



UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



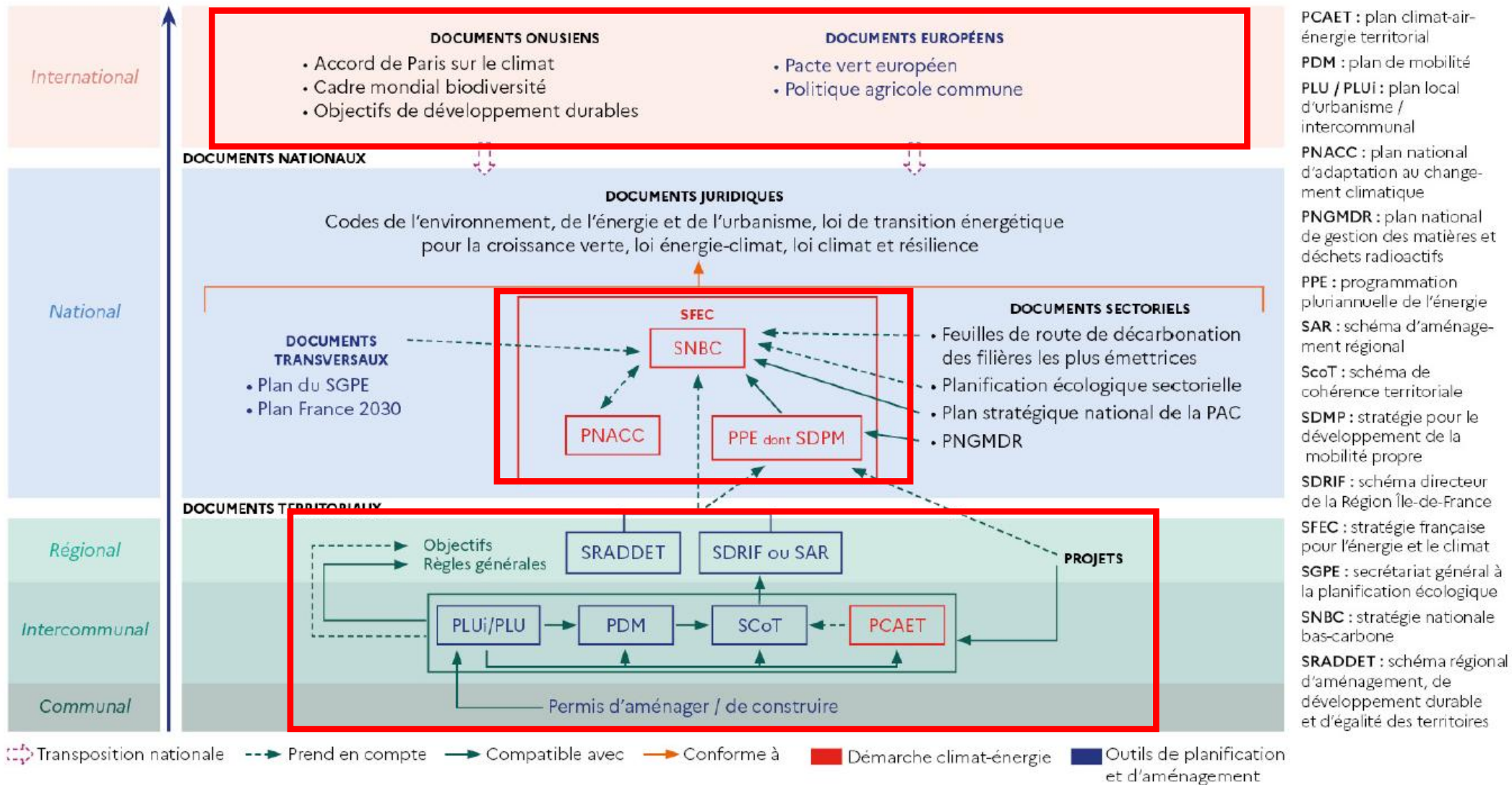
Quels intrants pour répondre à la dynamique de la méthanisation envisagée dans la Programmation Pluriannuelle de l'Energie ?

**Yves Le Roux, ENSAIA-Université de Lorraine
Académie d'Agriculture, 26-01-2026**

La planification au cœur de notre question

Stratégie Française pour l'Énergie et le Climat

Articulation des documents de planification nationale : SNBC et PPE



Europe (mai 2020) « De la ferme à la table »

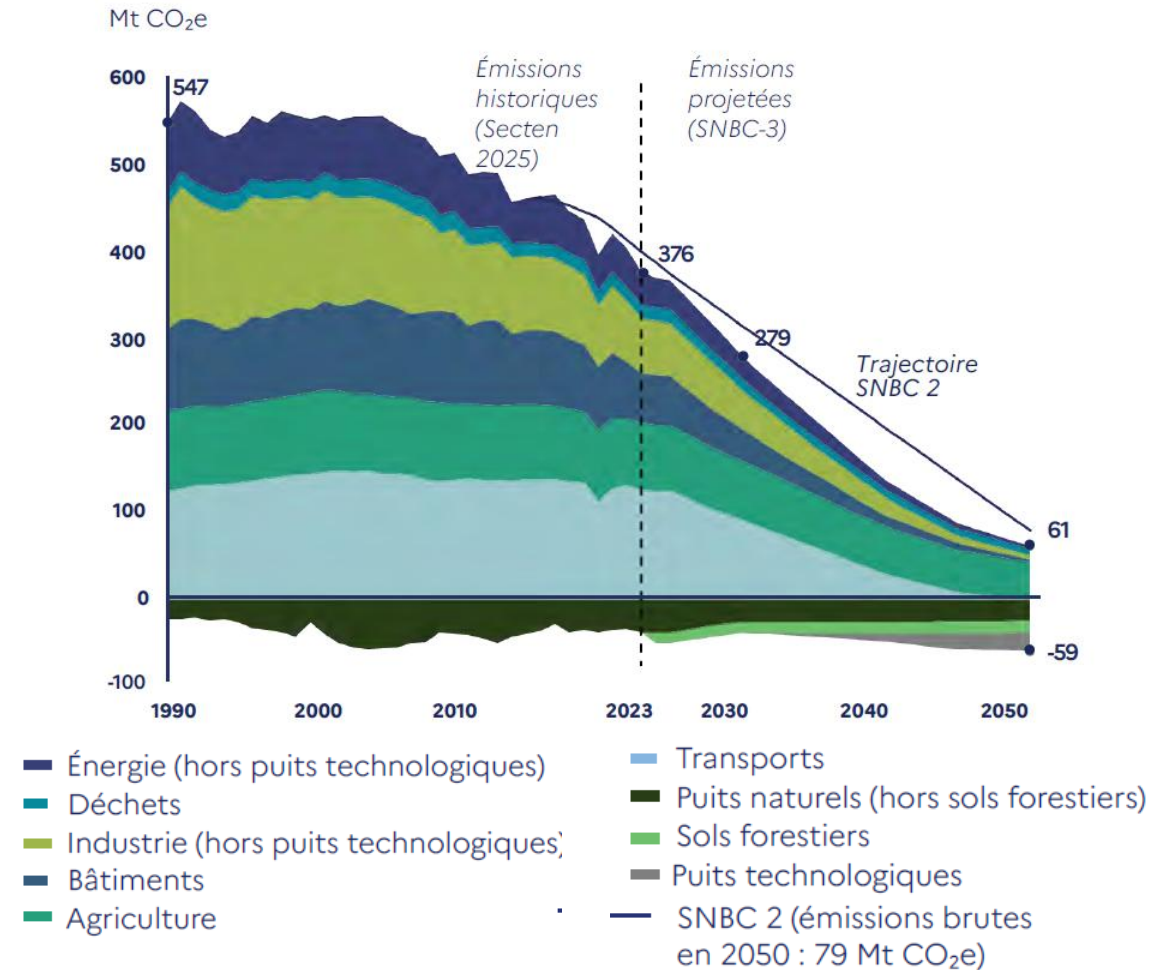
Pierre angulaire du pacte vert (Green Deal)



