Workshop Méthanisation & Agroécologie

Rennes, 19 et 20 octobre 2022

Changements de systèmes de culture et de performances agro-environnementales suite à l'introduction de la méthanisation (sans élevage)

Florent Levavasseur[1], Sophie Carton[2], Lucie Martin[1], Léa Boros[1], Jeanne Cadiou[3], Marco Carozzi[3], Philippe Martin[3], Sabine Houot[1]

[1] INRAE, AgroParisTech, UMR ECOSYS, Palaiseau, France

[2] AgroParisTech, Ferme de Grignon, Thiverval-Grignon, France

[3] INRAE, AgroParisTech, UMR SAD-APT, Palaiseau, France

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté Égalité Fraternité

INRAE

AgroParisTech

université PARIS-SACLAY

Introduction

- Changements potentiels de système de culture induits par la métha :
  - Production de CIVE et/ou cultures dédiées
  - Fertilisation : imports de nutriments, mais augmentation des besoins (CIVE)
    Passage (partiel) d'effluents bruts et/ou engrais minéraux à digestat
  - Autres changements ?
- Changements documentés surtout en Allemagne *(ex : Lüker-Jans et al., 2017)* et Italie *(ex : Carrosio et al., 2014)*, avec des modèles de méthanisation différents. Quelques éléments seulement en France *(étude Methalae)*

→ Quels changements de systèmes de culture : succession de cultures et diversification, gestion de l'interculture, travail du sol, pratiques phyto, fertilisation, irrigation… ?

→ Quels effets en termes de performance agro-environnementale ? Négatifs, neutres ou positifs ? Et sous quelles conditions ?

Plan de l'exposé

1. Performances agronomiques et environnementales de la méthanisation agricole dans un contexte de grandes cultures céréalières (sans élevage) et recommandations de bonnes pratiques

   → étude pour la DRIAAF, situation en Ile-de-France

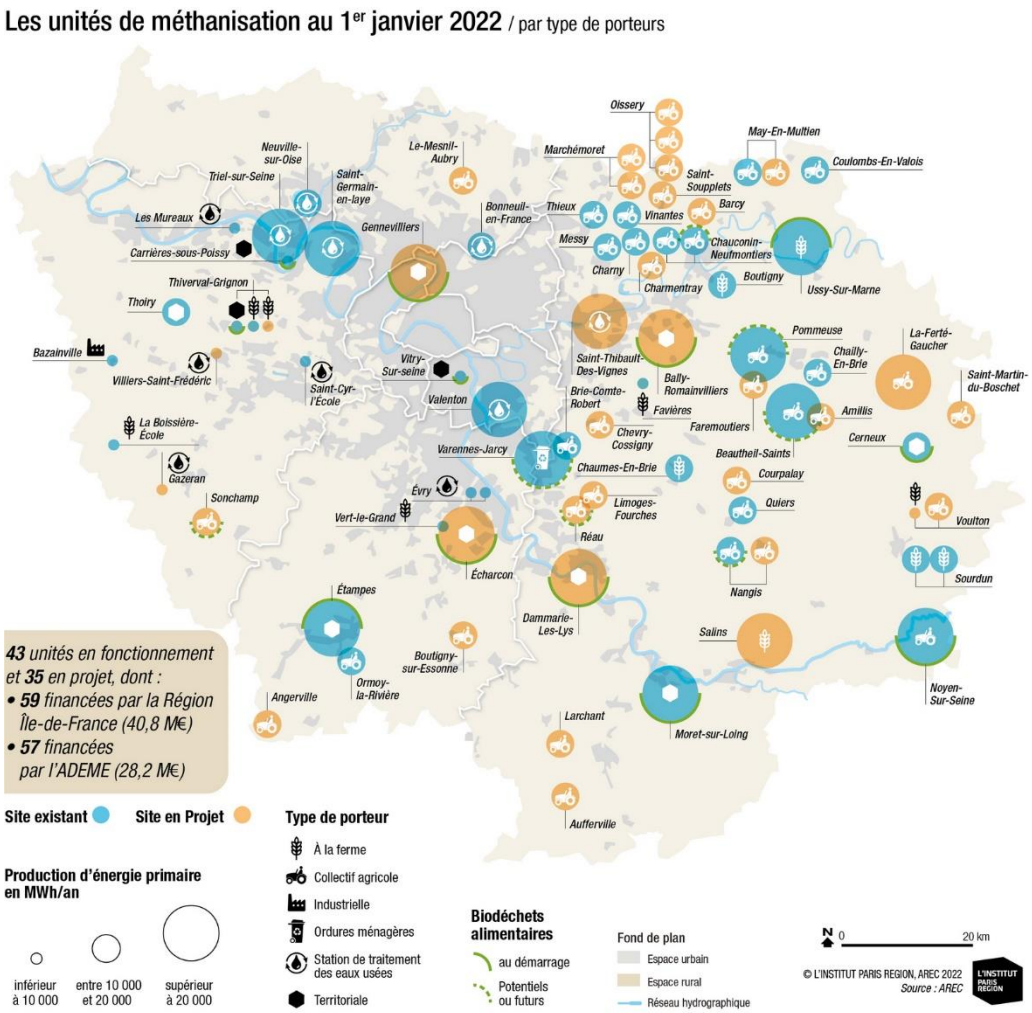
2. Changement d'assolement suite au développement de la méthanisation agricole

