



Nouveaux Systèmes Énergétiques

Comité stratégique de filière



REALISATION NVX SYSTEMES ENERGETIQUES

GROUPE DE TRAVAIL : Méthanisation

SOUS-GROUPE DE TRAVAIL : Externalités

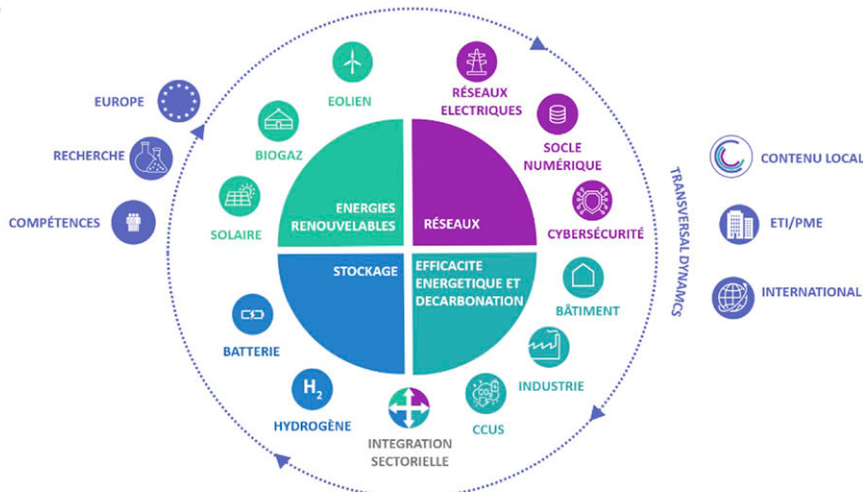
Note de synthèse : « Comment évaluer les bénéfices climatiques d'une filière d'économie circulaire: l'exemple du biométhane »

DATE : 16 avril 2021

Le présent document constitue la résumé d'un rapport complet intitulé « Comment évaluer les bénéfices climatiques d'une filière d'économie circulaire: l'exemple du biométhane ». Ces documents ont été produits dans le cadre des travaux du Comité Stratégique de Filière « Nouveaux Systèmes Énergétiques » sur les externalités de la méthanisation. Ils s'inscrivent ainsi dans une série de travaux complémentaires ayant vocation à qualifier les externalités générées par la filière biogaz, les quantifier lorsque possible, et en déduire une valeur monétisée. L'ensemble des rapports sera mis à disposition sur le site internet du Comité Stratégique de Filière au gré des publications.

Présentation du CSF « Industrie des Nouveaux Systèmes Énergétiques »

La raison d'être des Nvx Systèmes Énergétiques est de transformer la transition énergétique en opportunité de réindustrialiser la France. Organisé autour de défis structurants, il fédère l'ensemble des instances qui travaillent, quotidiennement, à les relever : état, industriels de la transition énergétique, organisations syndicales, collectivités et associations. Il est organisé par groupe de travail autour de 4 thématiques : énergies renouvelables, réseaux, stockage et efficacité énergétique et décarbonation. Ces groupes sont soutenus et stimulés par 6 dynamiques transverses : Europe, recherche, compétences, contenu local, ETI/PME et international.



L'ensemble des travaux des NSE suivent les lignes directrices suivantes :

- Développer une offre compétitive d'énergie renouvelable...
- tout en choisissant la réindustrialisation plutôt que la dépendance technologique...
- et tout en construisant une industrie de l'efficacité énergétique et des smart grid permettant l'auto-financement de la transition énergétique.

Le comité stratégique de filière est structuré par le contrat de filière, il est sa boussole et fixe le cap des années à venir. Il est la feuille de route commune, sur un temps court, de l'ensemble des acteurs de la filière. L'ensemble des signataires du contrat de filière s'accordent sur la réalisation de projets ambitieux et à mettre tout en œuvre pour convertir la transition énergétique en opportunité de réindustrialiser la France.

Présentation du GT Méthanisation

Caractérisé par un fort potentiel industriel, innovant et exportateur, le biogaz représente une filière clé de la transition énergétique. C'est avec cette certitude que les acteurs de la filière se sont fortement investis dès le lancement du CSF en novembre 2018.

Pour répondre aux engagements que la filière et l'État se sont fixés dans le contrat, plusieurs groupes de travail se sont ainsi constitués. Portés et alimentés par une grande diversité d'acteurs (développeurs, fédérations professionnelles, constructeurs, bureaux d'études, opérateurs de réseau, pôles de compétitivité, etc.), ces travaux doivent dresser une vision globale de la compétitivité du biogaz, sans se limiter au seul coût l'énergie, et visent notamment à :

- accélérer l'industrialisation et améliorer la compétitivité de la méthanisation
- préserver et augmenter le contenu local industriel
- et mettre en avant, de manière objective et chiffrée, les nombreuses retombées positives de la méthanisation.

Présentation de la démarche « Externalités »

Reconnaître la diversité et la valeur des services rendus par la méthanisation

Située à la croisée des mondes de l'énergie, de l'agriculture et des déchets, la méthanisation offre une solution vertueuse de traitement des déchets organiques, tout en permettant en parallèle la production d'un gaz renouvelable et local. Profondément ancrée dans les territoires et regroupant une large diversité d'acteurs, elle constitue ainsi une mise en application concrète et réussie des principes de l'économie circulaire. Sur l'ensemble de sa chaîne de valeur, la méthanisation est également à l'origine de nombreuses externalités.