- * Dans le cadre de la neutralité carbone pour l'Europe en 2050
- * Avec un point d'étape : -55% d'ici 2030

Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC-3)

Evolution des émissions et des puits de GES sur le territoire national entre 1990 et 2050



- * Neutralité Carbone en 2050
- * Une division par 6 des GES pour la France
- * Une division par 2 pour l'agriculture



PPE3 : Vote à venir

	2022	2030	2035
SORTIE DES FOSSILES	60% D'ÉNERGIE FINALE FOSSILE CONSOMMÉE	42% D'ÉNERGIE FINALE FOSSILE CONSOMMÉE	29% D'ÉNERGIE FINALE FOSSILE CONSOMMÉE
PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ DÉCARBONÉE	390 TWh	Au moins 560 TWh	Au moins 640 TWh
RELANCE DU NUCLÉAIRE	56 réacteurs 279 TWh	57 réacteurs en service 360 TWh (400 TWh « ambition managériale » d'EDF)	
PHOTOVOLTAÏQUE	16 GW 19 TWh	54-60 GW ~65 TWh	75-100 GW ~93 TWh
ÉOLIEN TERRESTRE	21 GW 38 TWh	33-35 GW ~64 TWh	40-45 GW ~80 TWh
ÉOLIEN EN MER	0,6 GW 1 TWh	4 GW ~14 TWh	18 GW ~70 TWh
HYDRO-ÉLECTRICITÉ	26 GW (avec STEP*) 43 TWh** (hors STEP)	26 GW (avec STEP) ~54 TWh (hors STEP)	29 GW (avec STEP) ~54 TWh (hors STEP)
CHALEUR ET FROID RENOUELEBLE ET DE RÉCUPÉRATION	172 TWh chaleur 1 TWh froid livré par les réseaux	276-326 TWh chaleur 2 TWh froid livré par les réseaux	330-419 TWh 2,5 - 3 TWh froid livré par les réseaux
BIOGAZ	17,7 TWh dont 7 TWh injecté dans les réseaux de gaz naturel	50 TWh dont 44 TWh injecté dans les réseaux de gaz naturel (soit environ 15 % de biogaz injecté dans les réseaux de gaz)	50-85 TWh
BIOCARBURANTS	38,5 TWh	Entre 50 et 55 TWh	Entre 70 et 90 TWh
HYDROGÈNE (capacité d'électrolyse installée)	0 GW	Jusqu'à 6,5 GW (9-19 TWhpci)	Jusqu'à 10 GW (16-40 TWhpci)
CONSOMMATION D'ÉNERGIE FINALE	1556 TWh	1243 TWh	ENVIRON 1100 TWh

Une décarbonation nécessaire

Méthanisation 44 TWh en 2030 x 3 par rapport à aujourd'hui (85 en 2035, 130 en TWh ?)

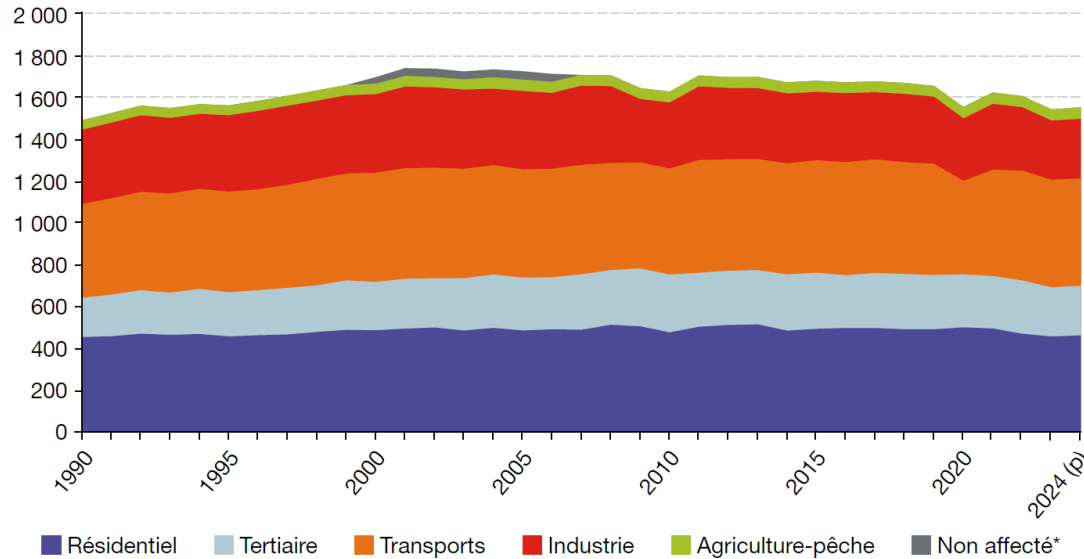
Baisse de la consommation d'énergie finale de 30% d'ici 2030

Consommation finales énergétique et part du gaz en France (2024)

CONSOMMATION FINALE ÉNERGÉTIQUE PAR SECTEUR

TOTAL : 1 550 TWh en 2024 (donnée corrigée des variations climatiques)

En TWh (données corrigées des variations climatiques)