   → étude France entière basée sur le registre parcellaire graphique

3. Conclusion et perspectives

Développement de la méthanisation en Ile-de-France

- Fort et récent développement de la méthanisation (injection), principalement basée sur les CIVE
- Questionnement sur les performances de systèmes de culture associées à ces méthaniseurs (stockage de C, pertes de N, pression phyto…)
- Etude pour la DRIAAF :
  - Enquêtes des 11 méthaniseurs de CIVE en service début 2020
  - Caractérisation des digestats
  - Modélisation des performances avec l'outil PROLEG
  - Elaboration de recommandations de bonnes pratiques et de recherches complémentaires



Principales caractéristiques des systèmes étudiés

- Une relative homogénéité des systèmes étudiés
- Les 11 méthaniseurs :
  - Mise en service : de 2014 à 2020
  - 1 à 5 exploitations agricoles (SAU totale ≈ 1000 ha)
  - Ration: CIVE de 15 à 70%, pulpes de betteraves, issues de silos, peu de cultures dédiées…
  - Temps de séjour long (> 100 jours)
  - Peu de séparation de phase (2/11), stockage majoritairement en lagune non couverte (10/11) et capacité de stockage souvent ≈ 1 an
- Les exploitations associées (21 enquêtées) :
  - Grandes cultures et betteraves (+ légumes parfois)
  - SAU de 235 à 800 ha, parcellaire majoritairement groupé
  - Sols fertiles très majoritaires (limons profonds décarbonatés)
  - Certaines historiquement en agriculture de conservation

