

## Méthanisation agricole et impact des politiques publiques sur la durabilité de l'agriculture bretonne

Isaline Réguer<sup>1</sup> et Nadège Garambois<sup>2</sup>

(1)UMR PRODIG, AgroParisTech, Campus Condorcet - 93322 Aubervilliers Cedex, France.

(2)UMR PRODIG, AgroParisTech, Campus Condorcet - 93322 Aubervilliers Cedex, France.

Auteur de correspondance : [isaline.reguer@agroparistech.fr](mailto:isaline.reguer@agroparistech.fr)

**Résumé.** En 2013, la méthanisation agricole fut présentée par les pouvoirs publics français comme un outil pour faciliter la gestion des effluents d'élevage dans les régions excédentaires. Ce premier dispositif a ensuite été renforcé en 2015 avec la loi pour la Transition Écologique et la Croissance Verte (LTECV). Cette recherche, basée sur l'analyse du déploiement de la méthanisation agricole au sein de deux petites régions agricoles en Bretagne, montre que la méthanisation agricole s'insère aujourd'hui au sein des petites régions agricoles à fort potentiel agronomique, dans les plus grandes exploitations qui disposent de fortes capacités de mobilisation de biomasse et d'investissement. Cette étude démontre qu'aujourd'hui, loin de répondre au plan politique de 2013, la méthanisation agricole constitue avant tout une aubaine économique pour les porteurs de projet, et contribue à creuser les inégalités entre agriculteurs. Cette étude invite à s'interroger quant aux dispositifs de politique publique à privilégier en Bretagne pour s'engager à la fois dans la transition énergétique, tout en assurant une meilleure gestion des effluents d'élevage et en étant accessible au plus grand nombre, afin d'assurer un développement agricole durable et équitable.

**Mots clés :** Méthanisation agricole – Bretagne – Politiques publiques - Transition énergétique – Effluents d'élevage.

### **Agricultural methanization and the impact of public policies on the sustainability of agriculture in Brittany**

**Abstract.** In 2013, agricultural methanisation was presented by the French authorities as a tool to facilitate the management of livestock manure in surplus regions. This initial scheme was then strengthened in 2015 with the Law for Ecological Transition and Green Growth (LTECV). This research, based on an analysis of the deployment of agricultural methanization in two small farming regions in Brittany, shows that agricultural methanization is now being introduced in small farming regions with high agronomic potential, on the largest farms that have the means to produce biomass and to invest. This study shows that today, far from responding to the 2013 political plan, agricultural methanization is above all an economic windfall for project owners, and contributes to widening inequalities between farmers. This study raises the question of which public policy measures should be prioritised in Brittany in order to make a commitment to the energy transition, while ensuring better management of livestock manure and making it accessible to as many farmers as possible, in order to ensure sustainable and fair agricultural development.

**Keywords:** Agricultural methanization – Brittany – Public policies - Energy Transition – Livestock manure.

**Classification JEL :** Q12 ; Q18 ; Q42 ; Q48

## 1. Introduction

« Il existe en France un déséquilibre entre territoires (...) sous forme d'effluents d'élevage » affichait le Plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA) lancé en 2013 afin de promouvoir la méthanisation agricole (Ministère de l'écologie, 2013). Les pouvoirs publics souhaitaient faire de la méthanisation agricole un outil facilitant la gestion des effluents d'élevage et des excédents d'azote organique à l'origine d'importantes pollutions des eaux. En effet, la méthanisation agricole permet la transformation chimique de la matière organique en deux produits : le méthane gazeux, appelé biogaz (combustible énergétique), et le résidu, appelé digestat, riche en éléments fertilisants et épandu sur les parcelles. La biomasse organique utilisée par les agriculteurs peut être constituée d'effluents d'élevage (lisiers, fumiers), mais aussi de cultures principales comme du maïs, et de cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) récoltées entre deux cultures principales. Tout l'azote présent dans la biomasse introduite dans le méthaniseur se retrouve au sein du digestat, néanmoins, ce dernier peut être traité par un séparateur de phase. Celui-ci permet de concentrer une partie de cet azote dans une phase solide facilement exportable pour être épandue en dehors de l'exploitation. Le biogaz quant à lui peut être utilisé pour produire conjointement de la chaleur et de l'électricité (méthanisation en cogénération), ou bien être purifié en biométhane (CH<sub>4</sub>) et injecté dans le réseau de gaz naturel (méthanisation en injection).

En 2011, les premiers textes de droit français relatifs à la méthanisation voient le jour et assurent l'application de prix bonifiés et garantis durant 15 ans pour le rachat de l'énergie produite par les unités de méthanisation agricole (Arrêté du 19 mai 2011, 2011; Décret n°2011-190, 2011). Une impulsion politique nouvelle émerge en 2013 avec le plan EMMA, qui vise d'une part à faciliter la gestion de l'azote et d'autre part à accroître l'autonomie énergétique des exploitations agricoles. L'ambition politique est d'atteindre l'installation de 1000 méthaniseurs à l'horizon 2020 alors qu'il n'y en avait que 90 en fonctionnement à cette époque (Ministère de l'écologie, 2013). En 2015, la loi pour la Transition Ecologique et la Croissance Verte (LTECV) renforce ce dispositif et encadre le développement de la méthanisation agricole en imposant un seuil maximal de 15% d'approvisionnement des unités en cultures alimentaires (Loi n° 2015-992, 2015). Depuis 2019, un nouveau tournant politique semble faciliter les investissements pour les porteurs de projet dans le but prioritaire d'accroître l'autonomie énergétique nationale – en particulier en termes de production de gaz – facilitant ainsi l'essor des projets de méthanisation en injection (CRE, 2022; DRAAF Bretagne, 2019).

Région fortement spécialisée en élevage, la Bretagne s'engage depuis une décennie dans le développement de la méthanisation agricole. Avec 204 unités en fonctionnement début 2023, elle constitue aujourd'hui la 2<sup>ème</sup> région française pour le nombre d'unités de méthanisation agricole. La production d'énergie de ces dernières couvre 1,3% de la consommation régionale d'électricité et 4,1% de la consommation régionale de gaz. Si cette contribution demeure relativement limitée, la progression des installations de méthaniseurs a connu un rythme rapide en Bretagne depuis 2015. Ce sont les départements d'Ille-et-Vilaine (64 unités) et les Côtes-d'Armor (56 unités) qui en présentent le plus.

Nous avons cherché à comprendre le rôle joué par les politiques publiques dans le déploiement de la méthanisation en Bretagne, et nous avons souhaité analyser si ce développement répond aujourd'hui aux ambitions initialement affichées par ces différents dispositifs publics.

Nos travaux ont été menés de manière comparative entre deux petites régions agricoles bretonnes, l'une dans le bassin rennais (BR) – bassin de production laitière caractérisé par le développement important d'unités de méthanisation en injection – et l'autre dans le bassin du Gouessant (BG) – bassin spécialisé dans la production porcine, marqué par d'importants enjeux

environnementaux liés à la gestion des lisiers et par la présence de nombreux méthaniseurs en cogénération. En mobilisant une démarche en Agriculture Comparée (Cochet, 2011; Cochet et al., 2007), cette recherche s'est appuyée sur un travail approfondi de terrain : 80 entretiens ont été réalisés en 2020 auprès d'agriculteurs du bassin rennais (Garambois et al., 2022; Reguer, 2020), dont 10 auprès d'agriculteurs concernés par la méthanisation agricole (6 avec méthaniseur et 4 avec une unité en construction), et 50 entretiens ont été réalisés en 2023 dans le bassin du Gouessant, dont 11 ont été menés auprès d'agriculteurs disposant d'un méthaniseur. Ces deux études ont reposé sur plus d'une vingtaine d'entretiens auprès d'agriculteurs retraités afin de reconstituer les dynamiques agricoles historiques et ainsi replacer localement le développement de la méthanisation en leur sein. Une seconde série d'entretiens a ensuite permis d'interroger des agriculteurs en activité pour mieux caractériser le fonctionnement technique et les résultats économiques des divers types d'exploitations. Ces entretiens approfondis ont notamment permis d'analyser de façon comparative les effets techniques et économiques des politiques environnementales (gestion des lisiers) et énergétiques (méthanisation) sur les différents élevages des deux petites régions agricoles.

Dans une première partie, nous détaillerons le rôle joué par les politiques publiques dans le développement de la méthanisation agricole ainsi que leurs effets à l'échelle de la région Bretagne, puis nous décrirons les exploitations qui ont pu acquérir une unité de méthanisation ainsi que les impacts induits sur leur fonctionnement, enfin nous dresserons un premier bilan agronomique, énergétique et socio-économique de cette dynamique sur les exploitations agricoles afin de discuter de la durabilité de cette voie de développement au regard des ambitions portées par les politiques publiques.

## 2. La Bretagne : essor de la méthanisation dans la première région d'élevage française

### 2.1. De la gestion de l'azote à l'autonomie énergétique : un cadre sécurisant en soutien à la méthanisation agricole

En 2009, l'Union européenne impose pour la première fois aux États membres de s'engager pour produire plus d'énergies renouvelables à travers la directive européenne sur les énergies renouvelables RED.I. C'est en veillant à respecter cette dernière que la France promulgue en 2011 les premiers textes réglementaires pour encadrer le déploiement de la méthanisation (Arrêté du 19 mai 2011, 2011; Arrêté du 23 novembre 2011, s. d.; Décret n°2011-190, 2011). Par la suite, le ministère de l'Écologie propose en 2013 un plan plus ambitieux pour appuyer ce développement : le plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote (EMAA). Ce plan envisage la méthanisation agricole comme un outil pour répondre aux enjeux de la gestion de l'azote et de l'autonomie énergétique des exploitations agricoles. La méthanisation doit permettre i) de substituer les intrants d'origine fossile (engrais, chaleur, carburants) afin de réduire les coûts et d'améliorer le bilan de gaz à effet de serre des exploitations, ii) d'améliorer les pratiques sur le plan agronomique et permettre un meilleur équilibre azoté entre territoires (limiter les pertes d'azote, traiter les effluents d'élevage et exporter l'azote organique, réduire l'utilisation d'azote minéral ...) et iii) apporter un revenu complémentaire aux agriculteurs, tout en ayant « *un ancrage territorial* ». Le ministère affiche la volonté de développer un « *modèle français de la méthanisation* » basé sur une « *méthanisation collective de taille intermédiaire* » (Ministère de l'Écologie, 2013).