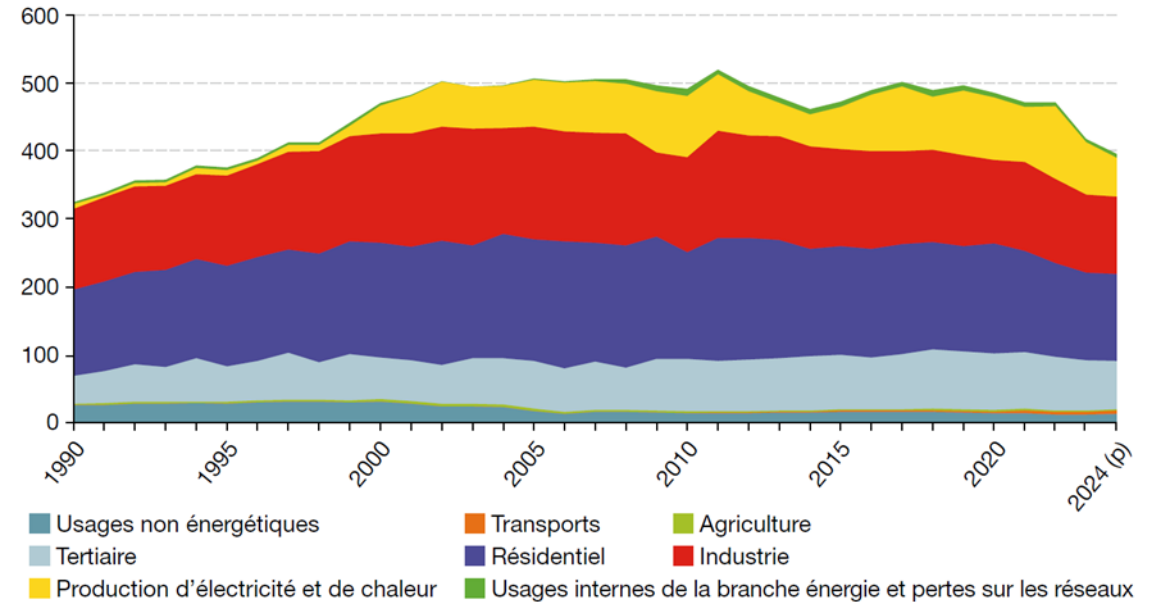


Sources <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie/fr/>

CONSOMMATION TOTALE (HORS PERTES) DE GAZ NATUREL PAR SECTEUR

TOTAL : 393 TWh PCS en 2024 (donnée corrigée des variations climatiques)

En TWh PCS¹ (données corrigées des variations climatiques)



Sources <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energie/fr/>

En 2024

- Le résidentiel-tertiaire : **697 TWh**
- Le transport : **513 TWh**
- L'industrie : **285 TWh**
- L'agriculture moins de 3% de la consommation d'énergie directe : **55 TWh**

Le gaz « naturel » : 393 TWh soit presque 25% de notre consommation énergétique

* Un usage du gaz dans tous les secteurs

* Origine : Norvège, Russie (!!), USA (GNL)

Un mix énergétique à 60% fossile

Au cœur de la réflexion sur la question de « transition énergétique » et des « gaz vert »

Sobriété

Substituabilité

Décarbonation

Indépendance

Mix énergétique

Maturité

*(pyrogazéification, power to gaz,
gazéification hydrothermale)*

**Quelle dynamique ?
Quelle Intensité ?**

**Des choix politiques forts
pas encore arbitrés**

La méthanisation, un principe simple Une logique complexe



La méthanisation agricole – quelques dates clés structurantes

A partir des pionniers : 10 ans pour lancer une filière

- 2003 - Méthanisation de Mignéville F. Claudepierre
- 2006 - Arrêté pour l'électricité en cogénération
- 2008 - AFFSET autorise l'injection de biogaz épuré

- * 80 unités en 8 ans, principalement en cogénération
- * Principalement à base d'effluents

Cogénération

La méthanisation agricole – quelques dates clés structurantes

A partir des pionniers : 10 ans pour lancer une filière, d'abord en cogénération

- 2003 - Méthanisation de Mignéville F. Claudepierre
- 2006 - Arrêté pour l'électricité en cogénération
- 2008 - AFFSET autorise l'injection de biogaz épuré

- * 80 unités en 8 ans, principalement en cogénération
- * Principalement à base d'effluents

Une méthanisation encore agricole qui passe

- 2011 - Arrêté pour l'injection de biométhane
- 2013 - Plan EMAA (Energies Méthanisation Autonomie Azote) aide à l'investissement
 - Accord de Paris
- 2015 - Loi TECV – objectif 100 % Gaz vert
 - SNBC – neutralité carbone en 2050
- 2018 - Plan d'action Bioéconomie pour la France

progressivement de la cogénération à l'injection

- * Première mention de la Décarbonation
- * Autonomie énergétique et en azote et solution de traitement des effluents d'élevage
- * Premier scénario : Afterres 2050 (2014)

- * Accélération pour l'injection (2015)
- * Végétalisation des intrants : CIVE

Cogénération

Injection

La méthanisation agricole – quelques dates clés structurantes

A partir des pionniers : 10 ans pour lancer une filière, d'abord en cogénération

- 2003 - Méthanisation de Mignéville F. Claudepierre
- 2006 - Arrêté pour l'électricité en cogénération
- 2008 - AFFSET autorise l'injection de biogaz épuré

- * 80 unités en 8 ans, principalement en cogénération
- * Principalement à base d'effluents

Une méthanisation encore agricole qui passe

- 2011 - Arrêté pour l'injection de biométhane
- 2013 - Plan EMAA (Energies Méthanisation Autonomie Azote) aide à l'investissement
 - Accord de Paris
- 2015 - Loi TECV – objectif 100 % Gaz vert
 - SNBC – neutralité carbone en 2050
- 2018 - Plan d'action Bioéconomie pour la France

progressivement de la cogénération à l'injection

- * Première mention de la Décarbonation
- * Autonomie énergétique et en azote et solution de traitement des effluents d'élevage
- * Premier scénario : Afterres 2050 (2014)