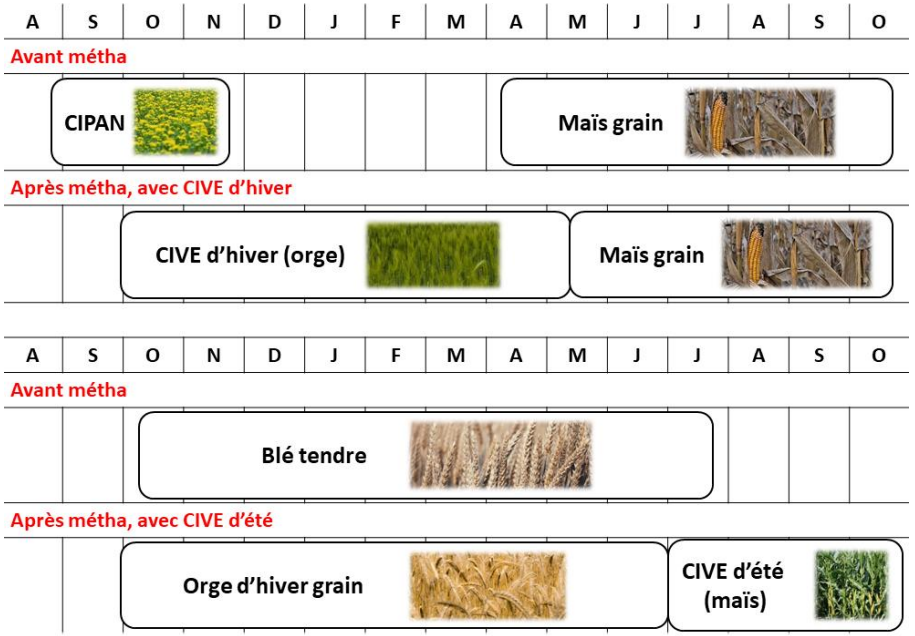
Méthaniseur de CIVE

Silos

Lagune de digestat

Changements de systèmes

- Principaux changements :
  - Couple orge d'hiver → maïs, alternativement CIVE
  - Moyenne de 35% de la SAU en CIVE (25% CIVE d'été, 10% CIVE d'hiver)
  - Forte substitution du blé d'hiver (parfois totale !) par de l'orge d'hiver (suivi de CIVE d'été)
  - ↗ variable maïs grain (précédé de CIVE d'hiver) et ↘ colza



- Quelques particularités :
  - Synergie avec les systèmes légumiers (irrigation, cycle court des légumes)
  - Réintroduction de pois (précédent CIVE d'été) et de prairies (dédiées)…
  - CIVE « opportuniste » : mélange d'espèces (avec légumineuses) à bas coût ensilé si biomasse élevée
  - Interactions avec les autres PRO (sortie de plan d'épandage de boue…)

Production des CIVE et gestion du digestat

- CIVE conduites de façon intensive → forte production de biomasse

	Orge CIVE	**Maïs CIVE**
Semis - récolte	Début octobre – début mai	Début juillet (strip-till) – mi octobre
Fertilisation	Digestat + minéral (≈ 160 kg N efficace /ha)	Minéral (≈ 100 kg N efficace /ha)
Phyto	Herbicide, insecticide (fongicide) ≈ ½ IFT orge grain	Herbicide, (insecticide) ≈ ½ IFT maïs grain
Irrigation	Non (mais possible sur maïs grain suivant)	≈ 50% des enquêtes
Rendement	10 t MS/ha	6t MS/ha (0-12)
Impact culture suivante	- 20% sur maïs grain	Non

- Digestat (brut, liquide) majoritairement valorisé sur céréales (CIVE ou non), en sortie d'hiver (2^{e} apport), avec épandeur à pendillard et sans tonne, à une dose de 40 m^{3}/ha (≈ 200 kg N total/ha, hypothèse de KEQ = 50-60%)

Performances modélisées

- Majorité des effets au champ positifs à neutres et production de biogaz
- Une bonne partie des effets positifs liée aux co-substrats méthanisés (import C, N, P, K)
- + digestat / ha *= + économie d'engrais et stockage de C, mais + volatilisation d'ammoniac
- + CIVE = + pression phyto et – recharge nappes, mais bonne maîtrise de la lixiviation
- Bilan GES favorable au champ, mais à étudier à l'échelle ferme
- Résultats cohérents avec la littérature → assez robustes
- Des impacts non ou mal quantifiés (tassement, biodiversité…)

Critère		Scénario moyen
Diversité des rotations		≈ à ↘
Production de biomasse	Totale	↗
	Hors métha	≈ à ↘
Stockage de C à 30 ans		↗ (+2 t C/ha)
Fertilité des sols		≈ à ↗
Besoin engrais N min		↘ (-56 kg N/ha/an)
Besoin engrais PK		↘
Lixiviation NO_3^-		↘ à ≈ (si ferti ajustée)
Volat NH_3		↗ (+ 3 kg N/ha/an)
Emissions de N_2O		≈
Bilan GES (champ)		↘
Ressource en eau		↘ drainage (- 20 mm/an) et ↗ irrigation
Pression phyto		≈ à ↗ (possibles compensations)
Résultats économiques		?