Par le nombre, la diversité et l'importance de ces externalités, la filière biogaz se distingue des autres énergies renouvelables. La filière biogaz est créatrice d'une valeur allant au-delà de la seule composante « énergétique » du gaz produit, qui peut être assimilée à celle du gaz naturel. Les coûts de production devraient de fait être mis en regard de la valeur de l'ensemble des services rendus, de manière à refléter les opportunités découlant du développement de la filière méthanisation sur le territoire français. La reconnaissance des externalités et de leur valeur constitue ainsi un exercice nécessaire, permettant d'offrir un regard objectif et complet pour définir la place de la méthanisation dans la transition énergétique, environnementale et sociale.

Signataires du Contrat Stratégique de la Filière Biogaz en mai 2019, les membres de la filière et les pouvoirs publics ont unanimement reconnu l'importance d'une évaluation rigoureuse des externalités et ont acté le lancement d'une réflexion collective sur le sujet. Conduits sous l'égide d'un large comité de pilotage, les travaux ont été animés conjointement par France gaz renouvelables et l'Association des Agricateurs Méthaniseurs de France, de 2019 à 2021.

Membres du Comité de pilotage



Cette collaboration a donné lieu à la réalisation d'une première phase de travaux, ayant permis de recenser et qualifier l'ensemble des externalités, positives comme négatives, pouvant être générées par des projets de méthanisation. En s'appuyant sur une large revue de littérature et la réalisation d'entretiens avec des experts de la filière, un panorama des connaissances actuelles sur les externalités générées par les projets de méthanisation a été dressé. Au total, ce sont ainsi plus de 15 thématiques qui ont été identifiées et qualifiées¹.

Dans un second temps, trois thématiques prioritaires ont été retenues pour faire l'objet d'un approfondissement dans le cadre des travaux du comité stratégique de filière : l'eau, les émissions de gaz à effet de serre, et le traitement des déchets. Des groupes de travail regroupant des acteurs industriels, institutionnels et académiques ont ainsi été mis sur pieds avec pour objectifs de qualifier, et si possible, quantifier et évaluer la possibilité de monétiser ces externalités². Des travaux sur la contribution de la méthanisation à la résilience des exploitations agricoles ont également été enclenchés, mais s'inscriront dans une temporalité plus longue.

Afin de répondre aux impératifs de rigueur et d'objectivité nécessaires à une telle démarche, un comité scientifique a été chargé de conseiller les groupes de travail et d'émettre un avis sur les résultats produits par ces derniers.

¹ La cartographie caractérisée des externalités de la filière méthanisation sera présentée dans le rapport final de la démarche externalités.

² Les résultats de chacun des groupes de travail seront publiés sur le site internet du Comité Stratégique de Filière au gré de leur publication. Le présent document constitue l'un des livrables du GT « Emissions de GES ».

Comment évaluer les bénéfices climatiques d'une filière d'économie circulaire : l'exemple du biométhane

Mise en perspective de quatre méthodes de comptabilisation des émissions de gaz à effet de serre applicables à la filière biométhane

Point d'attention pour le lecteur : **cette note de synthèse reprend les principaux éléments d'un rapport plus complet sur les différentes méthodes de comptabilité des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), rédigé par ENEA Consulting dans le cadre des travaux du GT GES du CSF NSE Axe méthanisation, début 2021.**



La comptabilité des émissions de GES est nécessaire pour lutter efficacement contre le changement climatique

Pour lutter efficacement contre le changement climatique et réduire les émissions de GES à l'échelle mondiale, il est nécessaire d'évaluer la performance des différentes solutions de réduction de GES selon une approche en « cycle de vie ». L'analyse du cycle de vie (ACV) est en effet l'outil le plus abouti en matière d'évaluation globale et multicritère des impacts environnementaux. Par exemple, dans le cas de l'évaluation de différentes filières de production d'énergie, une telle évaluation tient compte non seulement de la production de l'énergie mais aussi des étapes « avant » et « après », postérieures à la production d'énergie.

La structuration d'un cadre de comptabilité des émissions de GES par la communauté internationale (à travers des normes ISO) et la consolidation au cours du temps de méthodologies d'évaluation normées constituent des bases solides pour permettre de telles évaluations et guider les choix de réduction des émissions de GES des différents acteurs.

Pour évaluer l'empreinte climatique des énergies renouvelables, outre la prise en compte des émissions qui peuvent avoir lieu pendant la production d'énergie, il convient d'ajouter les étapes « avant » antérieures à la production d'énergie (construction de la centrale ou transformation des intrants) et « après », postérieures à la production d'énergie (transport

de l'énergie ou fin de vie des équipements) **au facteur d'émission de ces énergies**. C'est le principe de **l'analyse du cycle de vie (ACV)** qui recense les principaux impacts environnementaux d'un produit ou d'un service sur l'ensemble de son « cycle de vie ».