- * Accélération pour l'injection (2015)
- * Végétalisation des intrants : CIVE

Cogénération

- 2020 - Europe : PACTE Vert
- SNBC 2

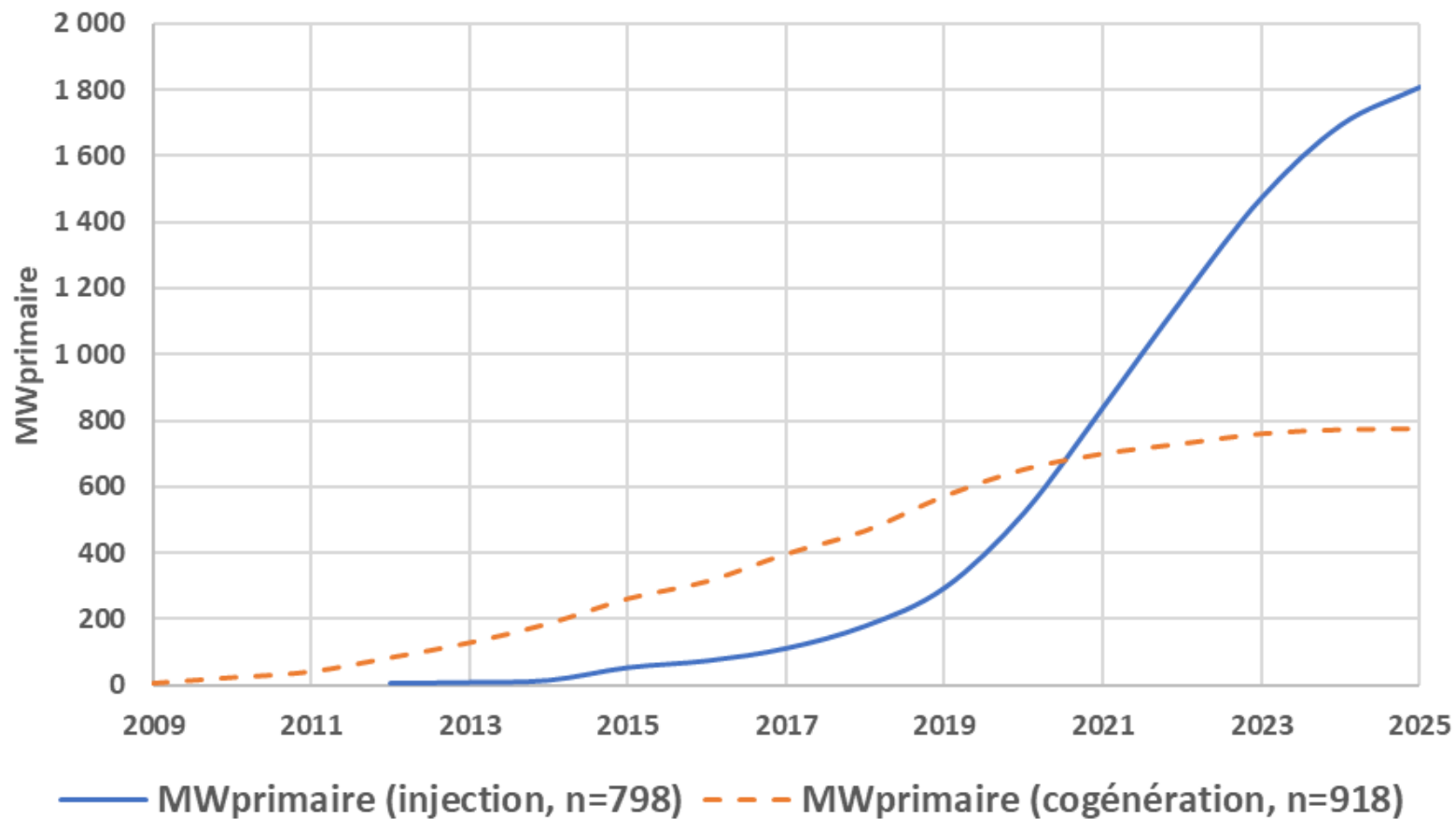
Une méthanisation qui s'industrialise au service de la décarbonation de l'économie

- Arrêt du soutien de la cogénération
- 2025 - Nouveaux mécanismes : CPB, BPA
- SNBC3
- PP3 44 TWh en 2030, +100 TWh en 2050 ?

- * Scénarios ADEME (2021)
- * Unité SECALIA (2024) : 200 00 tonnes de CIVE
- * Interrogation sur l'usage de la biomasse (SGPE, 2024)
- * Scénario Shift Project (2025), Afterres (2026)

Injection

Evolution cumulée des puissances installées en injection et en cogénération



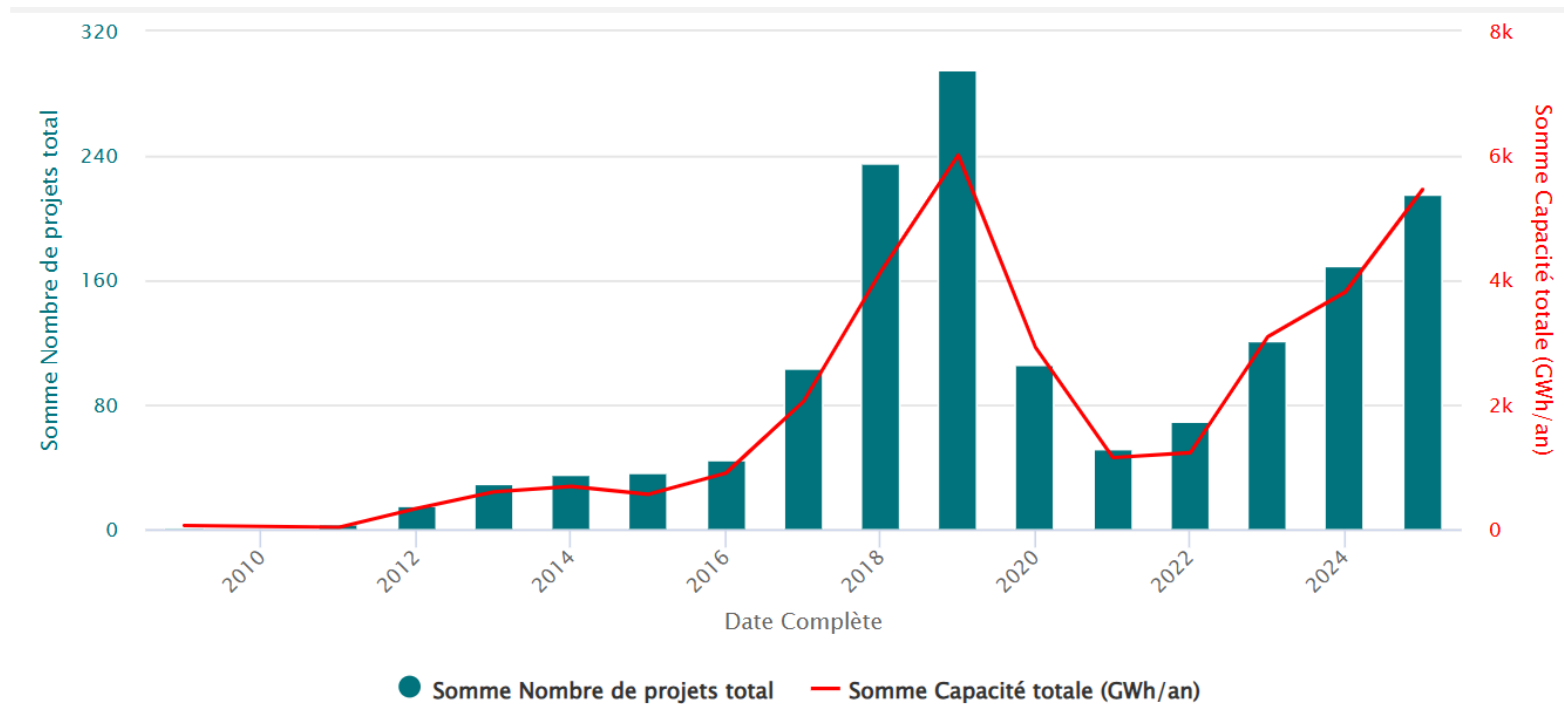
Un déploiement massif de la cogénération à partir de 2011

Un déploiement massif de l'injection à partir de 2015

Un ralentissement des unités en injection installées en 2025

Mais une reprise très forte des projets depuis cette année

Capacités d'injection de biométhane réservées par trimestre (32 TWh au 27-10-2025, Unités en fonctionnement + Projets)



* 780 unités en fonctionnement actuellement

X 3 d'ici 2030 ?