La loi de 2015 relative à la Transition énergétique et la croissance verte (LTECV) appuie et encadre plus strictement le développement de la méthanisation. Cette loi encourage l'utilisation des effluents d'élevage pour approvisionner les unités de méthanisation et conditionne la bonification des prix de rachat de l'énergie : les unités de méthanisation ne peuvent être approvisionnées par des cultures alimentaires que dans la limite du seuil « *de 15% du tonnage brut total des intrants par année civile* » (Décret n° 2016-929, 2016). Par ailleurs, des soutiens publics sont octroyés sous forme d'aides à l'investissement, notamment par l'ADEME, grâce à des fonds spécifiques qui permettent également de subventionner les équipements de traitement du digestat (Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020).

Depuis quelques années – en particulier depuis le conflit russo-ukrainien et le contexte européen tendu autour de l'approvisionnement en gaz - l'objectif premier affiché par les pouvoirs publics français concernant la méthanisation agricole est la contribution à l'autonomie énergétique française par la production de biogaz. C'est dans cet objectif que le Ministère de l'Agriculture et BPI<sup>1</sup> France ont mis en place en 2019 un dispositif de prêt sans garantie (montants de 100 000 à 500 000 euros sur une durée de 12 ans), pour soutenir le développement de la méthanisation agricole (DRAAF Bretagne, 2019). De plus, un appel d'offres – finalement suspendu par la suite - a été ouvert en 2022 par le Ministère de la Transition énergétique portant sur « *la réalisation et l'exploitation d'installation de biométhane injecté dans un réseau de gaz naturel* » (CRE, 2022). Enfin, la loi du 10 mars 2023 qui vise à accélérer la production d'énergies renouvelables (EnR) affiche notamment la volonté de diviser par deux le temps d'instruction des projets de développement des EnR en simplifiant les procédures, et de mobiliser plus fortement les collectivités locales (Loi n°2023-175, 2023).

---

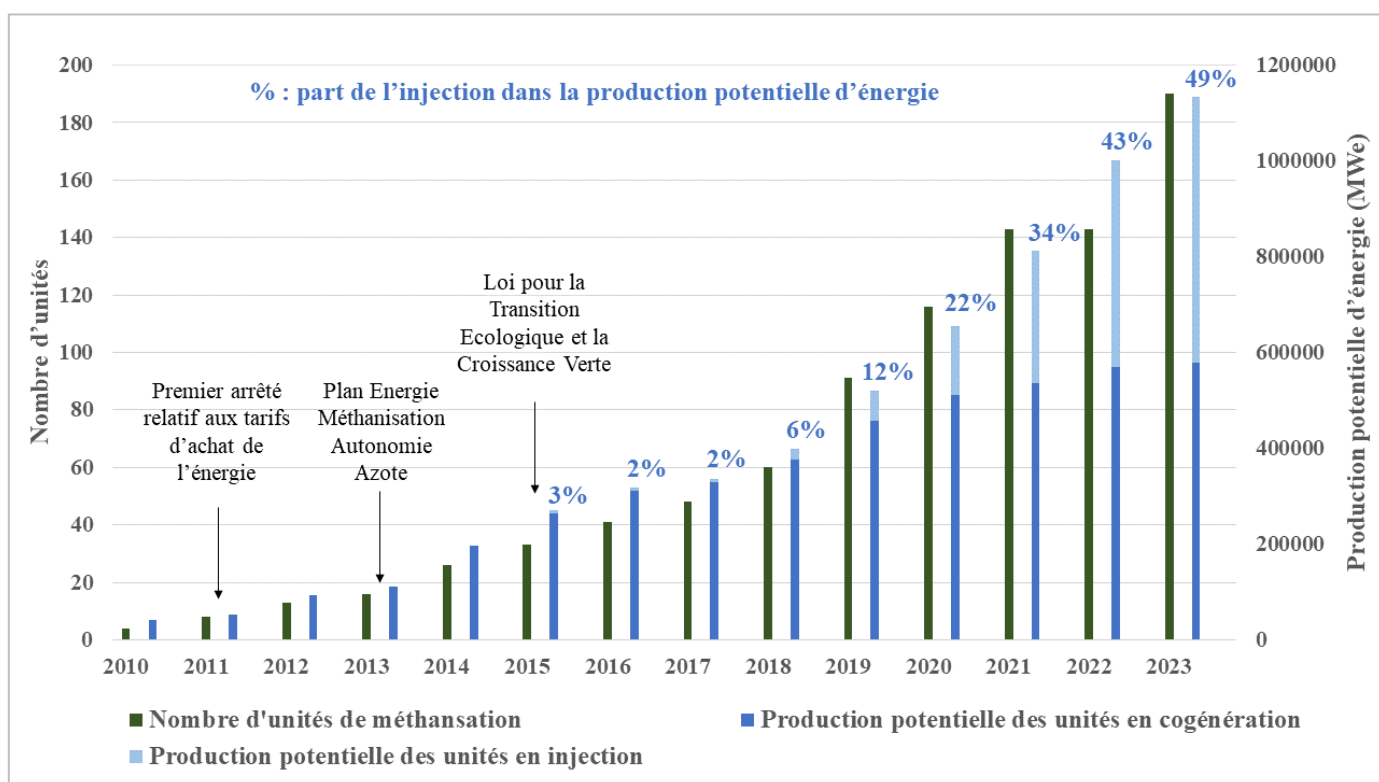
<sup>1</sup> Banque Publique d'Investissement

## 2.2. Un développement de la méthanisation dans les territoires bretons à fort potentiel de production de biomasse

Depuis les années 1950, l'accroissement continu de la productivité physique du travail s'est traduit d'une forte spécialisation de l'agriculture bretonne dans l'élevage, essentiellement bovin laitier, porcin et avicole (Canévet, 1992), et d'une progression majeure des effectifs. La Bretagne est aujourd'hui la première région d'élevage française : elle représente à elle seule 22% de la valeur de la production animale en France (DRAAF Bretagne, 2022).

En une dizaine d'années, la méthanisation agricole s'est rapidement développée en Bretagne (figure 1), au sein de ces exploitations spécialisées en élevage. Aujourd'hui, la Bretagne est la seconde région française en ce qui concerne le nombre d'unités installées avec près de 190 méthaniseurs agricoles en cogénération ou en injection<sup>2</sup> (AILE, 2023). Alors que la première unité bretonne en injection a été installée en 2015, les incitations à la production de biométhane à partir de 2019/2020 se sont accompagnées d'une accélération du rythme des installations et d'un accroissement de la part de la production d'énergie liée à l'injection, qui représente en 2023 près de la moitié de l'énergie produite par les méthaniseurs bretons.

**Figure 1 : Évolution du nombre d'unités de méthanisation agricole et de leur production potentielle d'énergie en Bretagne entre 2010 et 2023 (uniquement agricole, individuel et collectif, pour la cogénération et l'injection)**



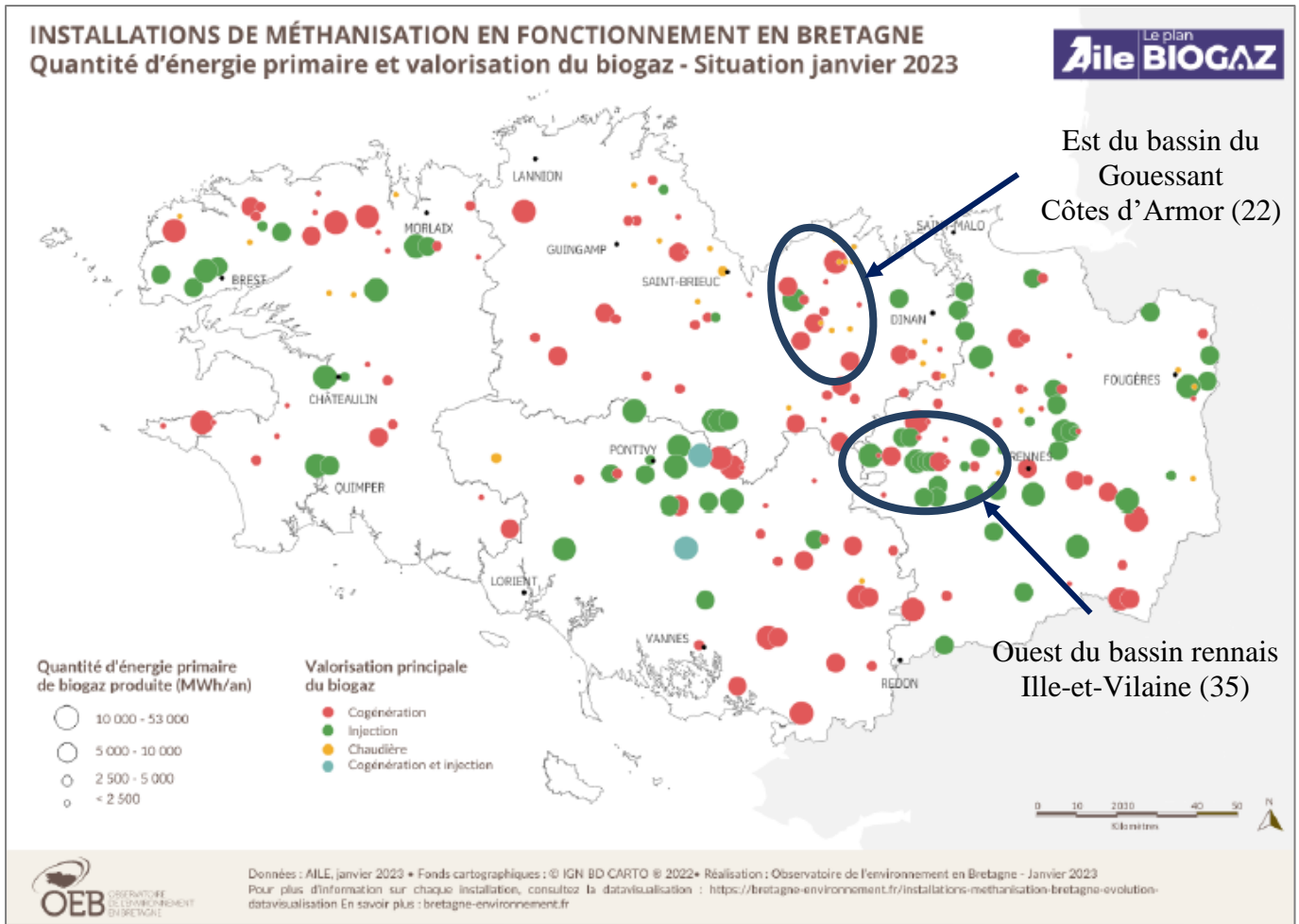
(Source : Séries chronologiques AILE 2010-2023. Réalisation : auteurs)

