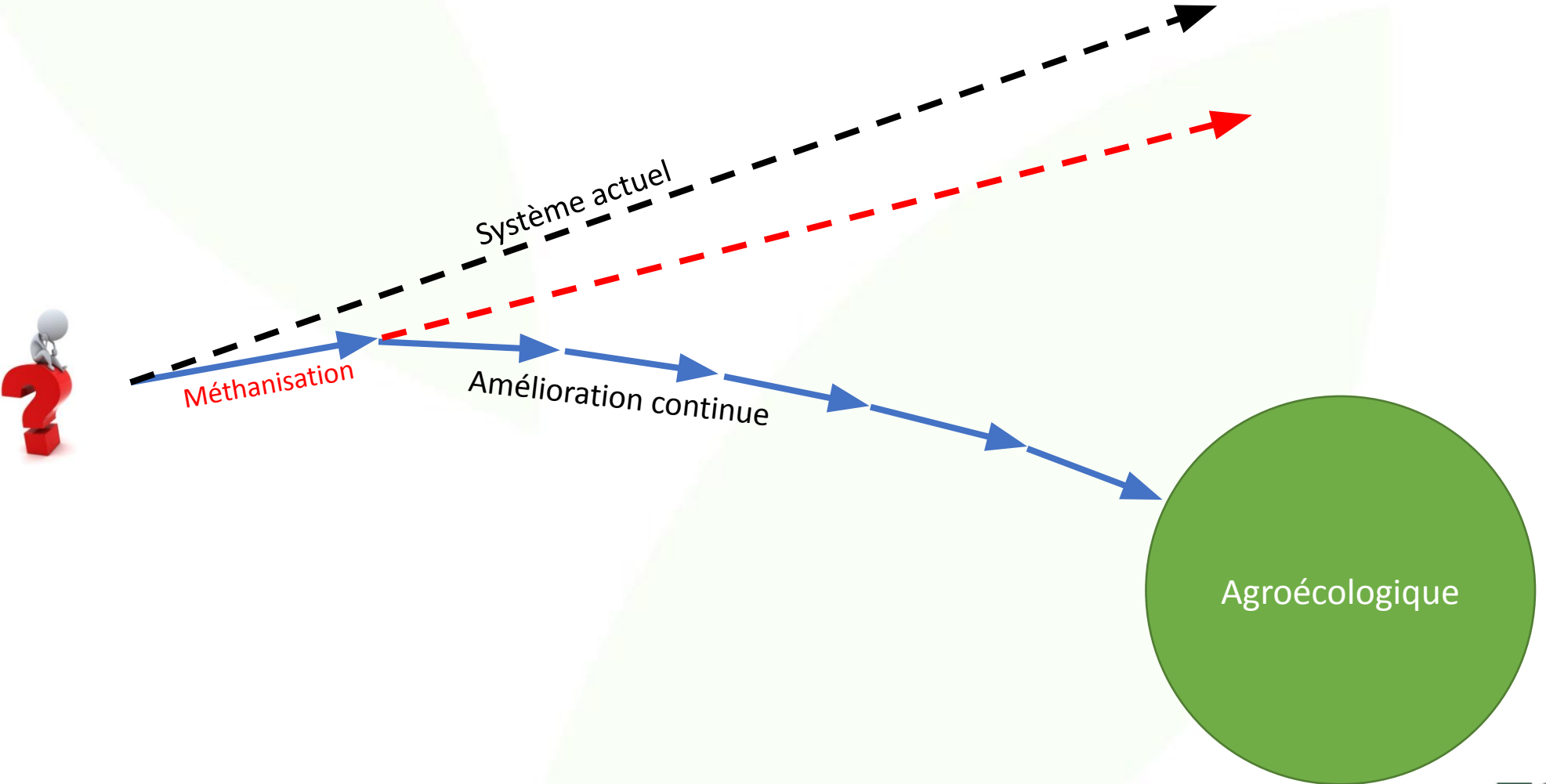
- 
- Des procédés moins coûteux permettant de réduire les contraintes financières de TRI (taille, gouvernance, technologie de la filière)
 - Un dimensionnement « raisonnable » intégrant des critères de souplesse et résilience et prenant en compte l'ensemble des services rendus (versus productivité énergétique seule)
 - Un outil au service d'une approche systémique et long terme