* Reprise des projets depuis 3 ans avec + 550 nouveaux projets depuis 2022

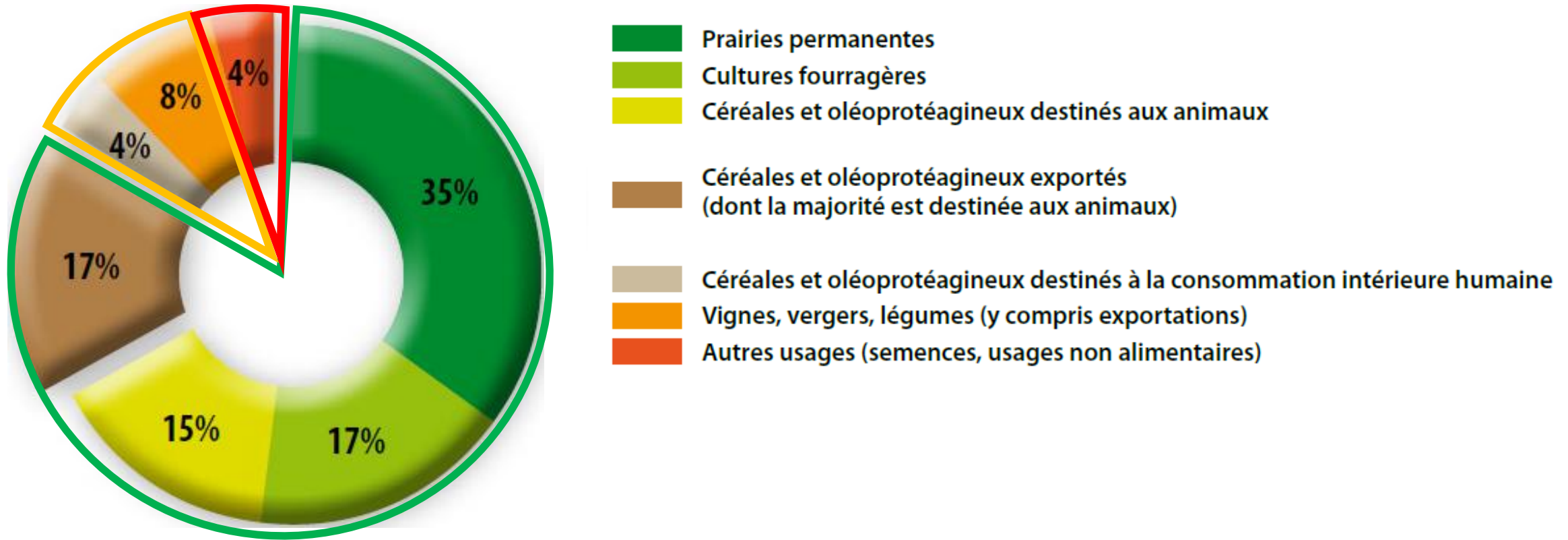


**COMMENT LA METHANISATION PEUT
S'INSCRIRE DANS CETTE MULTITUDE
D'OBJECTIFS ?**



**LA PRODUCTION D'UNE « BIOMASSE
DURABLE » AU CŒUR DES ENJEUX**

Destination des surfaces agricoles par usages en France



* 80-85% des surfaces dédiées à l'alimentation animale

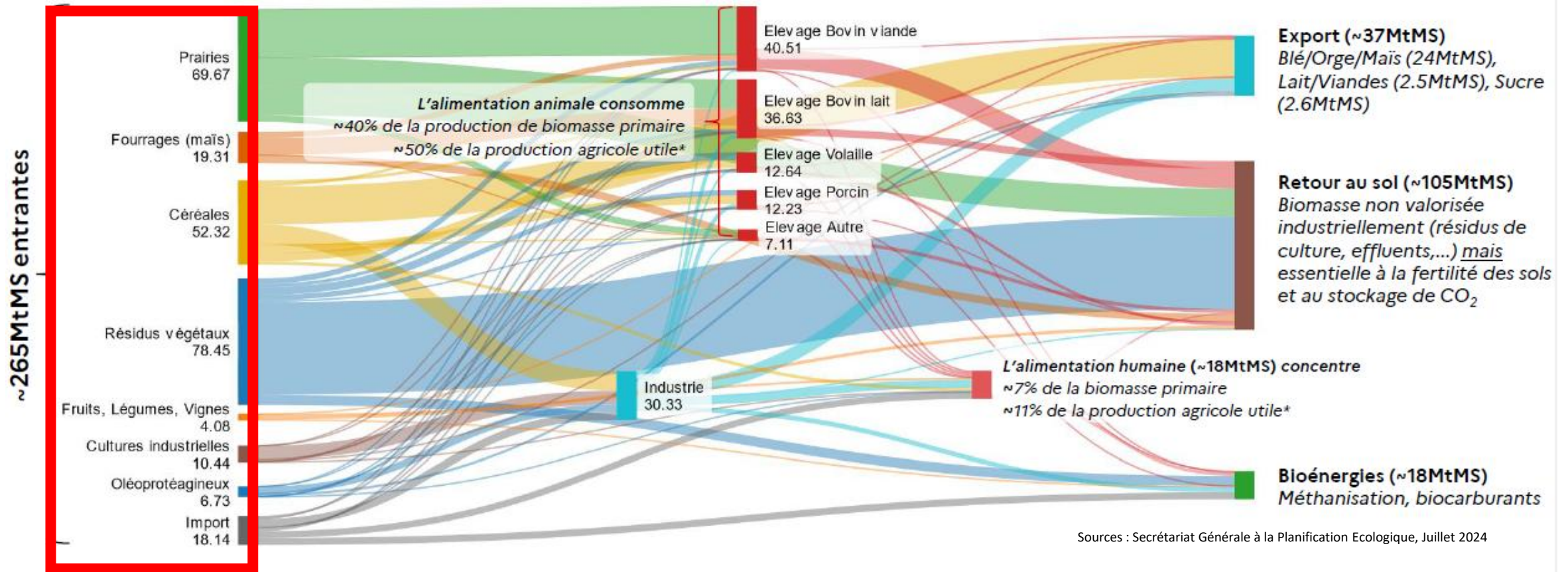
* 4-5% usage non-alimentaire

* 10-12 % des surfaces dédiées à l'alimentation humaine

* Biomasse Disponible ?

* Ordre de grandeur

Biomasse agricole | Cartographie des flux actuels de biomasse, en MtMS (SGPE juillet 2024)



* 260 MtMS de biomasse par an, en grande partie avec de l'azote minéral importé/ CH4 fossile

* Chaque tonne a un usage

* Impact du Changement climatique sur cette production ?