En France, parmi les solutions de transition énergétique « à l'échelle » permettant d'atteindre la neutralité carbone, le biométhane est un gaz renouvelable, issu de la méthanisation de résidus agricoles et déchets organiques. Il peut être utilisé en substitution du gaz d'origine fossile en chauffage, eau chaude sanitaire ou encore en mobilité.

C'est aussi **une filière d'économie circulaire** qui assure simultanément plusieurs fonctions pour le territoire : la méthanisation permet de produire en boucle courte de l'énergie renouvelable, de gérer des déchets, et de produire du digestat qui peut être utilisé comme amendement et fertilisant.

Compte tenu de cette spécificité, évaluer l'impact environnemental de la méthanisation en cycle de vie requiert de s'interroger sur le périmètre des différentes étapes de production du biométhane et les fonctions (production d'énergie, de digestat, traitement de déchets...) que l'on cherche à évaluer, et plusieurs approches peuvent coexister. Il n'existe pas une seule et unique méthode d'ACV qui est systématiquement applicable, et les acteurs ou organismes utilisent la méthode qu'ils jugent la plus correcte d'un point de vue scientifique.

Cette note de synthèse, et le rapport complet associé, visent ainsi à comparer les principales méthodes de comptabilisation des émissions de GES de la filière biométhane actuellement disponibles ou en cours d'élaboration en France. Les méthodes de comptabilisation des émissions de GES peuvent aussi varier à l'échelle internationale ou européenne, comme détaillé dans le rapport complet.

2

Le biométhane est une énergie renouvelable qui permet de réduire les émissions de GES

Le biométhane est une énergie renouvelable, qui vise à remplacer le gaz naturel distribué dans le réseau de gaz en France. Cette énergie est actuellement produite par quatre types d'unités de production de biométhane en France. Comme toute activité humaine, elle émet des GES lors de sa production, mais elle permet aussi d'éviter des émissions qui auraient eu lieu en agriculture ou pour le traitement des déchets par exemple.

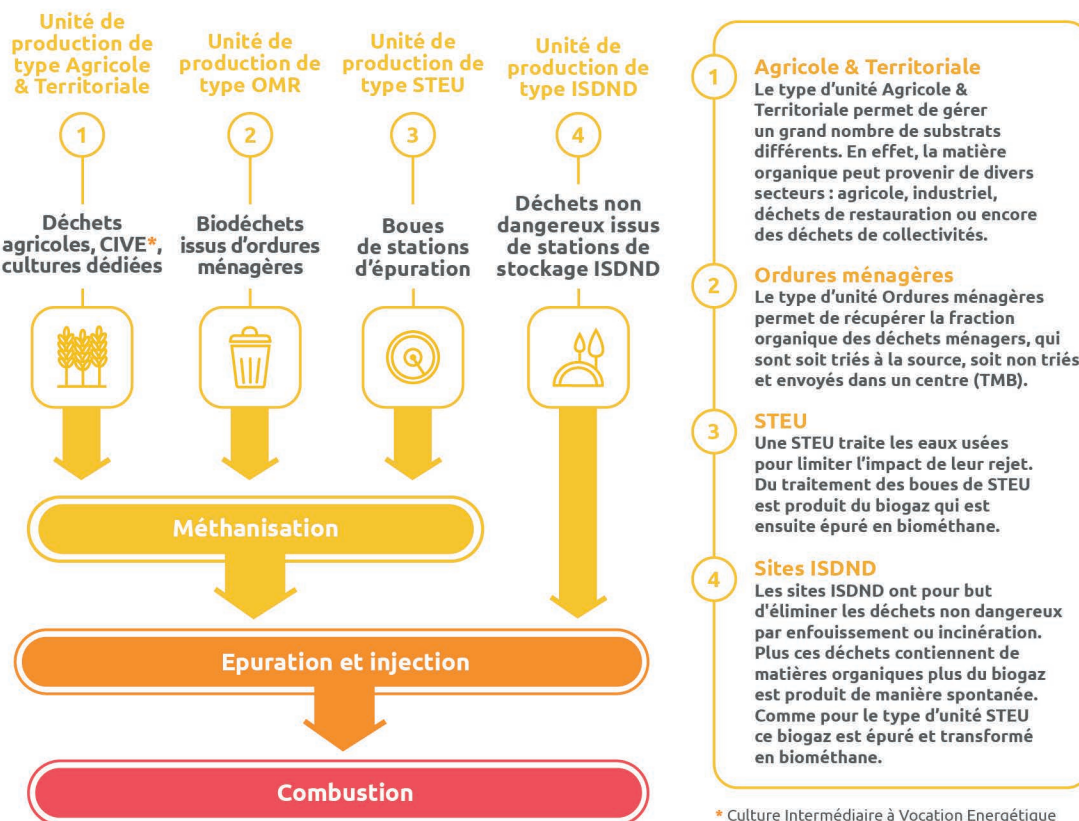
Le biogaz est un gaz renouvelable produit à partir de déchets fermentescibles¹. Le biogaz est obtenu par **procédé de méthanisation** qui consiste à décomposer les déchets dans un méthaniseur. Dans le cas d'une injection dans les réseaux gaz, le **méthane présent dans le biogaz est ensuite séparé du dioxyde de carbone, c'est l'étape d'épuration du biogaz en biométhane**.