** plus de digestat produit / ha, pas une simple redistribution du digestat*

Plan de l'exposé

1. Performances agronomiques et environnementales de la méthanisation agricole dans un contexte de grandes cultures céréalières (sans élevage) et recommandations de bonnes pratiques

   Etude pour la DRIAAF → situation en Ile-de-France

2. Changement d'assolement suite au développement de la méthanisation agricole

   → étude France entière basée sur le registre parcellaire graphique

3. Conclusion et perspectives

Méthodes : principe et bases de données mobilisées

- Des changements d'assolement observés en Ile-de-France suite à la mise en service du méthaniseur (enquêtes) et visibles dans le registre parcellaire graphique (RPG)

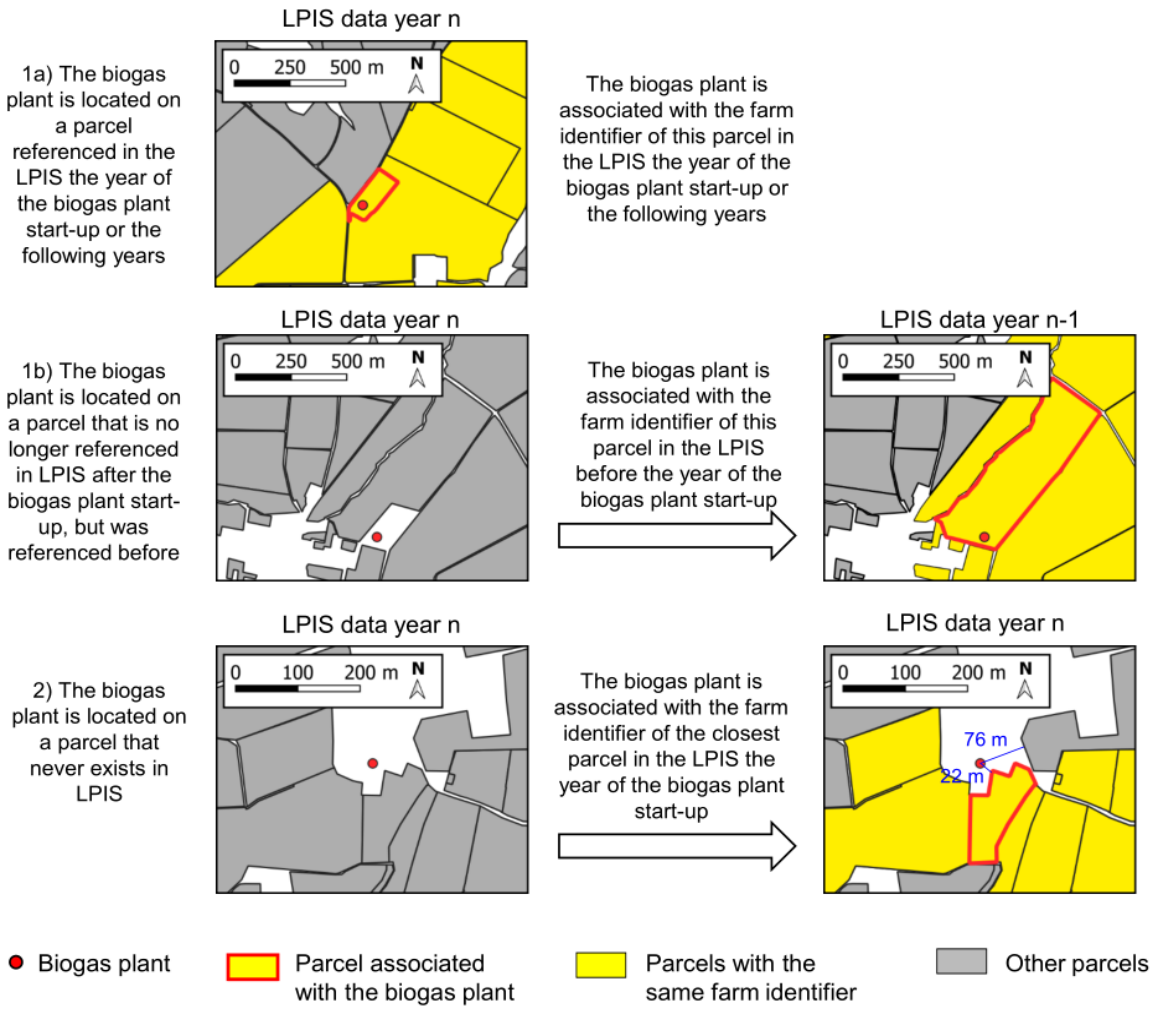
→ Le RPG combiné à la localisation des méthaniseurs est-il utilisable à l'échelle France entière pour documenter les potentiels changements d'assolement liés à la méthanisation ?