En croisant la répartition géographique des unités de méthanisation en Bretagne (figure 2) avec les conditions géomorphologiques locales, il apparaît que ces méthaniseurs sont en majorité localisés là où le potentiel de production de biomasse est le plus grand, à savoir les plateaux peu disséqués par le réseau hydrographique et qui forment aujourd'hui un paysage de larges

<sup>2</sup> Hors biodigesteurs passifs dits « chaudières ».

interfluves où des limons éoliens sont demeurés en place. Notre analyse de la localisation des unités de méthanisation au sein du Bassin rennais et du Bassin du Gouessant en offre une bonne illustration.

**Figure 2 : Répartition et nature des unités de méthanisation en fonctionnement en Bretagne en janvier 2023**



(Source : AILE, 2023. Adaptation : auteurs)

### 2.3. Enjeux des nitrates et méthanisation en Bretagne

L'augmentation rapide et massive du nombre d'animaux et des volumes d'effluents d'élevage apportés par unité de surface (directement au pâturage ou épandus), la forme sous laquelle ils sont parfois épandus (lisiers pauvres en carbone au regard des fumiers) et l'évolution des rotations et assolements en faveur des cultures annuelles ont favorisé la lixiviation de cet azote sous forme de nitrates et les risques de pollutions des eaux.

L'une des premières directives environnementales européennes fut la Directive Nitrates de 1991, qui s'est traduite en France par la délimitation des zones vulnérables à la pollution des eaux par les nitrates et l'élaboration de programmes d'actions (nationaux et régionaux). La Bretagne est intégralement classée en zone vulnérable à partir de 1993, obligeant chaque exploitation à établir un plan prévisionnel de fumure, à respecter les périodes d'épandage ainsi que l'équilibre de la fertilisation azotée, et à limiter les épandages d'azote organique à 170 kg par hectare et

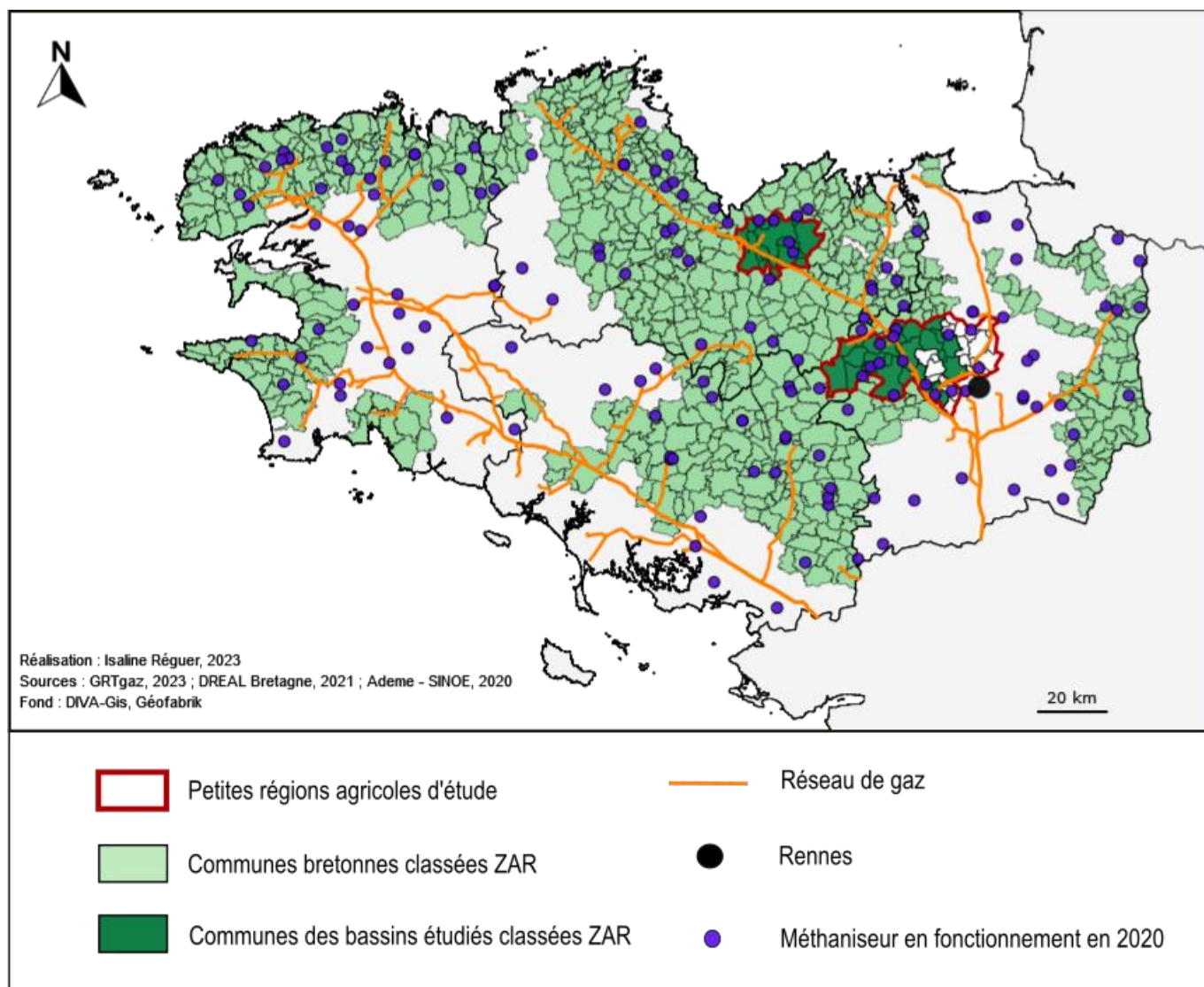
par an. En 2001, la condamnation de la France par la cour de justice de l'Union européenne pour non-respect de la directive « eaux brutes » de 1975 conduit à la définition de Zones d'Actions Complémentaires (ZAC) – pour beaucoup situées en Côtes-d'Armor – soumises à de plus fortes contraintes : une fertilisation azotée totale plafonnée à 210 kg d'azote par hectare et par an, une couverture hivernale des sols et un enherbement des bordures de cours d'eau obligatoire. En 2007, alors que certains de ces bassins versants ne respectent pas encore cette directive, la Cour de justice européenne assigne la France à appliquer à ces derniers, alors appelés « Bassins versants contentieux », des mesures renforcées avec l'abaissement du plafond pour la fertilisation azotée totale à 140 kg/ha/an.

Face à ce nouveau cadre réglementaire, les agriculteurs se sont adaptés, en particulier en élevage porcin, en mobilisant différentes stratégies : ajustement de l'alimentation pour limiter l'azote excrété par animal, recours à des prêteurs de terres pour épandre les effluents excédentaires, élevages naisseur-engraisseur confiant une partie de leurs porcelets à des engraisseurs à façon, investissement dans des stations de traitement des effluents d'élevage, etc. (Devienne & Garambois, 2014).

En Bretagne, depuis 2019, les communes à fort enjeu environnemental sont classées en zones d'action renforcée (ZAR) définies dans le 5ème Programme d'Actions Régional. Cela concerne 732 des 1207 communes bretonnes, soit 61% d'entre elles. Ce zonage ZAR regroupe les bassins versants contentieux eau brute (BVC), les bassins versants algues vertes (BVAV), les anciennes Zones d'Actions Complémentaires (ZAC), et les anciennes Zones d'Excédent Structurel (ZES).

Alors que le Plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote de 2013 visait à encourager le développement de la méthanisation dans l'objectif d'améliorer la gestion de l'azote d'origine organique, la figure 3 montre que la localisation des unités de méthanisation bretonne en fonctionnement en 2020 ne coïncide pas nécessairement avec les communes classées en ZAR. Ce résultat indiquerait que si la mise en place d'un méthaniseur a pu pour certains représenter une voie d'adaptation à la législation environnementale, il ne s'agirait pas du seul facteur explicatif à cet essor de la méthanisation en Bretagne.