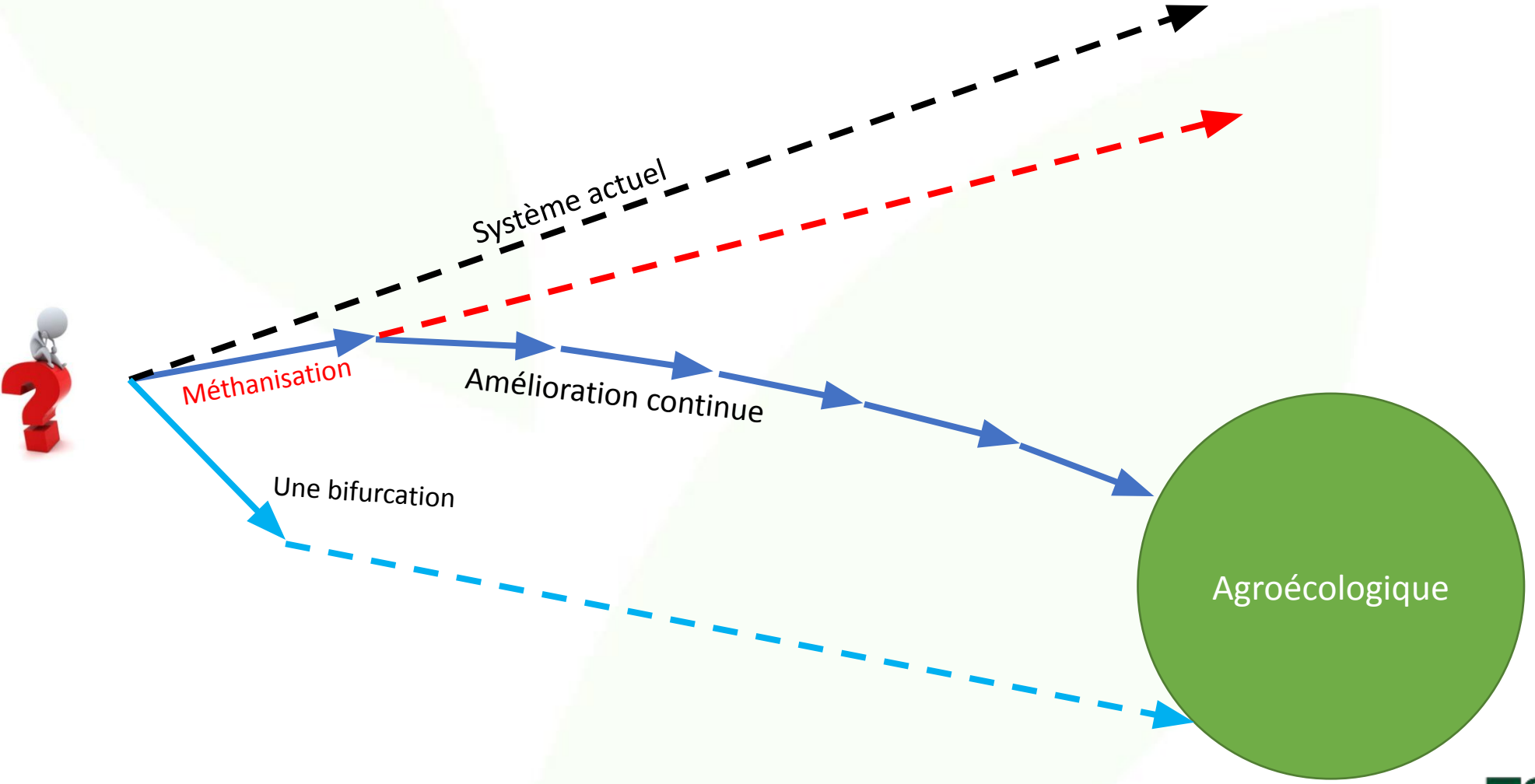
Un dissensus sur le chemin ...