- Registre Parcellaire Graphique (RPG) :
  - Utilisé pour la gestion des aides PAC
  - Assolement à l'échelle parcelle (îlot avant 2015), nomenclature en + de 300 classes de culture (28 groupes avant 2015)
  - Identifiant d'exploitation par parcelle permettant de retrouver les territoires d'exploitation (anonyme)
  - Années disponibles en 2022 : de 2006 à 2020

- SINOE : base de données Ademe localisant les méthaniseurs, leur type (agricole, industriel…) et leur année de mise en service

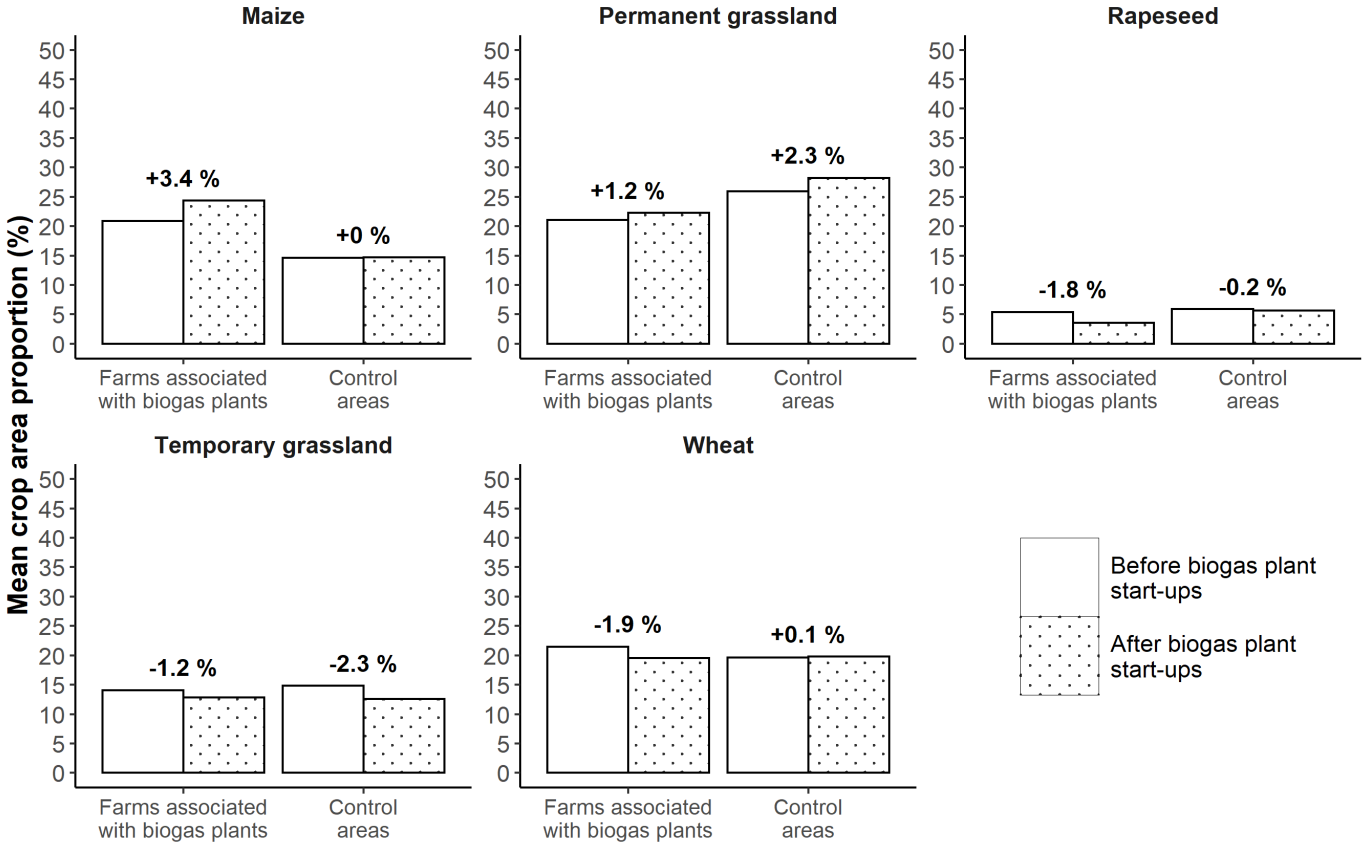
Méthodes : croisement de SINOE et du RPG