En France, **l'épuration du biogaz en biométhane est une des voies principales de valorisation du biogaz ; elle lui confère les mêmes propriétés physiques que le gaz naturel et lui permet d'être injecté dans le réseau de distribution ou de transport de gaz, sous forme de biométhane**. Ce dernier peut donc être utilisé dans les mêmes usages finaux que le gaz naturel.

En France, le biométhane est principalement produit à partir de 4 types d'unités de production²:

Figure 1

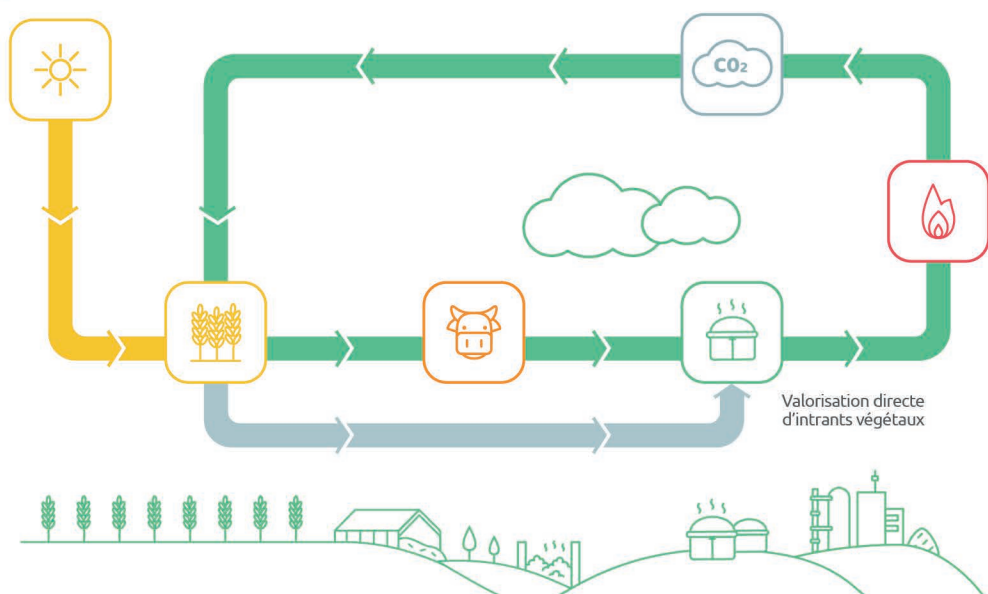
Présentation de la typologie d'unités de production de biométhane



1 C'est-à-dire de déchets composés de matière organique biodégradable qui peuvent être fermentés et/ou valorisés sous forme de compost.
2 OMr: Ordures Ménagères Résiduelles ; TMB: traitement mécano-biologique ; STEU: Station de Traitement des Eaux Usées ; ISDND: Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux, CIVE: Culture Intermédiaire à Vocation Énergétique

Figure 2

Cycle court du carbone dans la méthanisation



Comme toute énergie issue de la biomasse, la majorité des réductions d'émissions générées par le biométhane par rapport au gaz naturel fossile vient du fait que le dioxyde de carbone émis lors de la combustion est dit **biogénique**. Ce CO₂ biogénique est compensé par le CO₂ de l'atmosphère capté par les plantes ayant servi à produire le biométhane, grâce à la photosynthèse. Du fait de ce cycle court du carbone, la combustion du biométhane ne provoque pas d'augmentation des concentrations de CO₂ dans l'atmosphère, et n'engendre donc pas d'effet additionnel sur le réchauffement climatique.

Par ailleurs, la production de biométhane met en jeu deux types d'émissions de GES:

- **Les émissions induites**, qui correspondent aux émissions de GES générées/provoquées par les étapes de production du biométhane, pour chacune des filières
- **Les émissions évitées**, qui correspondent aux émissions de GES qui ont été évitées par les différentes fonctions assurées par la méthanisation et **qui auraient eu lieu en l'absence de développement de cette filière énergétique**. En effet, la méthanisation assure **plusieurs fonctions**: production d'énergie,

traitement des effluents d'élevage et de déchets etc. La méthanisation se substitue ainsi à d'autres pratiques de gestion des effluents d'élevage ou des déchets qui sont elles-mêmes sources d'émissions de GES. Par exemple, si du fumier est collecté pour être méthanisé, on considère que les émissions de GES liées à la décomposition organique du fumier (notamment du méthane) sont évitées par la production de biométhane. On parle donc de **multifonctionnalité**.



La principale différence entre les méthodes est la prise en compte des émissions évitées liées à la multifonctionnalité

Les quatre méthodes de comptabilité des émissions de GES répondent toutes à des objectifs distincts. Elles ne permettent pas de couvrir l'ensemble des différents types d'unités de production de biométhane mais proposent cependant toutes un cadre de comptabilité pour les unités de type « Agricole et Territoriale » (principal type d'unité de production de biométhane en France). C'est cette typologie qui est utilisée pour la comparaison des différentes méthodes dans cette note.

La prise en compte (ou non) des émissions évitées liées à la multifonctionnalité, ainsi que le périmètre de comptabilisation le long de la chaîne de production, sont les deux principales différences entre les méthodes de comptabilisation des émissions de GES analysées.