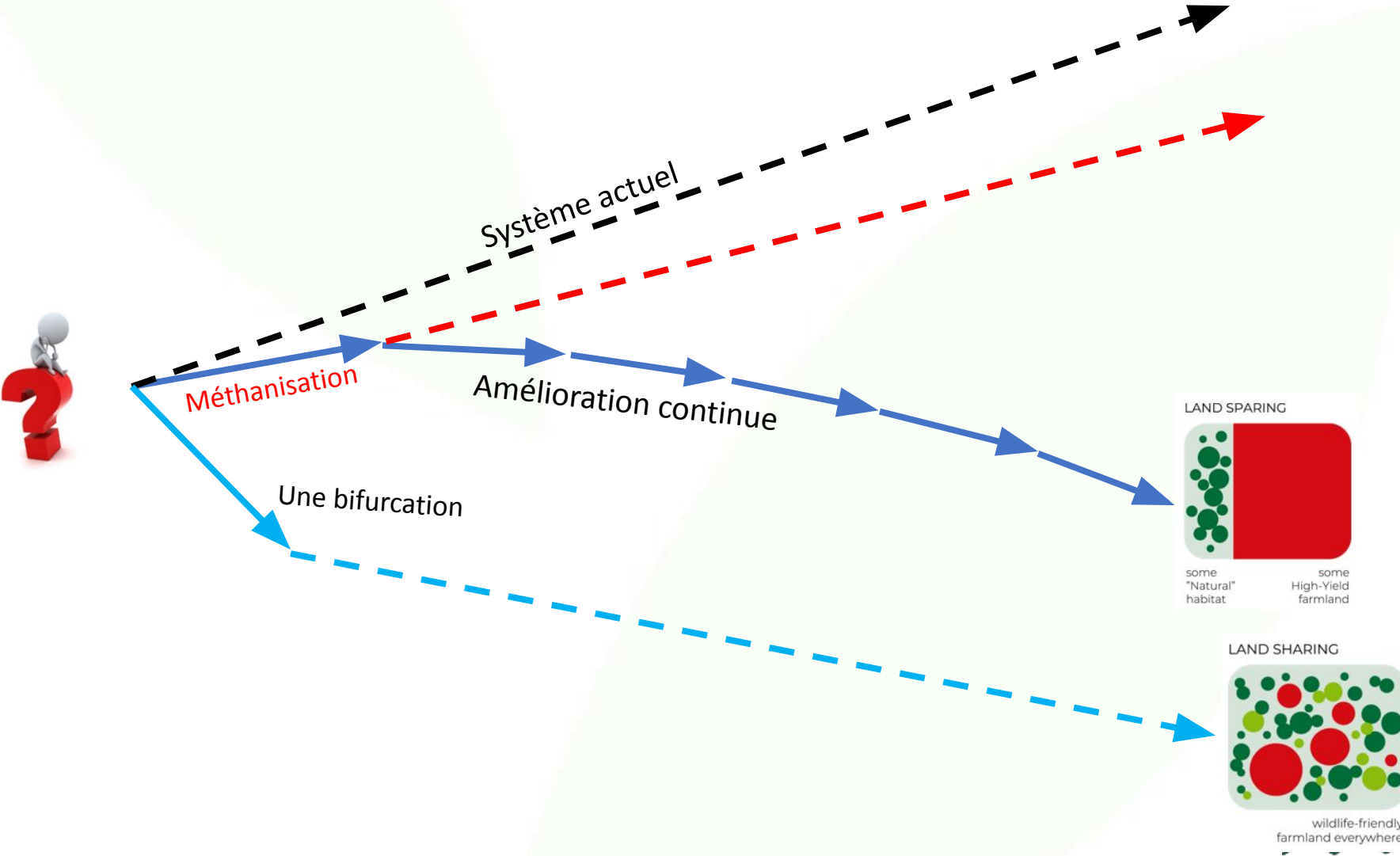
Un dissensus sur le chemin ...