**Figure 3 : Localisation des méthaniseurs agricoles bretons en fonctionnement en 2020, réseau de gaz et communes classées ZAR en Bretagne**



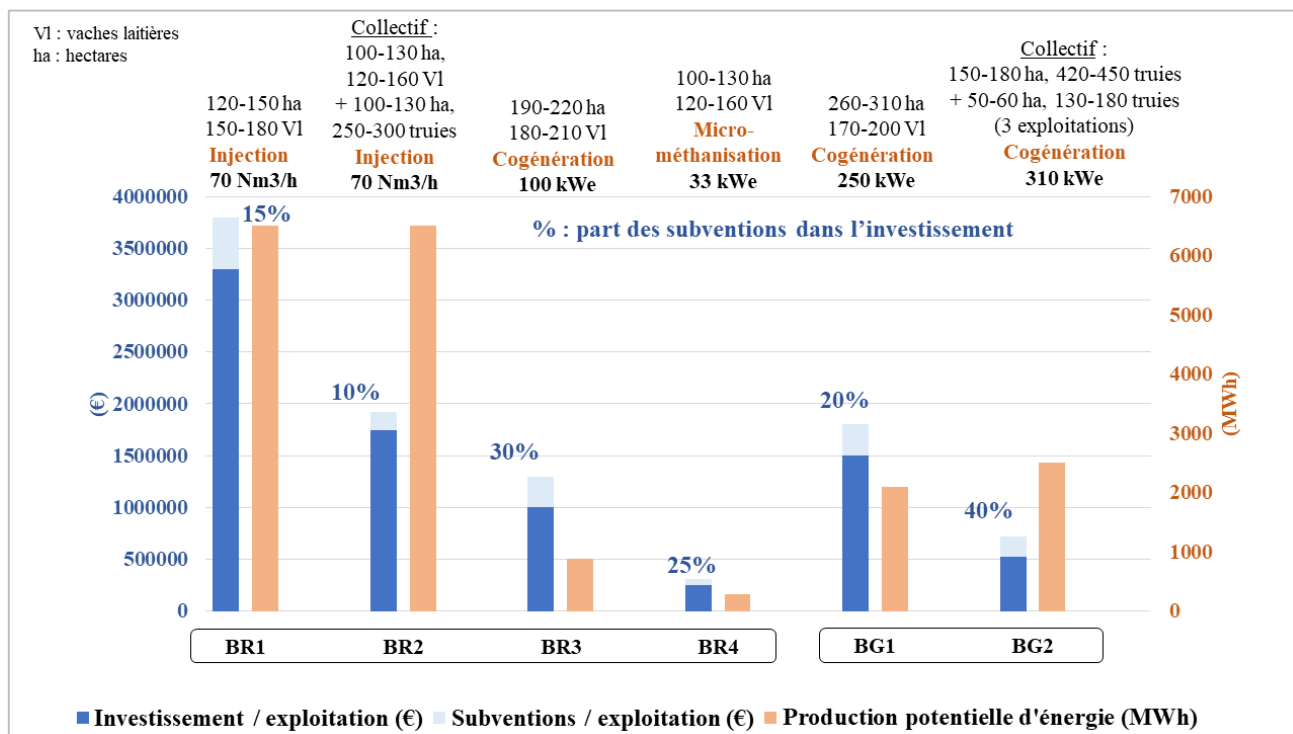
### **3. Une production d'énergie qui repose avant tout sur la biomasse végétale des plus vastes exploitations laitières bretonnes**

#### **3.1. La méthanisation agricole : de lourds investissements dans les exploitations les plus productives, en majorité laitières**

La figure 3 présente les principales caractéristiques des différents systèmes de production avec méthaniseur identifiés dans l'ouest du bassin rennais et dans l'est du bassin du Goessant.



**Figure 3 : Principales caractéristiques des unités de méthanisation identifiées dans l'ouest du bassin rennais (BR) et dans l'est du bassin du Gouessant (BG)**



(Sources : enquêtes 2020 et 2023. Réalisation : auteurs)

Dans l'ouest du bassin rennais, la méthanisation agricole s'insère au sein des plus grandes exploitations, localisées majoritairement sur les terres à plus haut potentiel de rendement (en moyenne 90 quintaux/ha pour le blé et 16 tonnes MS/ha pour le maïs), et héritées le plus souvent des exploitations déjà les plus vastes dans les années 1950. Ce mouvement concerne de façon très majoritaire des exploitations laitières. Depuis quelques années, la méthanisation par injection est privilégiée dans les nouveaux projets dès lors que des conduites de gaz GRDF sont situées suffisamment à proximité (ce que favorise la proximité de Rennes). Nos travaux conduits en 2020 ont permis d'identifier quatre principaux systèmes de production avec méthaniseur à l'ouest du Bassin rennais (Reguer, 2020).

Certaines des plus grandes exploitations en bovin lait de la région (BR3) ont eu très tôt les moyens d'investir dans un méthaniseur en cogénération : pour la plupart entre 2015 et 2019, mais certaines dès 2011. Il s'agit d'exploitations de 190 à 220 hectares, avec 3 actifs qui élèvent 180 à 210 vaches dont le rendement laitier atteint 9500 litres/vache/an (L/VI/an), équipées de trois robots de traite et d'un poulailler de 2000m<sup>2</sup>. Leur unité de méthanisation a une puissance de 100kWe et a représenté un investissement d'un million d'euros, subventionné à hauteur de 30% en raison de la valorisation de la chaleur possible dans les bâtiments d'élevage. Ces unités disposent d'une capacité de production d'énergie de 880 MWh : l'électricité est revendue à EDF tandis que la chaleur est utilisée pour chauffer le poulailler.

Après 2019, une deuxième série d'investissements a eu lieu au sein d'autres exploitations laitières. Alors que les conditions de financement étaient facilitées (BPI, banques privées, appels à projets ...), ces dernières ont investi dans un méthaniseur, mais en privilégiant l'injection avec une puissance de 70 Nm<sup>3</sup>/heure. Ces agriculteurs ont investi jusqu'à 3,5 millions d'euros, subventionnés à hauteur de 8 à 15% par l'ADEME. Il s'agit d'exploitations de 120 à 150 hectares avec 4 actifs, avec 150 à 180 vaches dont le rendement laitier atteint 8000 L/VI/an, et équipées d'un rototandem 28 places (BR1). Le potentiel de production d'énergie de 6500 MWh est sept fois supérieur à celui du système précédent. Ces agriculteurs, pourtant

historiquement légèrement moins dotés en capital et en foncier que les précédents, ont donc pu, à quelques années d'intervalle seulement, réaliser des investissements dans la méthanisation beaucoup plus conséquents, aidés en cela par des facilités de financement.

À la même période, des exploitations également de grande dimension, mais un peu moindres que ces exploitations BR1, ont également installé un méthaniseur en injection à 70Nm<sup>3</sup>/heure, mais en investissant à plusieurs afin de diviser le montant engagé par exploitation (1,75 million d'euros) (BR2). S'associent par exemple pour investir et conduire ce type de méthaniseur, une exploitation en système porcin naisseur-engraisseur de 250 à 300 truies (100 à 130 hectares pour 3 actifs) et une exploitation en système bovin lait de 120 à 160 vaches à 8000L/VI/an (100 à 130 hectares, 3 actifs, salle de traite 2x12 places).

Après 2019, et plus particulièrement depuis 2 ans avec le déploiement en Bretagne d'entreprises (françaises et étrangères) spécialisées dans la micro-méthanisation, des exploitations laitières avec 120 à 160 vaches (110 à 150 hectares et 3 actifs) parviennent à installer seules des unités de micro-méthanisation de 33kWe (BR4). Ces exploitations, situées plutôt en bord de plateaux ou sur les versants argilo-limoneux disposent d'une capacité de production de biomasse plus réduite que les exploitations précédentes (BR2, BR1) situées plutôt au cœur des plateaux limoneux. Ces micro-méthaniseurs – dont le potentiel de production d'énergie est de 290 MWh - requièrent un investissement beaucoup plus limité : de 250000 euros subventionnés à hauteur de 25%.

Dans l'est du bassin du Gouessant, tous les méthaniseurs fonctionnent pour le moment en cogénération. Ils ont été construits entre 2013 et 2019, avec des capacités de 250 à 350 kWe. Alors que de nombreuses exploitations de cette région sont spécialisées dans la production porcine, la majorité des unités de méthanisation sont détenues par des exploitations avant tout laitières, ici aussi, parmi les plus vastes de la région (exploitations dont la production annuelle de lait atteint 1,5 à 2 millions de litres). Ces exploitations disposent de 260 à 310 hectares pour 5 à 6 actifs équipés de 3 robots de traite et élèvent 170 à 200 vaches dont le rendement laitier atteint 11.000L/VI/an, couplé à un petit élevage porcin engraisseur (500 places) (BG1). Elles ont investi environ 2 millions d'euros dans cette unité de méthanisation, avec une subvention à hauteur de 25%. Avec une puissance de 250 à 310kWe, ces unités peuvent produire environ 3500MWh et valorisent la chaleur dans les bâtiments d'engraissement porcin (petit élevage porcin naisseur associé aux grands élevages laitiers ou dans les bâtiments d'engraissement pour les élevages porcins naisseurs-engraisseurs). En élevage porcin, l'investissement dans ce type de méthaniseur ne s'est pas fait de façon individuelle, mais à plusieurs exploitations en élevage naisseur-engraisseur pour atteindre la capacité d'investissement et la production de biomasse nécessaire (BG2) : par exemple, une exploitation de 420 à 450 truies pour 150 à 180 hectares, qui a atteint cette dimension récemment grâce à des agrandissements (agrégation de plus petites exploitations existantes), et deux exploitations de 130 à 180 truies pour 1,5 à 2 actifs sur 50 à 60 ha, toutes en système naisseur-engraisseur. Il s'agit d'exploitations qui ne disposaient pas de station de traitement des lisiers avant l'arrivée de l'unité de méthanisation.