Il existe quatre méthodes principales de comptabilisation des émissions de GES en France, qui répondent à des objectifs différents. Pour une même unité de production de biométhane étudiée, les méthodes donneront des valeurs différentes d'émissions de GES qu'il ne faut pas opposer. Elles sont étudiées dans la note complète :

- **L'ACV attributionnelle « Base Carbone®³ » 2020** a permis de proposer une valeur d'émission pour une **intégration dans la Base Carbone®**. Dans cette méthode, les émissions évitées ne sont pas comptabilisées : le périmètre d'étude sur la chaîne de production est donc réduit à la seule production d'énergie. Cette méthode peut être appliquée à tous les types d'unité de production de biométhane.

- **L'ACV multifonctionnelle de 2017** a pour vocation de quantifier les émissions de GES du biométhane. Elle **valorise les émissions évitées**, dues par exemple à une meilleure gestion des déchets ménagers ou des effluents d'élevage. Elle peut être appliquée à **l'ensemble des types d'unités de production de biométhane**.
- **Le projet de méthode de Label Bas Carbone** définit un cadre de monétisation des réductions d'émissions de GES engendrées par la filière de production de biométhane pour faciliter l'implication d'entreprises et de collectivités dans le financement de projets biométhane. À cette fin, le Label met en place une méthodologie standardisée de comptabilisation de ces émissions **évitées**. Pour l'instant, cette méthode est encore en cours d'élaboration et ne peut être appliquée qu'aux unités de type « Territoriale et Agricole ». Elle pourra être étendue aux autres types d'unités.
- **La directive européenne RED II** a l'objectif d'unifier la définition d'énergie renouvelable à l'échelle européenne. Pour cela une méthode de comptabilisation des émissions de GES de la filière de production biométhane a été établie, **en prenant en compte les émissions induites et une partie des émissions évitées**. Le spectre d'étude est très large notamment en amont au niveau de l'allocation des sols. L'enjeu pour la filière de production de biométhane française est **d'adapter ce texte aux spécificités nationales. Cette directive sera structurante pour l'évolution de la filière de production du biométhane**. Comme pour le Label Bas Carbone, cette méthode est encore en cours de normalisation et ne peut être appliquée qu'aux unités de type « Territoriale et Agricole ». Elle pourra être étendue aux autres types d'unités.

³ La Base Carbone® est une base de données publiques, gérée par l'ADEME, de facteurs d'émissions nécessaires à la réalisation d'exercices de comptabilité carbone ou nécessaires pour certains cadres réglementaires (Code des Transports ou système d'échange des quotas d'émissions européen).

Voir détail dans rapport complet.

Figure 3

Présentation synthétique des objectifs et du périmètre des postes d'émissions de GES de chaque méthode (postes d'émissions principaux uniquement, se référer aux annexes du rapport complet pour la liste exhaustive)

Méthode	Objectif principal de la méthode	Prise en compte du périmètre de l'amont (culture des intrants) à l'aval (combustion ⁴ de la production d'énergie	Prise en compte du périmètre du stockage à l'usage du digestat	Prise en compte des émissions évitées
ACV attributionnelle « Base Carbone® » 2020	Quantifier les émissions de GES du biométhane injecté avec une méthodologie qui réponde aux besoins de la Base Carbone®, en prenant en compte la valeur des co-produits par répartition des émissions entre produit et co-produits	Oui	Non	Non
ACV multifonctionnelle 2017	Quantifier les émissions de GES du biométhane injecté en prenant en compte la valeur des co-produits via les émissions évitées par substitution de filière de référence	Oui	Oui	Oui
Label Bas Carbone (en projet)	Définir un cadre de monétisation des réductions d'émissions de GES, pour faciliter l'implication d'entreprises et de collectivités dans le financement des projets biométhane, et l'émergence de nouveaux projets allant au-delà de pratiques courantes	Oui	Oui (dont accumulation du carbone dans les sols via agroécologie dans le cas de l'épandage de digestats)	Oui
Directive européenne RED II (en projet)	La méthodologie de calcul proposée dans RED II est applicable à toutes les énergies renouvelables. Il convient donc de l'adapter aux spécificités (notamment intrants) du biométhane injecté en France	Oui (hors traitement et stockage des substrats, traitement de l'air et traitement et distribution du biométhane)	Stockage du digestat uniquement, et transport et épandage du digestat s'il est utilisé dans la culture des intrants	En partie (bonus effluents d'élevage ou accumulation de carbone dans les sols via agroécologie et capture du CO ₂ issu du biogaz)

Les méthodes diffèrent donc dans leur prise en compte ou non des émissions évitées. Ci-dessous, un schéma simplifié présente la méthode de comptabilité des émissions évitées dans le cadre de l'ACV multifonctionnelle de 2017. Le schéma suivant précise la méthode de comptabilité des émissions de GES dans la situation de référence, dans le cadre de l'ACV attributionnelle « **Base Carbone®** » 2020 ; c'est la seule méthode qui ne comptabilise pas les émissions évitées.