- Identification d'une seule ferme associée au méthaniseur
- Compilation de son assolement moyen avant / après mise en service
- Comparaison aux évolutions observées dans la région agricole environnante
- Classification des exploitations (k-means)



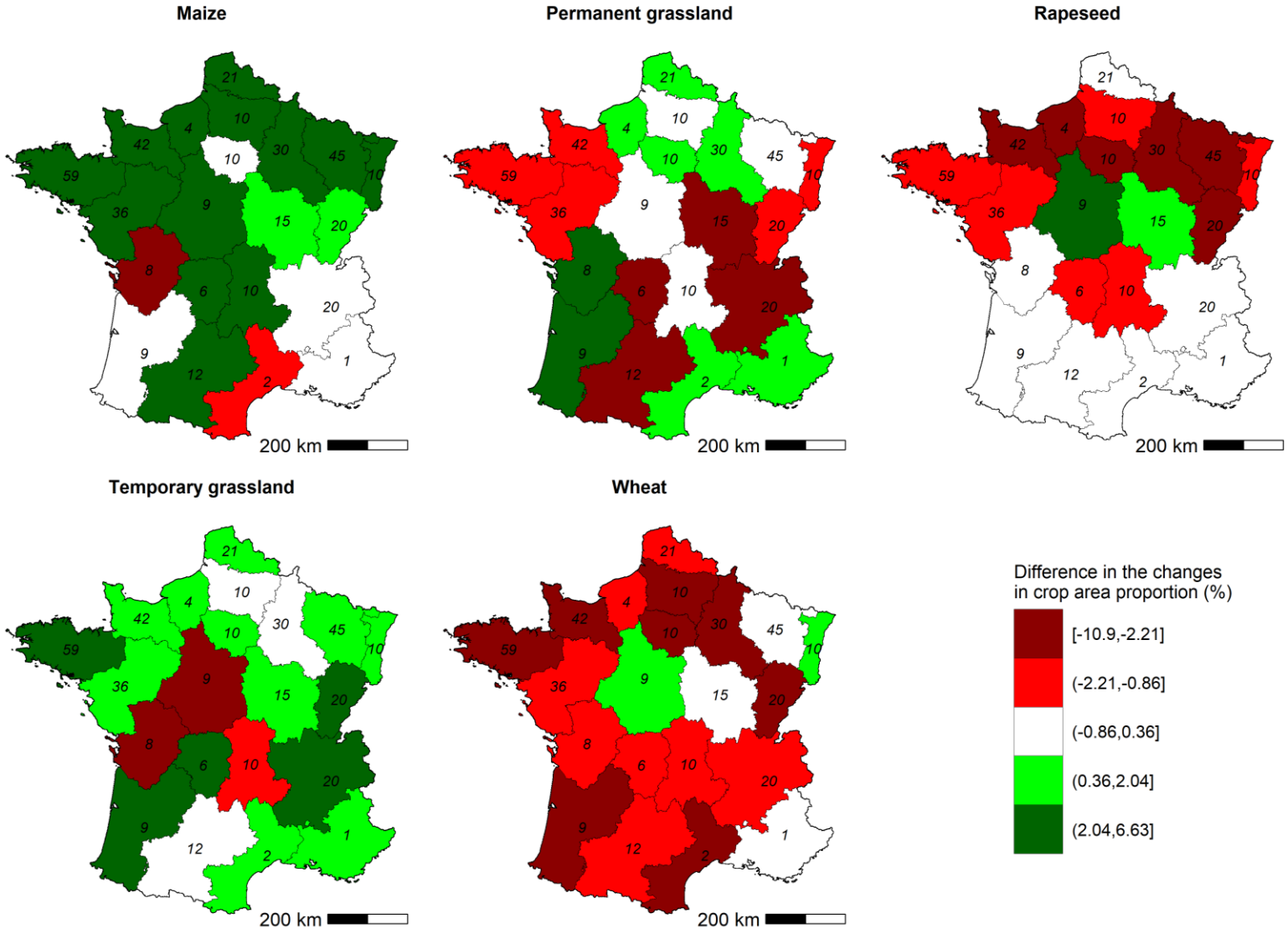
Résultats : tendance moyenne à l'échelle nationale