Les plus grandes exploitations porcines du bassin du Gouessant, qui ont eu les moyens d'investir précocement dans une station de traitement du lisier, ne semblent pas avoir aussi systématiquement investi dans la méthanisation agricole que les grands éleveurs laitiers. En effet, nos entretiens suggèrent que, entre 2011 et 2015, ces grandes exploitations porcines étaient déjà très capitalisées (bâtiments nombreux et aux normes européennes, automatisation et informatisation de l'alimentation, station de traitement des lisiers, etc.) et devaient assumer d'importants niveaux de dépréciation du capital par actif, ainsi que des annuités élevées, alors que les grandes exploitations laitières présentaient des niveaux de capitalisation moindres (salles de traite ou premiers robots de traite). La tendance ne semble plus vérifiée aujourd'hui, car les grandes exploitations laitières sont de plus en plus capitalisées (unité de

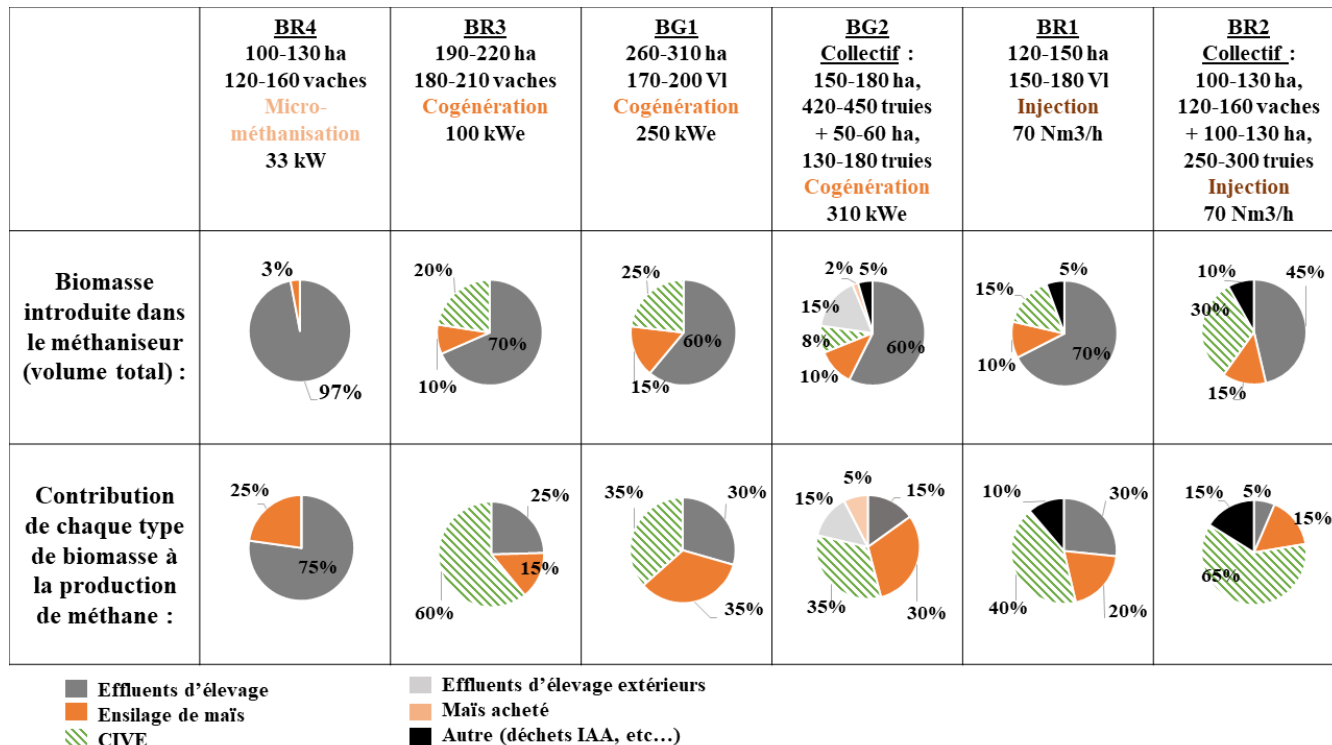
méthanisation, trackers ou panneaux photovoltaïques, robots de traite, robots d'alimentation, surfaces importantes impliquant des gammes d'équipement élevées, etc.), le montant de dépréciation du capital par actif dans ces exploitations atteint celui des grandes exploitations porcines (environ 30000€/actif).

Le développement de la méthanisation en Bretagne s'est donc fait prioritairement de manière individuelle et dans les plus grandes exploitations à dominante laitière. C'est lorsque l'investissement individuel n'est pas possible que les agriculteurs investissent en copropriété. À la faveur des dispositifs facilitant les investissements, un saut important en matière d'investissement et de capacité de production d'énergie a eu lieu depuis 2019, avec le développement plus important de la méthanisation en injection.

### 3.2. Le rôle central des dérobées et des cultures dans la production d'énergie

La méthanisation bretonne n'est pas uniforme, à commencer par les systèmes de production dans lesquels elles s'insèrent, le fait d'être en copropriété ou en individuel, le type et la puissance des installations (injection, cogénération) sont autant de caractéristiques qui diffèrent et expliquent notamment la diversité observée dans la composition de la biomasse qui alimente les unités. La figure 4 présente la composition en volume de la biomasse utilisée dans les différents types d'unités de méthanisation identifiées dans l'ouest du bassin rennais et dans l'est du bassin du Gouessant, ainsi que la contribution effective de chaque composante de cette biomasse à la production d'énergie par le méthaniseur.

**Figure 4 : Parts en volume et en valeur énergétique des différents types de biomasse introduites dans les unités de méthanisation identifiées**



(Sources : enquêtes 2020 et 2023. Réalisation : auteurs)

Nos résultats témoignent de la place importante accordée aux effluents d'élevage, en volume, dans l'ensemble de la biomasse apportée, qui représentent presque toujours plus de la moitié de la biomasse utilisée dans ces différents types de méthaniseurs, et souvent environ 60 à 70%.

Conformément à la législation en vigueur, les volumes annoncés de maïs ensilage utilisés dans ces différents méthaniseurs (culture dédiée) ne dépassent pas 15% (et sont le plus souvent compris entre 10 et 15%). Les ensilages de CIVE occupent quant à eux le plus souvent au moins 15% de ce volume de biomasse (et jusqu'à 30%). Seules les unités de méthanisation de plus grande puissance (plus de 310 kWe en cogénération, injection) utilisent de la biomasse extérieure (effluents d'autres élevages, ensilage de maïs acheté, déchets des IAA...), entre 5 et 20% en volume.

Les micro-méthaniseurs constituent un cas assez spécifique : avec de faibles besoins en biomasse, ces derniers ne sont alimentés pratiquement qu'avec des effluents organiques – fumiers (plus riche en carbone) et lisiers – et les petites quantités d'ensilage de maïs apportées se limitent le plus souvent aux refus à l'auge et aux bords de silo. L'énergie produite repose donc à 75% sur ces effluents. Cela contribue à expliquer que les micro-méthaniseurs soient beaucoup moins présents dans le bassin du Gouessant : contrairement aux exploitations en bovin lait, les exploitations porcines qui auraient la capacité d'investissement requise pour un micro-méthaniseur produisent essentiellement des lisiers (dont le pouvoir méthanogène est presque 4 fois plus faible que celui des fumiers), et ne produisent pas d'ensilage de maïs (récolté en grain et vendu).

La contribution des différents types de biomasse à la production d'énergie est bien sûr liée aux volumes apportés, mais aussi beaucoup au pouvoir méthanogène de chacun, très variable. À l'exception de ces micro-méthaniseurs, la contribution effective des effluents d'élevage à la production d'énergie dans ces unités de méthanisation ne dépasse ainsi pas 30%, alors que l'ensilage de CIVE assure 35 à 65% de l'énergie produite et l'ensilage de maïs 15 à 35%. La place centrale de ces biomasses végétales produites dans les exploitations dans la production d'énergie des méthaniseurs conduit à s'interroger sur l'impact de leur mise en place sur l'assolement, les systèmes de cultures et la concurrence éventuelle entre production d'énergie et production alimentaire.