Au-delà de cette prise en compte, les méthodes divergent également par le périmètre retenu, c'est-à-dire les différentes étapes de production amont/aval des intrants et des coproduits ainsi que

les autres secteurs économiques (secteur agricole, secteur de la production d'engrais ou secteur du traitement des déchets) par la production de biométhane.

Enfin, si toutes les émissions induites liées à la production de biométhane sont bien prises en compte dans chacune des méthodes, la façon de les comptabiliser peut varier (dans les règles d'allocation/de répartition des émissions entre différents coproduits par exemple, voir schémas).

⁴ Le traitement de l'air est inclus dans le périmètre de l'amont à l'aval de la production d'énergie. Le détail complet des périmètres de chaque méthode pour les unités de type « Agricole et Territorial » est disponible dans l'annexe du rapport complet.

Figure 4

Émissions de GES du scénario de référence sans méthanisation (Unité type Agricole et Territoriale – ACV 2017)

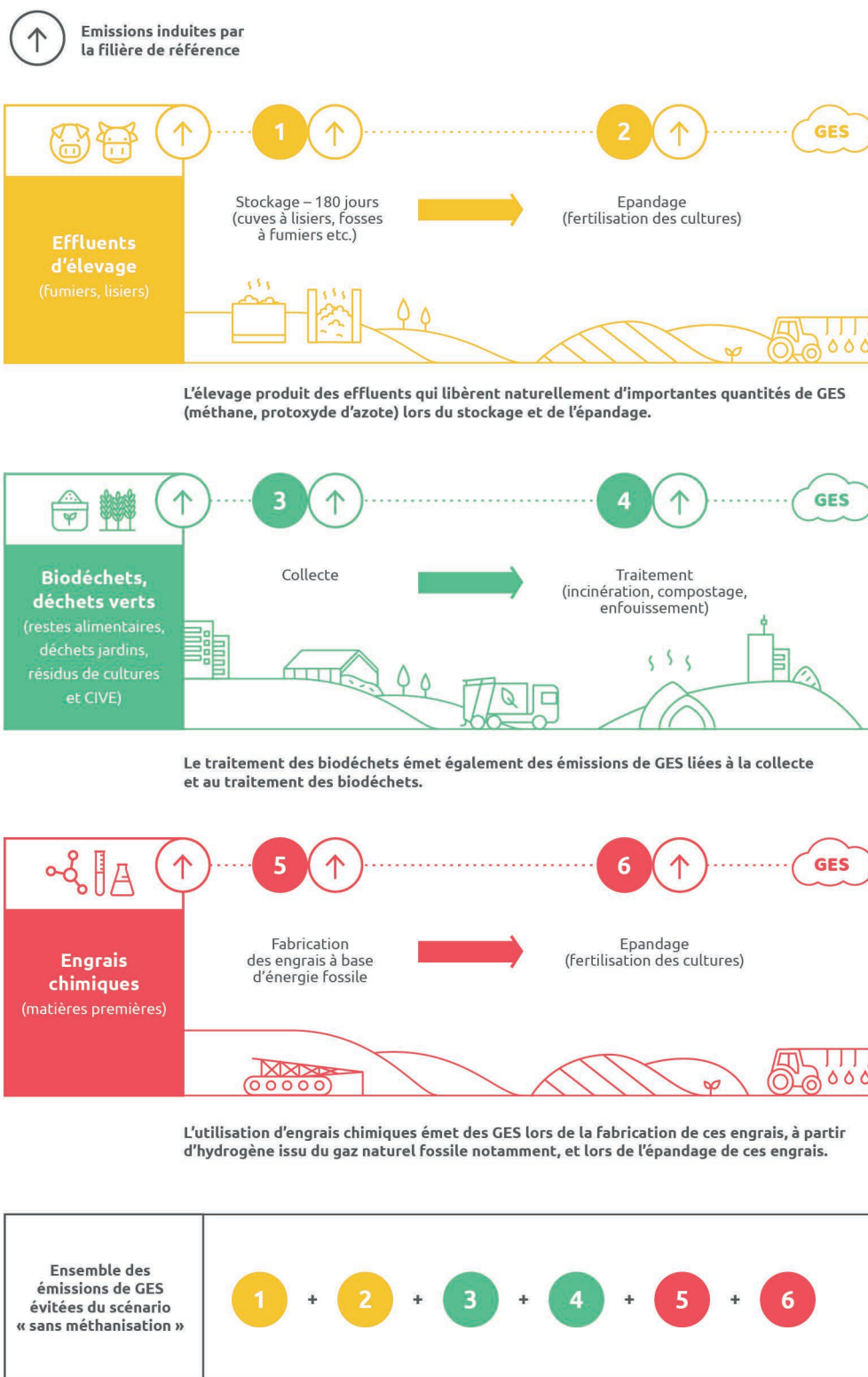
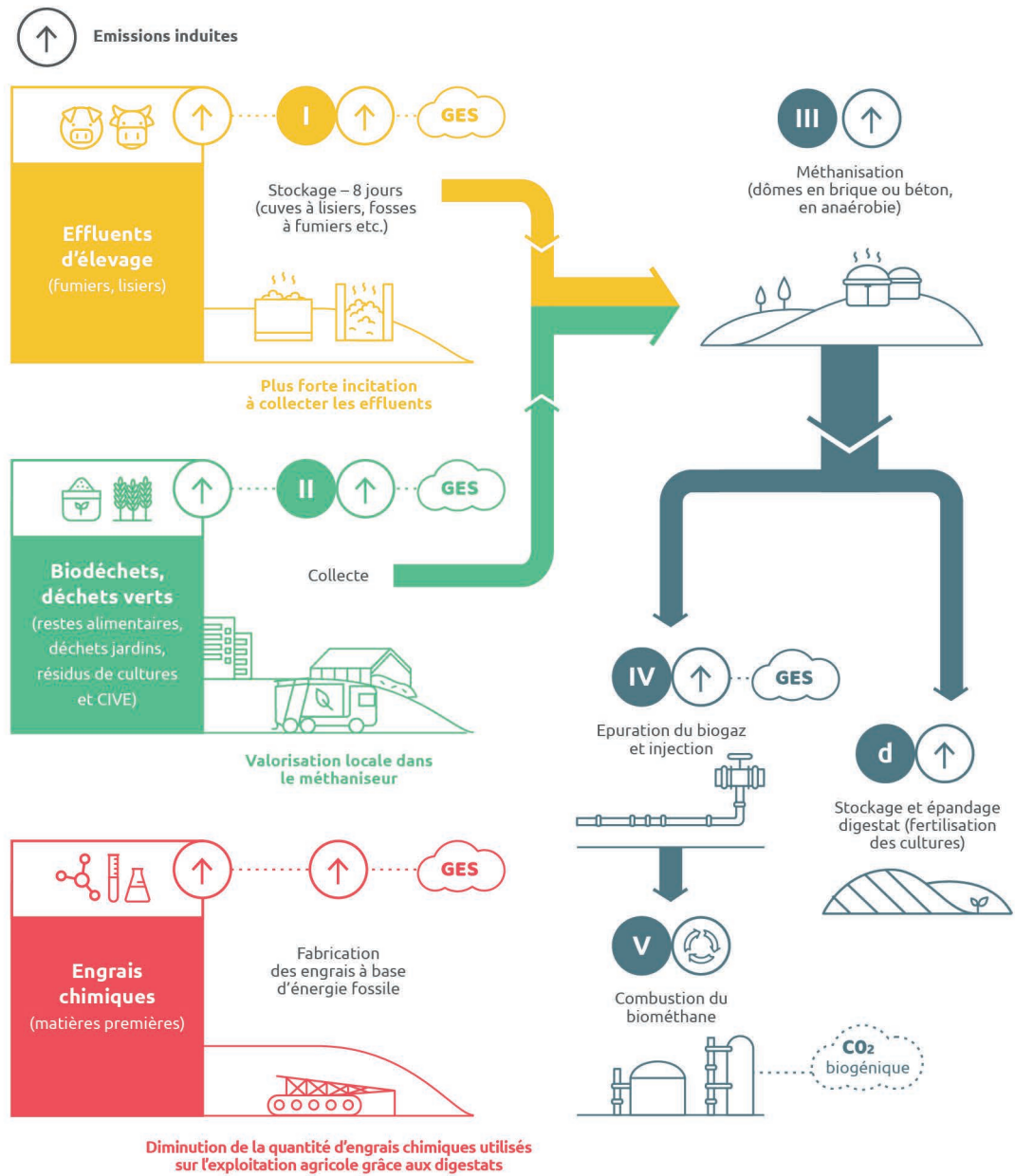