- + de maïs et moins de prairies permanentes avant la mise en service chez les agriculteurs méthaniseurs
- Augmentation de la SAU en maïs, aux dépens du blé et du colza
- Stabilité pour l'ensemble des prairies (permanentes et temporaires)



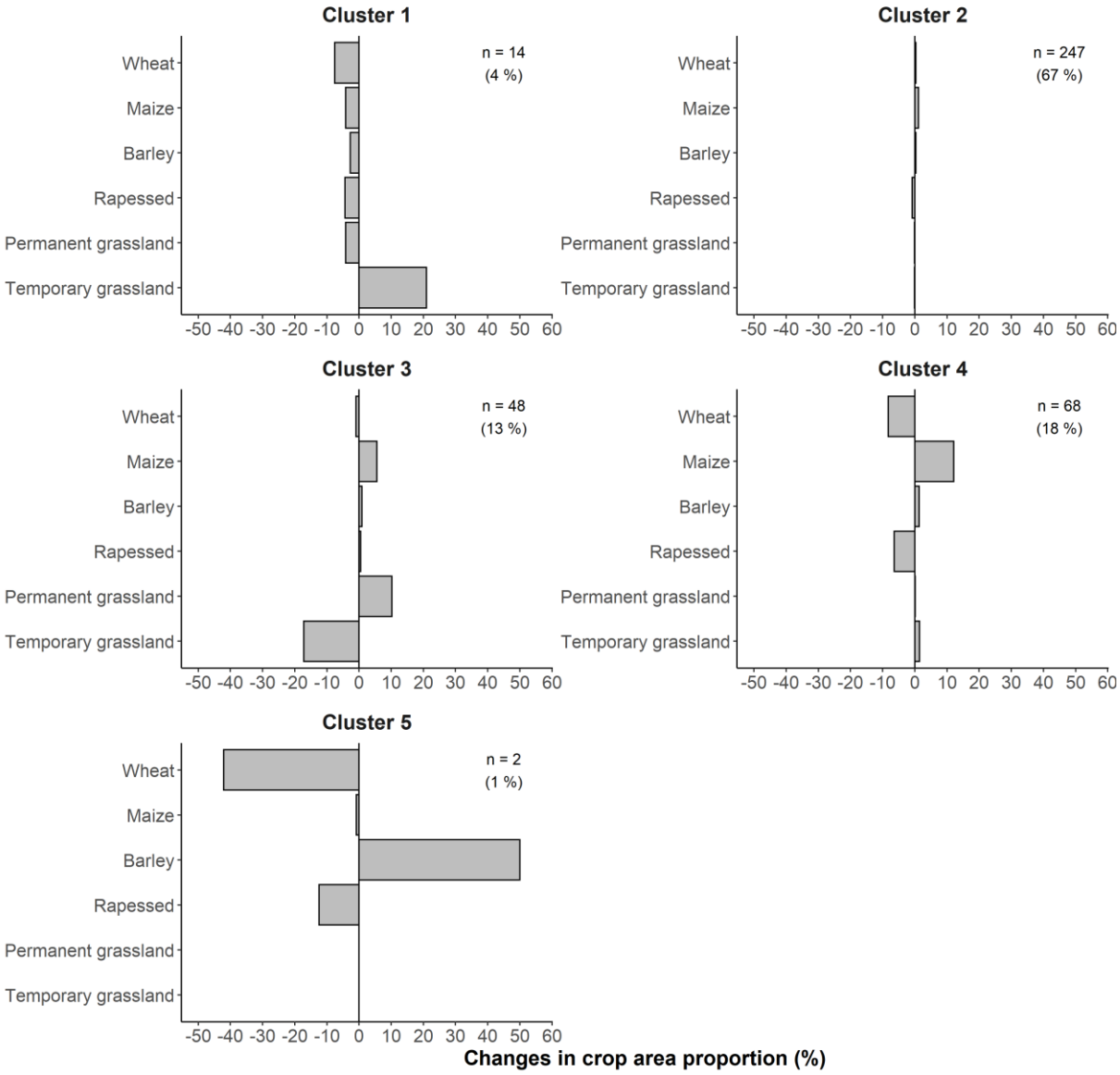
Résultats : variabilité régionale

- Une variabilité régionale qui demanderait à être étudiée



Résultats : typologie d'exploitation

- Majorité des exploitations (67%, cluster 2) sans changement d'assolement
- 4 autres cluster avec des changements variés (+/- prairies, +/- maïs…)
- Certains changements observés dans l'étude Ile-de-France



Plan de l'exposé

1. Performances agronomiques et environnementales de la méthanisation agricole dans un contexte de grandes cultures céréalières (sans élevage) et recommandations de bonnes pratiques

   Etude pour la DRIAAF → situation en Ile-de-France

2. Changement d'assolement suite au développement de la méthanisation agricole

   → étude France entière basée sur le registre parcellaire graphique

3. Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

- Situation en Ile-de-France :
  - Des changements conséquents, qui ont des conséquences globalement neutres à positives sur la plupart des performances agro-environnementales
  - Point d'attention sur les pratiques phyto et d'irrigation
  - Concurrence avec les autres bioénergies (colza)