* Pour info 100 TWh : 50 MtMS à prélever

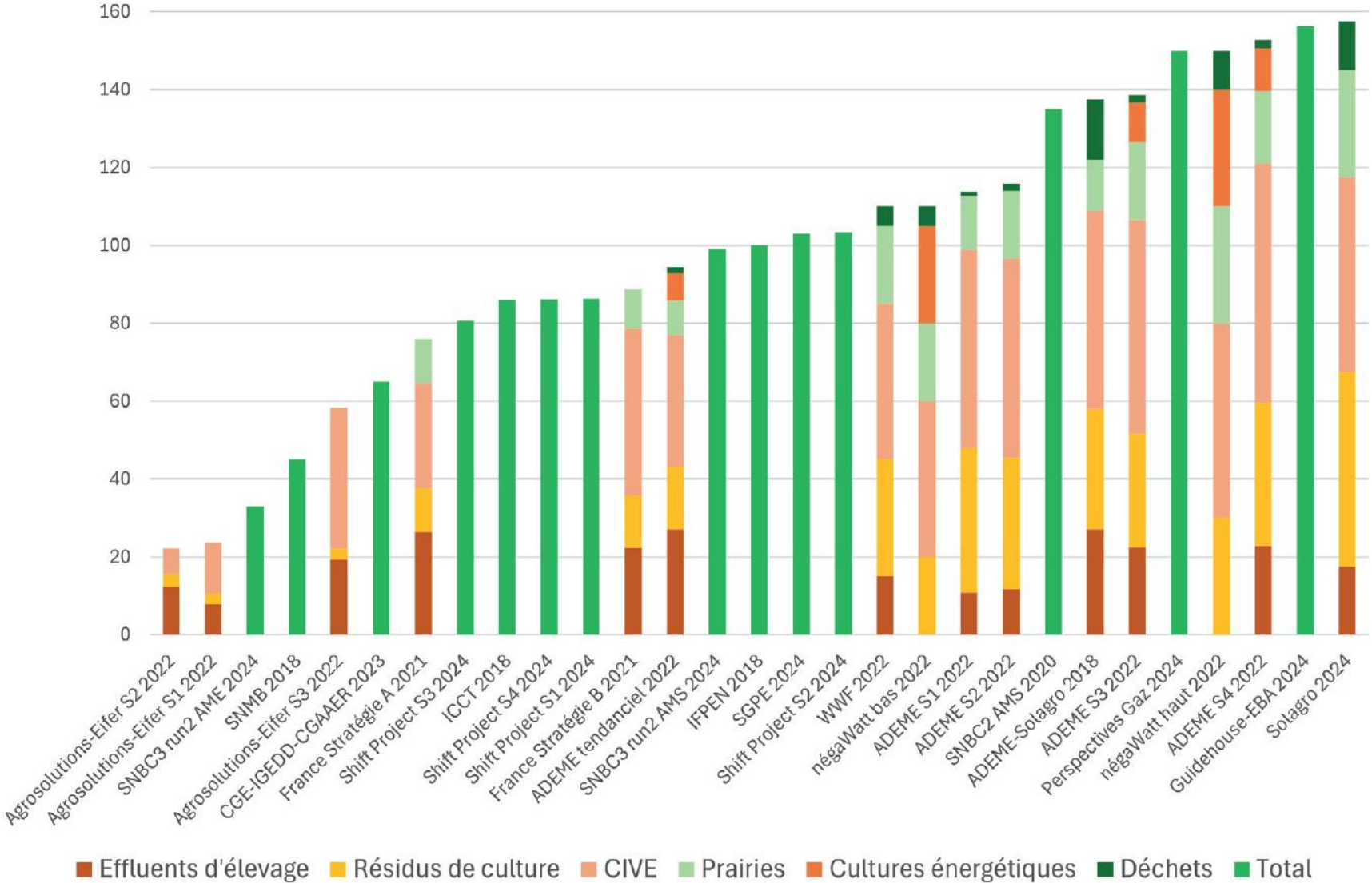
Quels intrants disponibles ?

- Effluents d'élevage : à mieux valoriser sur les territoires
- Résidus de culture (paille en particulier) : gisement utilisable sous réserve de ne pas remettre en cause la fertilité des sols
- Biodéchets : un gisement déjà faible et qui devrait aller en diminuant
- Cultures dédiées : limitées à 15% en tonnage intrant
- Co-produits de l'agro-alimentaires : compétition avec l'élevage ?
- Herbes de prairies permanentes : compétition avec l'élevage ?
- CIVE (Cultures Energétiques à Vocation Energétique) : compétition avec la culture principale ?

*Des spécificités régionales très fortes : nécessité de territorialiser la réflexion
Impact des changements d'usage ?*

Les différents scénarios sur la méthanisation

Potentiel de production de biogaz par méthanisation à l'horizon 2050 (en TWh PCS)



Entre 25 TWh à + de 150 TWh en fonction des hypothèses

- * Scénario du Shift-Project
- * Scénario ADEME 2021
- * Scénario Afterres 2050 (2026)

LES CIVES au cœur de nombreux scénarios de développement

Etude des changements d'assolement associés à la méthanisation en France selon différents types de fermes



GCB Bioenergy

WILEY



RESEARCH ARTICLE OPEN ACCESS

Land Cover Changes Following Biogas Development Across Different Farm Types: A Nationwide Study in France

Léa Boros^{1,2}  | Lucie Martin¹ | Marco Carozzi²  | Sabine Houot¹ | Philippe Martin²  | Florent Levavasseur¹ 

¹Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR EcoSys, Palaiseau, France | ²Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SADAPT, Palaiseau, France

Correspondence: Léa Boros (lea.boros@inrae.fr)

Received: 10 March 2025 | Revised: 10 June 2025 | Accepted: 21 July 2025

Des travaux très récents, thèse de Léa Boros, décembre 2025

Caractérisation des changements de systèmes de culture associés à la méthanisation en zones de grandes cultures en France (méthanisation sans élevage)

Agricultural Systems 228 (2025) 104387

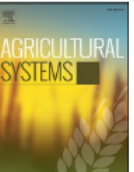


ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

Agricultural Systems

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agsy



Changes in cropping systems associated with biogas plants in French cereal-growing areas

Léa Boros^{a,b,*}, Marco Carozzi^b, Sophie Carton^c, Sabine Houot^a, Philippe Martin^b, Florent Levavasseur^{a,*}

^a Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR EcoSys, 91120 Palaiseau, France

^b Université Paris-Saclay, INRAE, AgroParisTech, UMR SADAPT, 91120 Palaiseau, France

^c Ferme Expérimentale AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon, France

Un indicateur majeur LCES Land Cover Evolution Score (Score de changement d'assolement)