Figure 5
Émissions de GES du scénario avec méthanisation
(Unité type Agricole et Territoriale – ACV 2017 et 2020)



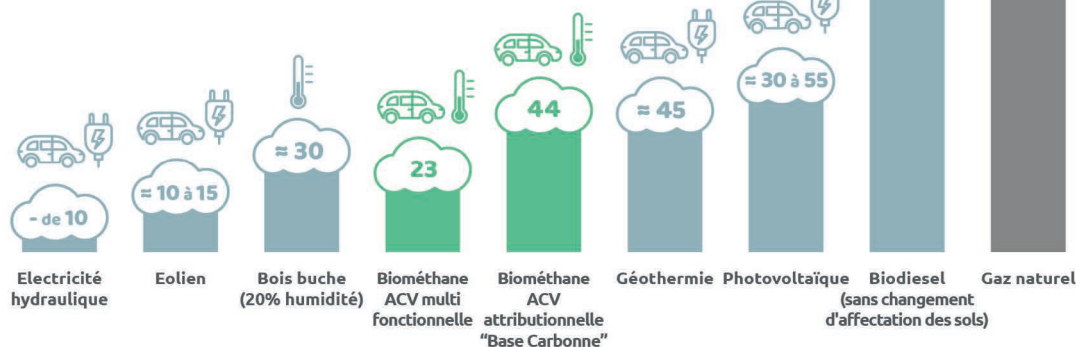
Selon l'ACV attributionnelle 2020	% de l'ensemble des émissions liées à la production du biométhane
Emissions de GES du biométhane =	I + II + III + IV + V
Selon l'ACV multifonctionnelle 2017	Ensemble des émissions liées à la production du biométhane et du digestat
Emissions de GES du biométhane =	I + II + III + IV + V + d
	- moins ...
	(1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6)
	l'ensemble des émissions de GES évitées du scénario « sans méthanisation »

4

Les différentes études convergent vers une réduction des émissions de GES

Malgré des différences d'objectif et de périmètre, les quatre méthodes étudiées mettent en lumière l'impact positif de la filière biométhane sur les émissions de GES, que cela soit au niveau de la filière ou à la maille du projet de production de biométhane, en France ou à l'international.