  - Des systèmes intensifs qui restent intensifs, tout en produisant du biogaz
- Situation nationale (assolement seulement) :
  - Pas de changement pour 2/3 des exploitations étudiées
  - Mais des changements significatifs bien que modérés en moyenne (+maïs)
  - Etude rassurante pour le maintien des surfaces en prairies, malgré des spécificités locales ?

- Changements temporaires, permanents, évolutifs… ? Quels déterminants ?
- Etude à actualiser pour capter les derniers méthaniseurs
- Quels changements de systèmes (hors assolement) en dehors d'IDF ?
- Besoin de creuser l'adaptation réelle de la ferti qui pèse lourd dans le bilan
- Quels effets de ces changements sur le bilan environnemental de la méthanisation ?

→ Thèse Léa Boros

Merci pour votre attention

- Carton, S., Levavasseur, F., & Hugonnet, M. (2022). Performances agronomiques et environnementales de la méthanisation agricole sans élevage—Analyse n° 177. *Analyse du Centre d'études et de prospective*, *177*, 1–4.

  https://agriculture.gouv.fr/performances-agronomiques-et-environnementales-de-la-methanisation-agricole-sans-elevage-analyse

- Levavasseur, F., Martin, L., Boros, L., Cadiou, J., Carozzi, M., Martin, P., Houot, S., soumis. Land cover changes with the development of anaerobic digestion for biogas production in France. Soumis dans Global Change Biology - Bioenergy