### **3.3. Des modifications notables dans l'usage des sols**

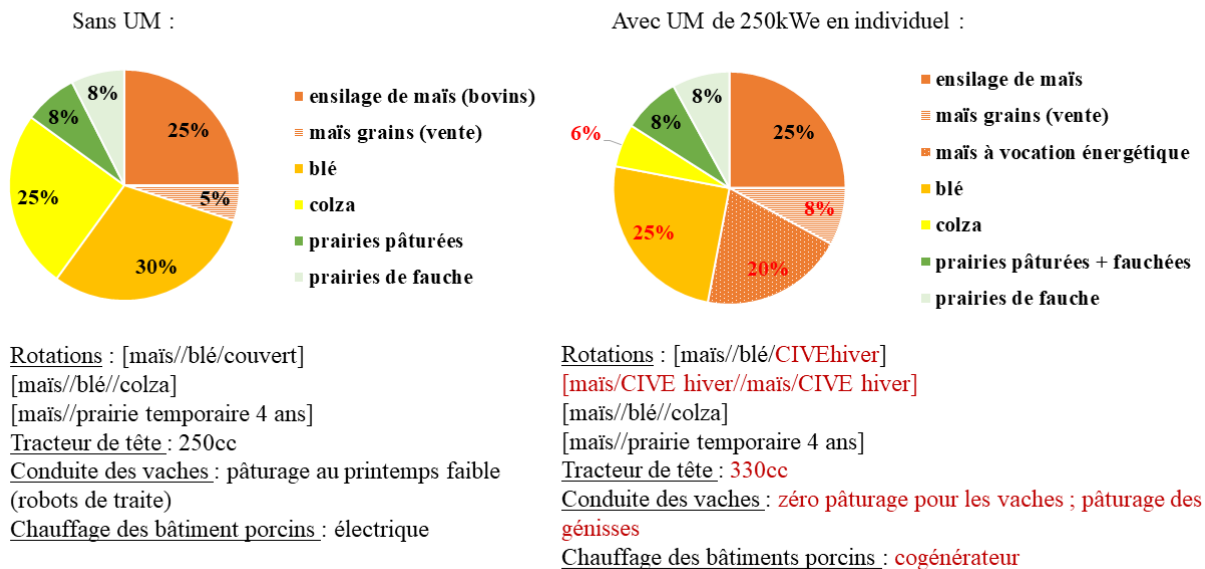
À l'exception des micro-méthaniseurs, tous les autres systèmes de production avec méthaniseurs identifiés dans ces deux régions ont connu des modifications notables dans leurs assolements et leurs rotations du fait de l'installation de cette unité. La tendance générale est à la réduction des surfaces dédiées aux productions à vocation alimentaire – comme les cultures de grain (blé, colza) et les prairies – au profit des productions à vocation énergétique, avec notamment une augmentation des surfaces en maïs ensilé. De plus, la production de CIVE en interculture peut, selon les cas, modifier les rotations. Lorsqu'il s'agit de CIVE dites d'hiver - tel que du seigle, très méthanogène, ou des méteils à base de seigle – les rotations et assolements ne sont pas modifiés, car ces derniers ne viennent que remplacer les couverts hivernaux. Par exemple, la rotation [maïs//blé/couvert] devient [maïs/blé/CIVE (seigle)]. En revanche, certains éleveurs introduisent des CIVE dites d'été - à cycle très court comme du sorgho – qui modifient plus fortement rotations et assolements. Par exemple, une rotation [maïs/blé/couvert] sur 2 ans peut devenir [maïs/CIVE d'hiver//CIVE d'été/blé//CIVE d'hiver] sur 3 ans. Cela permet aux agriculteurs d'augmenter le nombre de récoltes par an pour renforcer leur production de biomasse destinée à la production d'énergie, sans pour autant dépasser le seuil fixé par la loi de 2015 pour les cultures dédiées.

La figure 5 présente, à titre illustratif, les effets comparés de l'installation d'un méthaniseur pour deux des systèmes de production avec méthaniseur identifiés. Le premier cas concerne les exploitations du bassin du Gouessant de 170 à 200 vaches avec 500 places d'engraissement de porcs charcutiers, dotées d'un méthaniseur en cogénération de 250kWe (BG1). Afin d'alimenter le méthaniseur, la sole de maïs est passée de 30% à 50% de la surface de

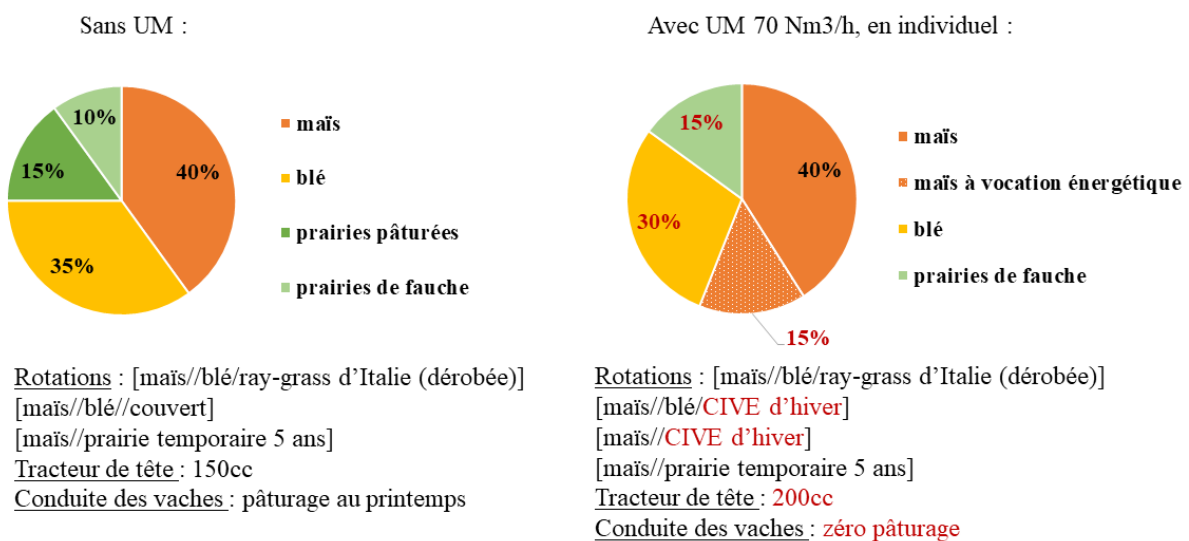
l'exploitation, au détriment des grains vendus (-15% pour le blé et quasi-arrêt du colza qui occupait jusque-là 25% des terres). Les couverts hivernaux sont quant à eux remplacés par des CIVE. Parallèlement, le pâturage des vaches laitières, déjà réduit avec l'installation des robots de traite, a cessé au profit d'une conduite en zéro pâturage, afin de concentrer les volumes d'effluents d'élevage et de les recueillir pour le méthaniseur, alors que le pâturage rend impossible la collecte de grands volumes de déjections. Le second cas concerne les exploitations de l'ouest du bassin rennais de 150 à 180 vaches qui ont investi dans un méthaniseur en injection de 70Nm3/h en individuel (BR1). Dans ce cas, l'augmentation des surfaces en maïs se fait surtout au détriment des surfaces en prairies qui, en l'absence de système de traite robotisé, étaient encore relativement importantes avant l'installation du méthaniseur. Les éleveurs ont alors complètement arrêté le pâturage, y compris pour les génisses.

**Figure 5 : Évolution des systèmes de production laitiers avec unité de méthanisation en cogénération dans le bassin du Gouessant et en injection dans le bassin rennais**

**BG1 (2023) : 5,5 actifs, [260-310]ha, [170-200] vaches, 3 robots de traite, 11.000 L/VL/an  
+ 500 places d'engraissement de porcs charcutiers**



**BR1 (2020) : 4 actifs, [120-150]ha, [150-180] vaches, rototandem 28 places, 8000 L/VL/an**



(Sources : enquêtes 2020 et 2023. Réalisation : auteurs)

## **4. Méthanisation agricole et durabilité de l'agriculture bretonne**

### **4.1. Des effets énergétiques et agronomiques de la méthanisation à nuancer**

Sur le plan énergétique, la méthanisation en cogénération semble parfois permettre une meilleure autonomie énergétique des exploitations. Alors que les soutiens à l'investissement de l'ADEME ont été conditionnés par la valorisation de la chaleur produite, les porteurs de projet en élevage laitier ont construit des séchoirs. Certains ne sont pas utilisés par les agriculteurs, mais d'autres sont employés pour sécher des fourrages (et des céréales), améliorant ainsi leur qualité fourragère, avec par exemple une augmentation de 0,3 unité fourragère (UF) pour un ensilage d'herbe. Cela permet à ces éleveurs de réaliser des économies sur les achats de concentrés. Dans le cas des élevages porcins, la chaleur est utilisée pour chauffer des places de post-sevrage ou d'engraissement (par exemple près de 2000 places pour un méthaniseur en cogénération de 310 kW<sub>e</sub>). Néanmoins, cette autonomie énergétique doit être nuancée, car elle ne concerne pas l'injection. De plus, en contribuant à l'augmentation généralisée du nombre de cultures et de dérobées par hectare et par an, l'introduction du méthaniseur conduit dans tous les cas à l'augmentation des consommations de carburant (jusqu'à plus de 80%) et à l'acquisition d'équipements plus performants (tracteur de tête, tonne à lisier, remorque et pulvérisateur dans des gammes supérieures) et renouvelés plus fréquemment (énergie indirecte liée à la fabrication des matériels).

Sur le plan agronomique, l'utilisation du digestat permet aux agriculteurs de diminuer la quantité d'engrais azoté épandu d'environ 2/3. L'amélioration de l'autonomie azotée des exploitations recherchée par le plan EMAA en 2013 semble donc vérifiée. Néanmoins, l'épandage d'effluents plus pauvres en carbone et disposant de propriétés physico-chimiques différentes des effluents d'élevage habituels (fumiers, lisiers), ainsi que l'évolution des rotations et l'augmentation des exportations de biomasses (CIVE, maïs, au détriment des prairies) soulève la question de l'impact agronomique à long terme de ces pratiques sur les sols, tant du point de vue de la matière organique que de l'activité microbienne. De plus, la méthanisation, loin de ne fonctionner qu'avec des sous-produits de l'élevage et des déchets, contribue à détourner une partie de la production alimentaire (directe ou indirecte) à des fins énergétiques.