Les facteurs d'émissions⁵ du biométhane issus des études existantes sont largement inférieurs au facteur d'émission du gaz naturel. Comme précisé dans le rapport complet, ces facteurs d'émissions sont du même ordre de grandeur que ceux des autres énergies renouvelables électriques ou thermiques (pour usage chaleur ou carburant) développées en France⁶.



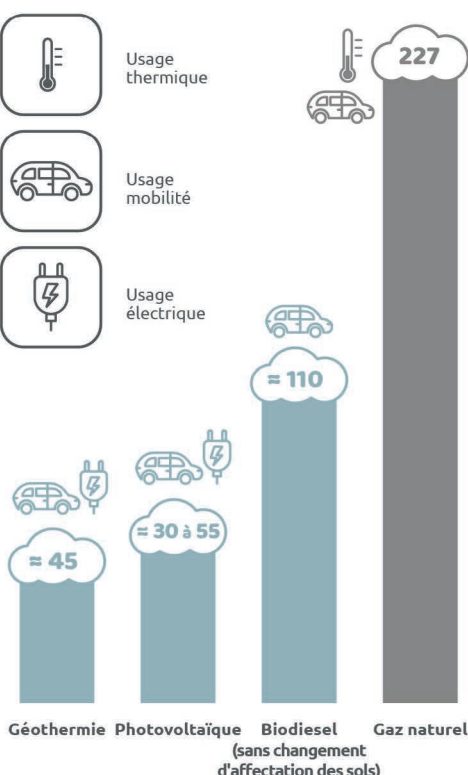
* Source : Base Carbone® et étude ENEA Consulting-Quantis

Par ailleurs, en complément des bénéfices énergétiques et climatiques, le biométhane crée de nombreuses externalités positives dans les territoires, notamment en termes d'agroécologie, d'économie circulaire et de création d'emplois agricoles qualifiés.

Finalement, même si les méthodes présentées ici ne s'intéressent qu'à l'impact de la filière de production de biométhane sur les émissions de GES, les bénéfices de la filière sont plus larges et ne doivent pas être oubliés⁷:

- La filière contribue également à l'amélioration vertueuse de certaines pratiques agricoles et qui peuvent conduire à des conversions d'exploitation en agriculture biologique. Ces pratiques ont été constatées sur le terrain

Figure 6
Ordres de grandeur des facteurs d'émissions des principales énergies renouvelables*
(en kg équivalents de CO₂ par MWh d'énergie électrique ou thermique)



et font l'objet de nombreuses études au sein des instituts agronomiques spécialisés.

- Sur le plan économique et social, le développement d'un projet de méthanisation crée des emplois non délocalisables en zone rurale, pour l'opération et la maintenance de l'unité, et permet de mobiliser une large partie des acteurs du territoire.

⁵ Facteur d'émission: La transformation d'une donnée d'activité physique en quantité d'émissions de GES se nomme facteur d'émission. Dans le cas du biométhane, il s'agit de la quantité des GES, souvent exprimée en équivalent CO₂ nécessaire à la production d'une unité fonctionnelle de biométhane (un mégawattheure d'énergie dans ce graphe).
⁶ Les facteurs d'émissions des autres énergies renouvelables sont ceux de la Base Carbone® de l'ADEME.
⁷ Une vision plus complète des bénéfices de la filière et des nombreuses études de référence sur le sujet sont disponibles dans le rapport complet.

Pour conclure, l'analyse du cycle de vie est le cadre de réflexion à privilégier pour comparer les performances de différentes filières énergétiques. Pour le biométhane, cet exercice peut s'avérer complexe et offre plusieurs choix sur le plan méthodologique, car cette énergie a pour spécificité d'être issue d'une filière d'économie circulaire assurant plusieurs fonctions (gestion des déchets et résidus agricoles, production de digestats valorisables comme fertilisants et amendants) et d'être produite par différents types d'unités et d'intrants.

La prise en compte des émissions évitées dans certaines méthodes de comptabilisation (ACV multifonctionnelle de 2017, Label Bas Carbone et RED II en partie) permet de valoriser au mieux les bénéfices du biométhane

dans la lutte contre le changement climatique. Indépendamment des méthodes retenues, plusieurs études en France et à l'international⁸ ont permis de mettre en avant le potentiel de réduction des émissions de GES que représente le biométhane et convergent vers un même ordre de grandeur : entre 63% et 90% de réduction d'émissions de GES par rapport au gaz naturel fossile. Il s'agit donc d'une énergie qui participe pleinement à la décarbonisation des usages relatifs aux énergies fossiles, et ce sous toutes ses formes (mobilité, vecteur de chaleur...), tout en contribuant à la transition écologique du secteur agricole et du traitement des déchets.

⁸ Détaillées dans le rapport complet auquel cette synthèse se réfère.