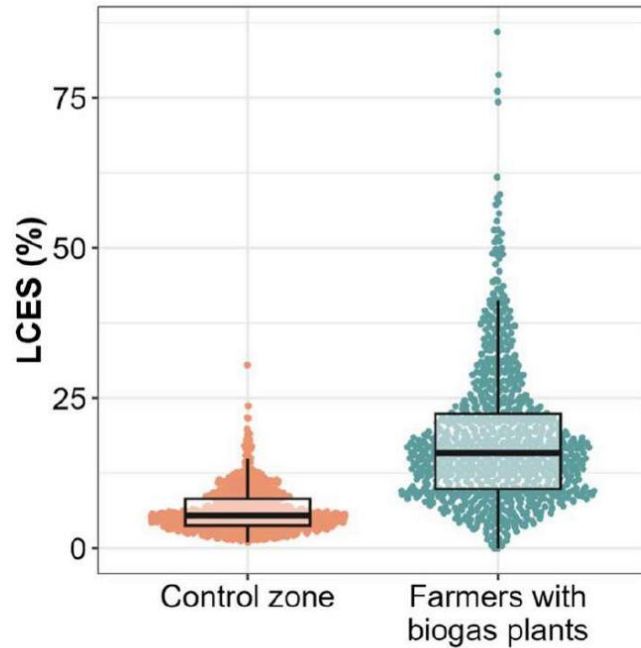
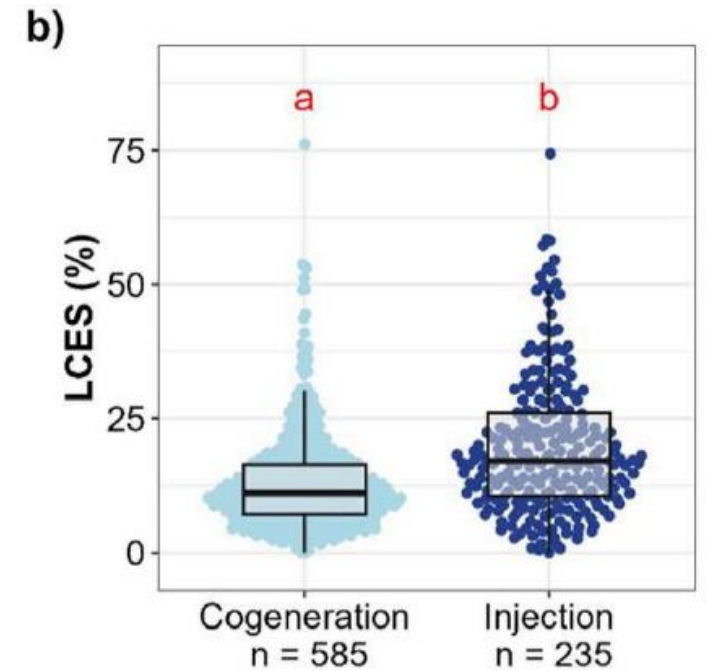
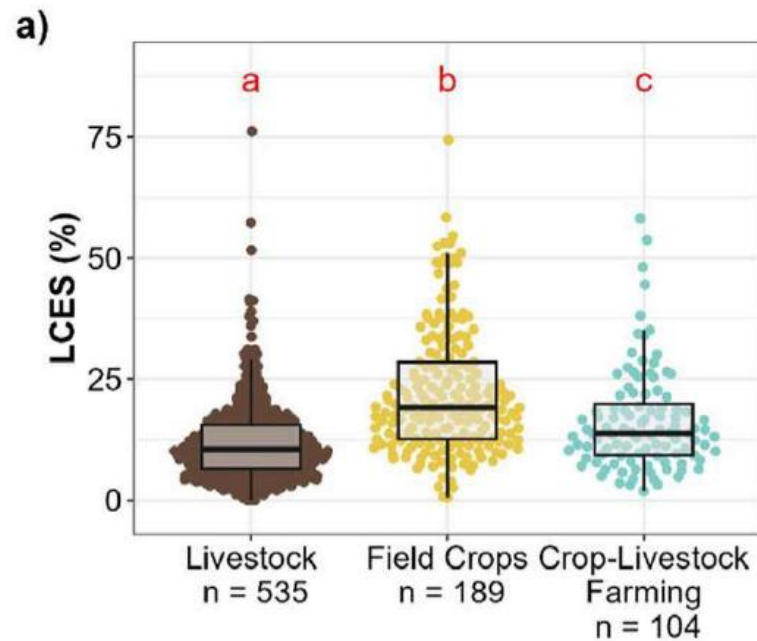


FIGURE 3 | Distribution of the Land Cover Evolution Score (LCES) in farms with biogas plants vs. control zone.

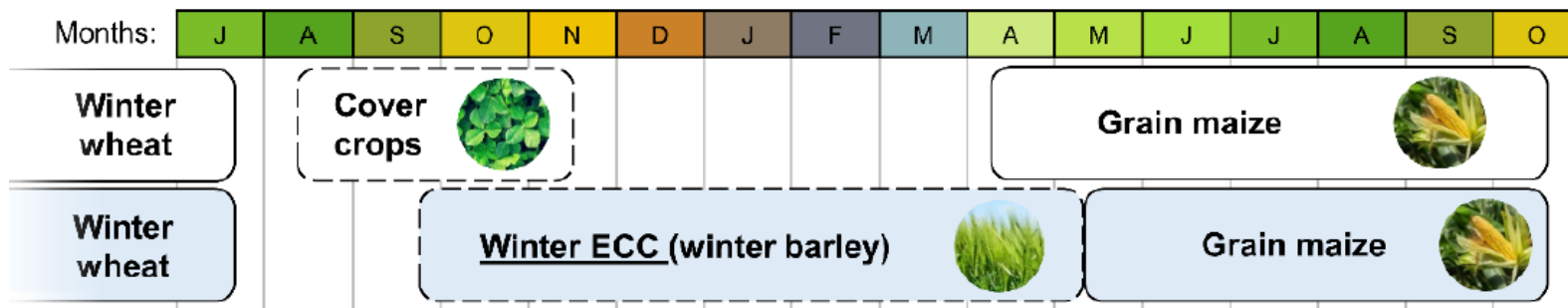
LCES (Score de changement d'assolement)


- 6% de la surface est modifiée dans les zones sans méthanisation
- 18% de la surface est modifiée pour les surfaces avec méthanisation
 - Maïs : +4,1% ; Sorgo, rye-grass et triticale : +1,1% ; Blé : -3%
 - Les effets sont plus marqués pour les zones avec injection



CIVE d'hiver : des itinéraires technique qui ressemblent beaucoup à des cultures principales

ECC: Energy cover crops



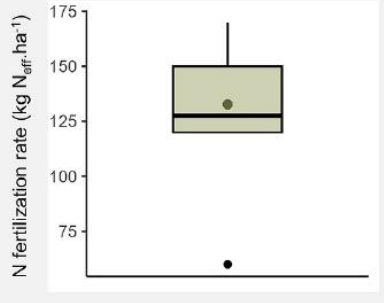


Winter ECC

(winter barley)

Sowing date: End of Sept to mid-October
Harvesting date: Mid-May

Fertilization rate:



Fertilization period: 2 applications (1 mineral, 1 with digestate) in Feb/Mar

Average number of treatments

H	I	F	PGR
½ to 1	½ to 1	½	0 to ½

H: herbicides, I: insecticides, F: fungicides, PGR: plant growth regulator

Mean yield : 10 t DM.ha⁻¹ (relatively stable)

CIVE d'hivers

Fertilisation minérale :