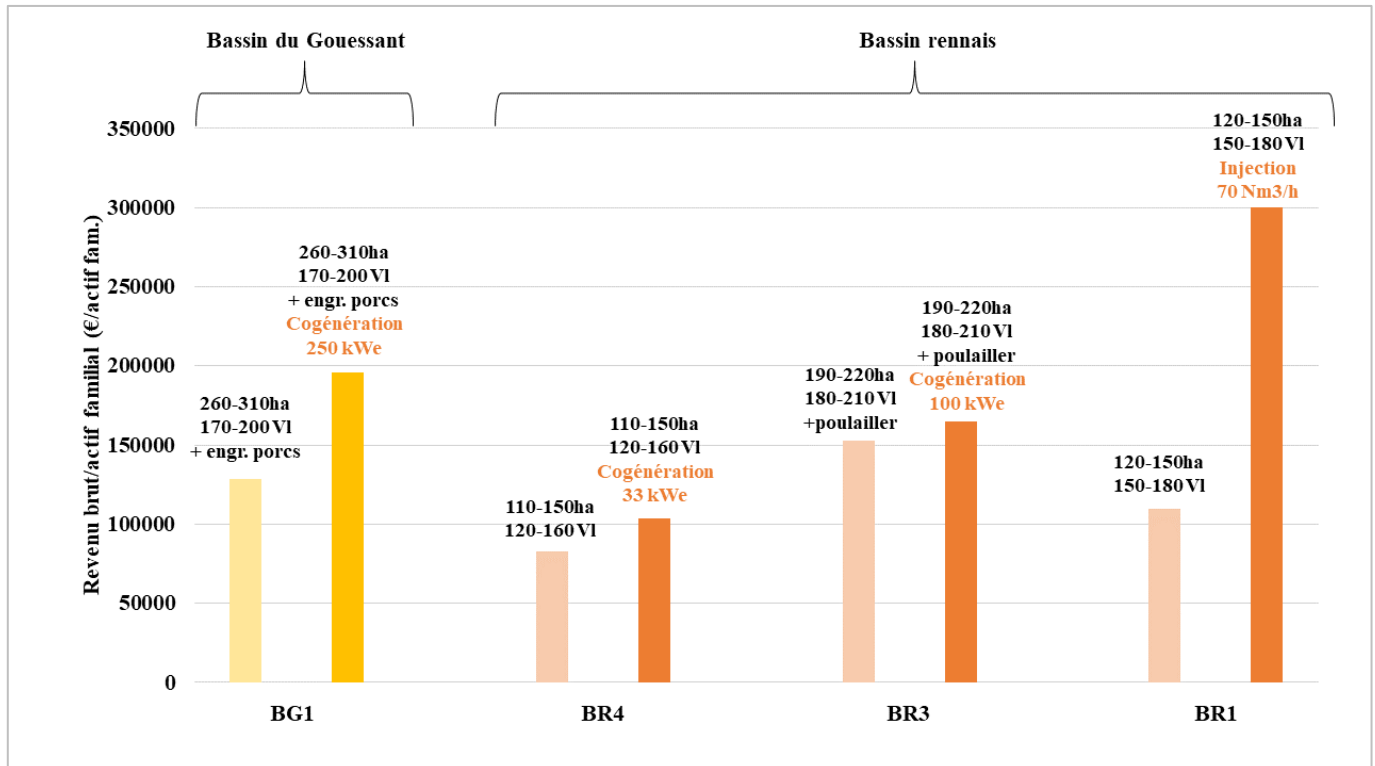
### **4.2. Derrière une recherche d'accroissement des revenus, un creusement des inégalités entre exploitations agricoles**

Grâce à la modélisation du fonctionnement technique et, sur cette base, des résultats économiques des différents systèmes de production avec ou sans méthaniseur identifiés dans ces deux petites régions, nos entretiens nous ont permis de mesurer les niveaux de revenu par actif familial, avant versement de la MSA<sup>3</sup> et paiement des impôts, présentés en figure 5 de façon comparée pour huit d'entre eux. Ces résultats montrent que dans tous les cas, l'installation d'une unité de méthanisation agricole conduit à une forte augmentation des revenus : de 25% pour la micro-méthanisation (BR3) dans l'ouest du bassin rennais et jusqu'à plus de 50% pour la cogénération dans l'est du bassin du Gouessant (BG1). Mais les progressions les plus importantes sont enregistrées par les exploitations qui ont installé un méthaniseur à injection, qui permet de multiplier par 2 à 3 ce revenu par actif familial (BR1).

---

<sup>3</sup> Mutualité Sociale Agricole

**Figure 6 : Comparaison des revenus par actif familial (avant MSA et impôts) pour différents systèmes de production sans ou avec méthaniseur du Bassin rennais et du bassin du Gouessant**



(Sources : enquêtes 2020 et 2023. Réalisation : auteurs)

Ces résultats indiqueraient donc que l'intérêt premier des porteurs de projet soit d'ordre économique, bien plus qu'en réponse à l'évolution de la législation environnementale et aux enjeux afférents de gestion des effluents d'élevage, ce que confirment nos entretiens.

En outre, cette évolution parfois considérable de revenus conduit à creuser les écarts entre exploitations. D'après nos calculs, les inégalités de revenus passeraient ainsi d'un facteur 3 à un facteur 6 dans le bassin rennais (en comparant les exploitations laitières de 150 à 180 vaches avec unité en injection et les plus petits élevages laitiers identifiés dans la région avec 40 à 50 vaches), et d'un facteur 5 à un facteur 7 dans le bassin du Gouessant (en comparant les exploitations laitières de 170 à 200 vaches avec unité en cogénération et les exploitations porcines en système naisseur-engraisseur avec 150 truies).

Ce double constat semble expliquer la réorientation observée dans la politique de la région Bretagne au sujet de la méthanisation agricole, à rebours des incitations de la politique publique nationale.

#### **4.3. Les digesteurs passifs : une alternative privilégiant la sobriété énergétique, plus équitable ?**

Une nouvelle technologie émerge depuis peu en Bretagne, en particulier à ce jour dans les grands élevages porcins du bassin du Gouessant : les digesteurs passifs. Cela consiste à couvrir hermétiquement les fosses à lisier pour capter le méthane spontanément produit par les lisiers stockés. Ce méthane capté peut soit permettre d'alimenter une chaudière qui chauffe les bâtiments d'élevage, soit permettre de produire de l'électricité revendue à EDF après raccordement à une petite station de cogénération, mais ces types de digesteurs passifs peuvent aussi être associés à une unité de méthanisation afin d'améliorer le rendement de cette dernière

en captant le méthane résiduel qui s'échappe du digestat avant de le transférer vers l'unité de méthanisation existante. Nos entretiens révèlent qu'il existe à ce jour une soixantaine d'exploitations équipées de digesteurs passifs en Bretagne.

Lorsque le digesteur est associé à une chaudière, il permet de recycler ce méthane plutôt que de le laisser s'échapper dans l'atmosphère, et contribue à réduire sensiblement les frais de consommation d'énergie en élevage porcin. Nous avons pu conduire quatre entretiens auprès d'agriculteurs qui ont installé ce type de technologie. Ceux-ci révèlent que les premiers à avoir investi dans cette technologie (dès 2019) sont des éleveurs porcins à la tête d'un élevage naisseur-engraisseur de plus de 500 truies, équipés d'une station de traitement du lisier depuis les années 1990, qui ont ainsi anticipé sur l'obligation de couverture des fosses à lisier pour tous les élevages soumis aux critères de la *Directive sur les Emissions Industrielles* (IED). Cette obligation de la directive IED, effective en 2021, concerne tous les élevages porcins disposant de plus de 750 places pour les truies et de plus de 2000 places d'engraissement pour les porcs (IED, 2017). Le digesteur passif leur permet à la fois de répondre à l'exigence de couverture de fosse, tout en réalisant des économies d'énergie (jusqu'à plus de 30000€) grâce au biogaz capté et utilisé par la chaudière reliée à leurs bâtiments d'élevage.

D'autres exploitations porcines, également équipées d'une station de traitement, mais depuis les années 2000, avec des effectifs importants, néanmoins un peu moindres (400 à 450 truies en naisseur-engraisseur), ont investi plus récemment dans un digesteur passif, plutôt en réaction à la flambée des prix de l'énergie observée depuis 2022. L'investissement se fait alors souvent à la faveur d'une installation ou des nécessaires rénovations des bâtiments et infrastructures de stockage des effluents.

Bien que, dans le bassin du Gouessant, ces digesteurs passifs s'inscrivent pour le moment surtout au sein de grands élevages porcins, cette technologie repose sur des niveaux d'investissement bien plus faibles que les méthaniseurs, et sans mobiliser de biomasse autre que les effluents d'élevage. L'investissement initial est d'environ 150000 euros (soit 10 fois moins qu'un méthaniseur en cogénération) les frais d'entretien limités (2500 à 3000 euros par an), et l'économie annuelle de frais d'énergie atteint environ 15000 à 25000 euros. D'après nos calculs, cela se traduit d'une hausse du revenu agricole brut par actif familial et par an qui n'est pas négligeable (5% à 10%), bien que sans commune mesure avec celle qu'offre les unités de méthanisation agricole orientées vers la vente d'énergie (voir *supra*).

Néanmoins, si les digesteurs passifs relèvent d'une plus grande sobriété énergétique, ces derniers ne contribuent pas à régler l'enjeu environnemental de la gestion des nitrates. Ces derniers s'intègrent en effet pour le moment au sein de grandes exploitations qui disposaient déjà de station de traitement des lisiers.

#### **4.4. Une modification en profondeur des dispositifs de soutien à la méthanisation de la région Bretagne**

En 2007, un « plan biogaz Bretagne – Pays de la Loire » a été créé par les conseils régionaux de Bretagne et des Pays de la Loire en partenariat avec l'ADEME pour soutenir le développement de la méthanisation dans ces deux régions (OEB, 2019). Cet appel permettait de financer les projets aussi bien individuels qu'en copropriété, en cogénération et en injection (AILE, 2021a).