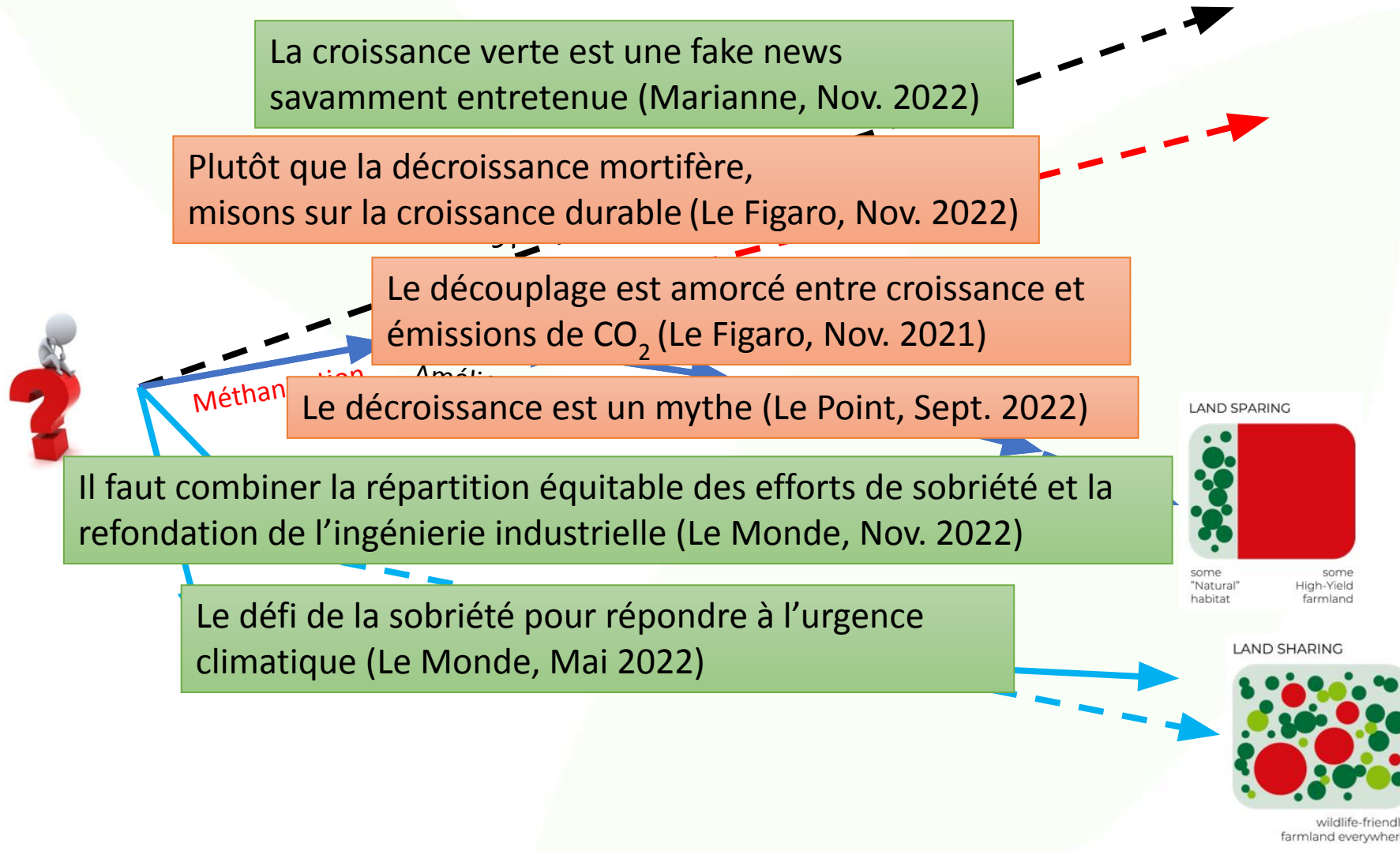
Un dissensus sur le chemin ...



Une vision radicalement différente de l'agriculture



Au cœur de vifs débats !



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

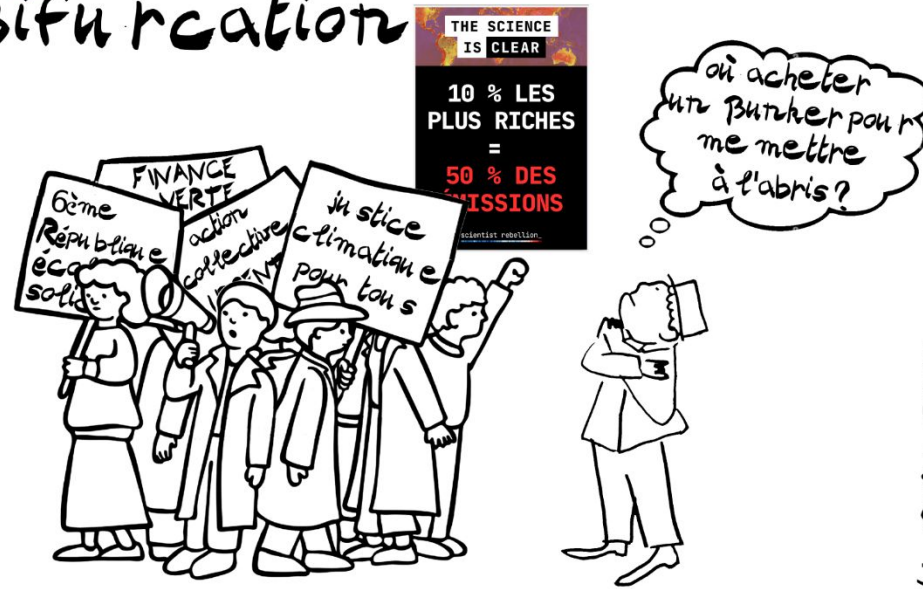
- Pas d'alerte environnementale majeure liée à la méthanisation
- Des points d'attention & des besoins de données complémentaires
- La méthanisation n'est pas, à court terme, un moyen de la transition agroécologie, la priorité est de développer les énergies renouvelables
- Les principaux déterminants 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?