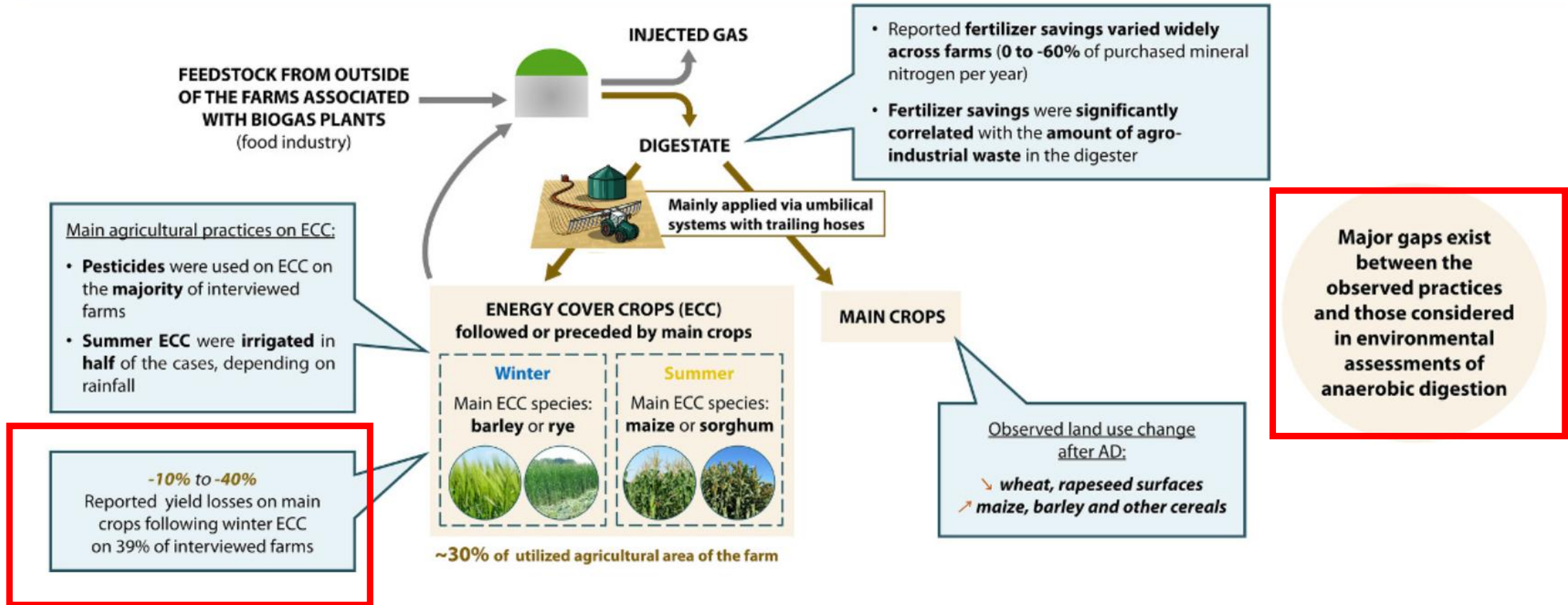
* Moyenne de 133 Kg d'azote efficace par ha (min 70-max 175), minéral et de digestat, des rendements qui dépassent les 10 TMS

*Usage de phytosanitaires

Un choix d'une production intensive de CIVE par les méthaniseurs : la production d'énergie comme un des piliers de la production agricole

Changes in cropping systems associated with biogas plants in French cereal-growing areas:

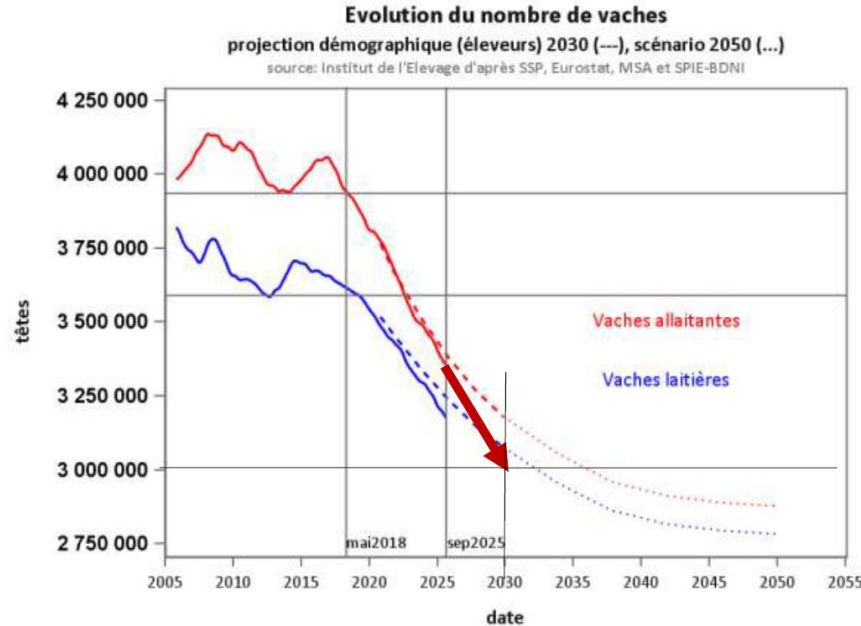
Results from semi-structured interviews with 33 farms associated with anaerobic digestion (AD)



Des pertes sur la deuxième culture ont été reportées par les exploitants agricoles
En zones céréalières : choix assumés et revendiqués

Décapitalisation du cheptel et retournement des prairies : des dynamiques préexistantes avant la méthanisation

Une décapitalisation massive pour les troupeaux bovins



Méthanisation : **Accélérateur** ou **modérateur** de la décapitalisation du cheptel et du retournement des prairies ???

Nécessité d'avoir un débat « désiloté »
 Filières agricoles + énergie + citoyen

Top 10 des surfaces de prairie permanentes retournées entre 2020 et 2024 par département : une catastrophe en cours

En tenant compte de changements de comportements ?

Département	2020	2021	2022	2023	2024	Evolution Surface (ha) (2024/2020)	Evolution Surface (%) (2024/2020)
3	288198	286708	283746	282480	277980	-10218	-3,5
53	131807	129067	126954	122850	121942	-9865	-7,5
71	353614	350900	348300	347000	343900	-9714	-2,7
35	100612	98882	96663	92855	91502	-9110	-9,1
23	209276	207837	199700	202360	202560	-6716	-3,2
50	229704	228972	224503	223511	223449	-6255	-2,7
58	205548	205100	203300	201200	199400	-6148	-3,0
42	174361	172951	173192	171590	168590	-5771	-3,3
72	135127	133899	132578	129900	129400	-5727	-4,2
22	91029	90425	88933	87411	86177	-4852	-5,3

> Conclusion

GES-Décarbonation-Gaz : des contraintes filières à venir

- * Division par 6 pour toute l'économie, par 2 pour l'agriculture
- * A court et moyen terme : on a besoin de gaz (Sobriété, Substituabilité, Indépendance, Mix énergétique, Maturité)
- * **Des choix politiques et citoyens à arbitrer**

Production d'Energies : opportunités ?

- * Méthanisation : **partage de la biomasse, impacts sur les filières agricoles à anticiper**
- * La production énergétique comme **levier de soutien à l'élevage et maintien des prairies permanentes ?**
- * **« Désiloter » le débat et le « re-territorialiser »**
- * **Réflexion systémique avec prise en compte des évolutions de comportement (alimentation en particulier)**
- * Un risque d'avoir une approche **uniquement carbone**, analyse multicritère nécessaire : biodiversité, eau, air, pollution, matières....

Une situation complexe, certes mais, c'est en ce moment qu'il faut se poser les questions

MERCI DE VOTRE ATTENTION