Durant la période 2014-2020, la région Bretagne finançait (en dehors du Plan Biogaz) les projets de méthanisation plus largement à travers les fonds européens alloués dans le cadre du FEDER<sup>4</sup>. Il s'agissait de subventions à l'investissement demandées dans le cadre d'appels à projets ponctuels. Néanmoins, la région ne finançait que les projets collectifs, relevant d'une

---

<sup>4</sup> Fonds européen de développement régional : l'un des trois fonds européens de la politique de cohésion.



« *stratégie territoriale* », et qui veillaient à limiter les déplacements de la biomasse peu méthanogène d'une part (comme les lisiers), tout en évitant le développement de cultures principales méthanogènes, comme le maïs, d'autre part (Région Bretagne, s. d.).

Après avoir soutenu le développement de la méthanisation en Bretagne pendant une dizaine d'années, le conseil régional a progressivement ralenti son soutien à ce type de projets, et s'oriente désormais à rebours des dispositifs de soutien nationaux.

Le dernier appel à projets du Plan Biogaz a été lancé en 2021. Désormais, le plan Biogaz ne finance plus que i) les études de faisabilité pour tout type d'unité de méthanisation et ii) les unités avec une production de biogaz très limitée : inférieure à 30Nm<sup>3</sup>/h (AILE, 2021b). Cela exclut tout type d'unité de méthanisation en injection ou en cogénération (Région Bretagne, 2021) et concerne principalement les projets de digesteurs passifs avec réseau de chaleur. Les montants d'aide sont au maximum de 40000 euros par projet et concernent uniquement les structures dont le siège est situé en Bretagne.

Parallèlement, le conseil régional s'interroge quant à l'impact de ses politiques publiques et a lancé en 2021 une étude approfondie d'impact des politiques bretonnes de soutien à la méthanisation.

## 5. Conclusion

Nos résultats montrent que la méthanisation agricole s'insère au sein des petites régions agricoles présentant les plus hauts potentiels de production de biomasse, et dans les plus grandes exploitations à dominante laitière. Les investissements dans une unité de méthanisation se font prioritairement de manière individuelle, alors que les co-investissements dans le cadre de projets collectifs restent en marge, constituant une voie d'accès par défaut lorsque l'investissement individuel n'est pas réalisable économiquement. Ainsi, le « *modèle français de la méthanisation* » basé sur une « *méthanisation collective de taille intermédiaire* » souhaité par le Plan EMAA de 2013 ne semble pas avoir émergé dans les petites régions agricoles étudiées.

Nos travaux montrent que, sur le plan agronomique, la recherche d'une plus grande autonomie azotée des exploitations semble en partie atteinte. En effet, une diminution systématique des achats d'engrais azotés minéraux est observée dans les exploitations avec méthaniseur. Néanmoins, cette plus grande autonomie azotée n'est pas « *territoriale* » comme l'envisageait le plan EMAA, mais reste limitée essentiellement aux exploitations avec méthaniseur. Par ailleurs, l'exportation d'une partie de l'azote organique ne se fait pas tant grâce à la méthanisation qu'à la faveur de stations de traitement des effluents d'élevage, qui existaient dès les années 1990, et que le déploiement de la méthanisation agricole n'a pas contribué à déployer plus largement. Contrairement à ce qu'ambitionnait le plan EMAA en 2013, la méthanisation ne contribue pas à diversifier les assolements, mais renforce au contraire la place du maïs, déjà prédominante dans les cultures annuelles. De plus, la question de l'impact agronomique à long terme de la méthanisation, en particulier l'impact du digestat sur la matière organique des sols et sur son activité microbienne, reste soulevée.

Nos résultats révèlent que l'autonomie énergétique des exploitations avec méthaniseur reste à nuancer, car une augmentation des consommations d'énergie directe et indirecte est aussi observée. Hormis dans le cas de la micro-méthanisation, une unité de méthanisation conduit à un accroissement de la consommation de carburants, à l'acquisition de nouveaux équipements plus puissants et renouvelés plus fréquemment, voire à la destruction de prairies au profit de cultures annuelles. Le bilan des gaz à effet de serre générés dans une exploitation avec méthanisation n'est donc pas évident et requière de prendre en compte toutes les modifications systémiques engendrées. Ce résultat invite à réaliser un bilan environnemental complet à

décliner selon les différents types d'unités de méthanisation et selon les modifications engendrées sur le fonctionnement des exploitations.

Sur le plan socio-économique, notre étude révèle que la méthanisation contribue à conforter les revenus des porteurs de projet, mais ne concerne que ceux qui ont les moyens de cet investissement et qui ont donc déjà les revenus les plus élevés. Ce développement engendre donc un accroissement des inégalités socio-économiques entre agriculteurs au niveau territorial. Enfin, l'évolution observée des rotations et des assolements conduit au détournement d'une partie des productions alimentaires vers des usages énergétiques.

L'ensemble de nos résultats pose alors la question de la durabilité de l'agriculture pour la région Bretagne et invite à réaliser des bilans socio-économiques et énergétiques comparés entre les différentes trajectoires de développement existantes.

## Bibliographie

- AILE. (2021a). Appel à projets—Unités de méthanisation à la ferme, collectives agricoles et multi-acteurs en Bretagne. Le Plan Biogaz.
- AILE. (2023). Chiffres clefs de la méthanisation en Bretagne—Etat des lieux au 1er janvier 2023. Association d’Initiatives Locales pour l’Énergie et l’Environnement.
- AILE. (2021b). Plan Biogaz—Les aides financières en méthanisation. AILE. <https://aile.asso.fr/biogaz/votre-projet/les-aides-financieres/>
- Arrêté du 19 mai 2011 fixant les conditions d’achat de l’électricité produite par les installations qui valorisent le biogaz, (2011).
- Arrêté du 23 novembre 2011 fixant les conditions d’achat du biométhane injecté dans les réseaux de gaz naturel.
- Canévet, C. (1992). Le modèle agricole breton : Histoire et géographie d’une révolution agro-alimentaire. Presses universitaires de Rennes.
- Cochet, H. (2011). L’agriculture comparée (Quae).
- Cochet, H., Devienne, S., & Dufumier, M. (2007). L’agriculture comparée, une discipline de synthèse ? Économie rurale. *Agricultures, alimentations, territoires*, 297-298, 99-112. <https://doi.org/10.4000/economierurale.2043>
- CRE. (2022). Appel d’offres portant sur la réalisation et l’exploitation d’Installations de production de biométhane injecté dans un réseau de gaz naturel. Commission de Régulation de l’Énergie.
- Décision d’exécution (UE) 2017/302 de la Commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l’élevage intensif de volailles ou de porcs [notifiée sous le numéro C(2017) 688] (Texte présentant de l’intérêt pour l’EEE. ), 043 OJ L (2017). [http://data.europa.eu/eli/dec\\_impl/2017/302/oj/fra](http://data.europa.eu/eli/dec_impl/2017/302/oj/fra)
- Décret n° 2011-190 du 16 février 2011 relatif aux modalités de production et de commercialisation agricoles de biogaz, d’électricité et de chaleur par la méthanisation, 2011-190 (2011).
- Décret n° 2016-929 du 7 juillet 2016 pris pour l’application de l’article L. 541-39 du code de l’environnement, 2016-929 (2016). <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000032855125&categorieLien=id>
- Devienne, S., & Garambois, N. (2014). L’efficacité économique et environnementale de la production de porc sur paille (en Bretagne).
- DRAAF Bretagne. (2022). Mémento 2022. Mémento de la statistique agricole. (p. 21). Agreste Bretagne.
- DRAAF Bretagne. (2019, octobre 24). Grand Plan d’Investissement (GPI) : Soutien à la méthanisation à la ferme. Draaf Bretagne. <https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/grand-plan-d-investissement-gpi-soutien-a-la-methanisation-a-la-ferme-a1738.html>
- Garambois, N., Reguer, I., Pirard, N., & Schruijer, F. (2022). Transition énergétique et durabilité de l’agriculture : Les limites et paradoxes du développement de la méthanisation agricole. *Etude comparée en Bretagne et Grand Est. Territoire en Mouvement*.

LOI n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte—  
Article 112, 2015-992 (2015).  
[https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=1A7C23008FA92FDA6A24E50E999C5D5E.tplgfr28s\\_1?idArticle=JORFARTI000031045123&cidTexte=JORFTEXT000031044385&dateTexte=29990101&categorieLien=id](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=1A7C23008FA92FDA6A24E50E999C5D5E.tplgfr28s_1?idArticle=JORFARTI000031045123&cidTexte=JORFTEXT000031044385&dateTexte=29990101&categorieLien=id)

LOI n° 2023-175 du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables (1), 2023-175 (2023).

Ministère de la Transition écologique et solidaire. (2020). Biogaz. Ministère de la Transition écologique et solidaire. <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/biogaz>

Ministère de l'écologie. (2013). Le Plan Énergie Méthanisation Autonomie Azote. Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie, Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt.

OEB. (2019). Le plan biogaz en Bretagne—Pays de la Loire | Observatoire de l'environnement en Bretagne. <https://bretagne-environnement.fr/plan-biogaz-bretagne-pays-loire-article>

Région Bretagne. (s. d.). Transition verte. Région Bretagne. Consulté 19 juillet 2023, à l'adresse <https://www.bretagne.bzh/br/aides/fiches/transition-verte/>

Région Bretagne. (2021). Micro méthanisation agricole. Région Bretagne. <https://www.bretagne.bzh/aides/fiches/methanisation-agricole-territoriaux/>

Reguer, I. (2020). La méthanisation agricole et l'impact des politiques énergétiques en France : Le cas du nord-ouest du Bassin versant de la Vilaine [Mémoire de Master 2]. AgroParisTech.