

# MÉT(H)A- ANALYSE

Quels gisements de biomasse pour la méthanisation à l'horizon 2050 ?



# Table des matières

Résumé exécutif .....	3
<b>1. L'agriculture au cœur de la transition bas carbone et énergétique .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Méthode et périmètre .....</b>	<b>5</b>
2.1 Corpus analysé .....	5
2.2 Cadre d'analyse .....	5
<b>3. Résultats quantitatifs des scénarios : trois grandes stratégies se dégagent .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Enseignements transversaux .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Conclusions .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Annexes .....</b>	<b>10</b>
6.1 Annexe 1 : grille détaillée des 17 scénarios .....	10
6.2 Annexe 2 : Méthodologie de notation des scénarios .....	11
6.3 Annexe 3 : Description détaillée des études .....	15
6.3.1 Transition(s) 2050, ADEME .....	15
6.3.2 Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project .....	16
6.3.3 Évaluation du potentiel de production d'énergies renouvelables à partir de la biomasse agricole et forestière française à l'horizon 2050 - IGEDD, CGAAER et Conseil général de l'économie .....	17
6.3.4 Evolution des systèmes agricoles en France : Quels impacts sur la disponibilité et les flux de biomasse méthanisable ? – Eifer, Agrosolutions .....	18
6.3.5 La biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ? - France Stratégie .....	19
6.3.6 Afterres 2050 – Solagro .....	20
<b>7. Glossaire .....</b>	<b>21</b>
<b>8. Bibliographie .....</b>	<b>22</b>



# Résumé exécutif

D'ici 2050, la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE) prévoit une multiplication par 10 de la production de biogaz pour contribuer à la transition énergétique et ainsi atteindre la neutralité carbone de la France. Par conséquent, la France devra multiplier par 2,5 son utilisation de biomasse orientée vers des usages énergétiques, pour atteindre cet objectif. La méthanisation, filière mature, constitue la principale voie de production de gaz renouvelable. Mais face à la compétition croissante entre les usages (alimentation, retour au sol, énergie) et les nouvelles filières émergentes (biomatériaux, bioénergie, etc.), nous pouvons nous demander **quelles sources de biomasse devront être mobilisées en priorité ?**

L'objectif de cette méta-analyse est de clarifier les principaux enjeux et hypothèses qui sous-tendent chaque scénario prospectif relatif à la mobilisation de la biomasse agricole à l'horizon 2050 pour la filière méthanisation. Il s'agit ainsi de mieux comprendre les résultats obtenus, d'identifier les limites de chaque approche et d'évaluer dans quelle mesure ces scénarios sont transposables à des échelons plus locaux. Au-delà de la simple observation de l'état actuel, cette démarche cherche à mettre en lumière des leviers susceptibles de favoriser le développement de la méthanisation, tout en veillant à ce que la trajectoire énergétique retenue soit en adéquation avec la multifonctionnalité de l'agriculture française. Une meilleure considération des différences entre territoires ainsi que des défis socio-économiques associés à la production de biomasse compte parmi ces leviers.

Pour ce faire, cette méta-analyse s'appuie sur l'étude de 17 scénarios prospectifs issus de six études de référence : ADEME, The Shift Project, CGAAER, France Stratégie, Solagro et Eifer/Agrosolutions. Nous proposons ici une étude comparative de ces scénarios basée sur une méthodologie d'évaluation utilisée par l'ADEME dans le cadre d'évaluation de scénarios prospectifs.

D'après la méta-analyse, la production de biométhane pour 2050 pourrait se situer entre **19 et 148 TWh PCI**, selon l'équilibre choisi entre sobriété, technologie et multifonctionnalité agricole. Selon la SNBC, la demande prévue est de **76,5 TWh PCI**. Voici les principaux points à retenir :

## 1. CIVE et effluents d'élevage seront les ressources majeures à horizon 2050

La majorité des scénarios s'accordent sur le rôle central des **cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE)** comme principale source de biomasse, complétées par les effluents d'élevage et les résidus de culture.

## 2. Les cultures énergétiques dédiées sont majoritairement exclues

Les cultures dédiées servent principalement à produire de l'énergie, mais leur usage dans la méthanisation est réglementé pour éviter une concurrence avec l'alimentation. Seuls 3 scénarios sur 17 y recourent. Le consensus priviliege la préservation des surfaces pour l'alimentation.

## 3. Les critères territoriaux et économiques : une dimension encore insuffisamment analysée ?

Les scénarios existants manquent d'analyses territoriales et économiques et ne prennent pas suffisamment en compte les pratiques réelles. D'autres intrants sont également à explorer, telles que les excédents de prairies non utilisés par l'élevage.

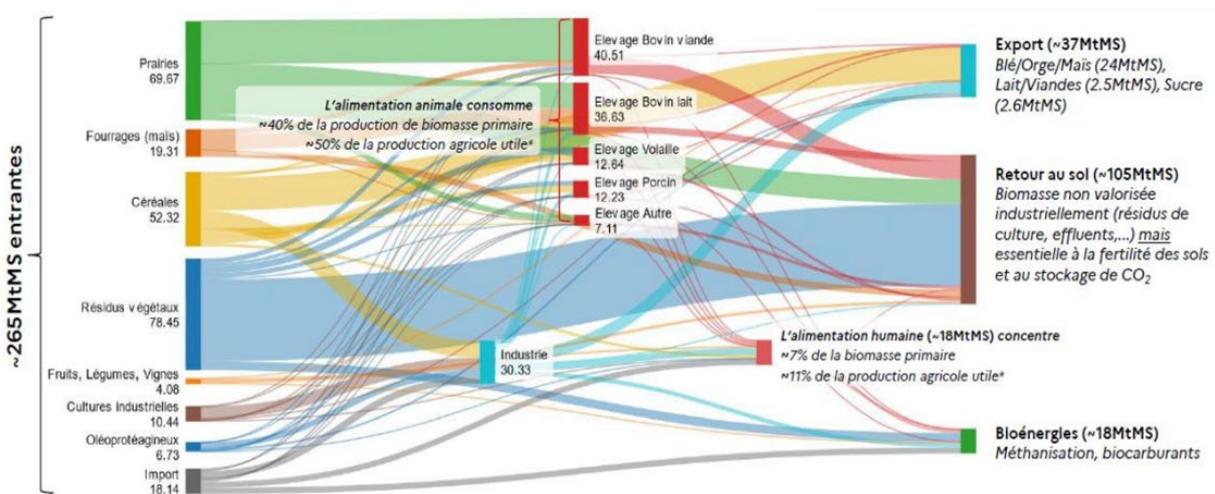
La méthanisation a sans conteste un rôle moteur dans la transition énergétique, à condition de demeurer un levier au service d'une agriculture multifonctionnelle : nourricière, sobre en intrants, résiliente et productrice d'énergie renouvelable. Les choix à opérer devront être collectifs, associant agriculteurs et organisations agricoles, territoires et pouvoirs publics pour bâtir une trajectoire durable et partagée.



# 1. L'agriculture au cœur de la transition bas carbone et énergétique

Le secteur agricole fait aujourd'hui face à de nombreux défis interconnectés. Il doit à la fois répondre aux besoins alimentaires de la population française et à la demande des marchés internationaux, tout en s'adaptant à une demande croissante de produits non alimentaires, comme les bioénergies. Dans le même temps, il est appelé à jouer un rôle majeur dans la fourniture de services environnementaux : stockage de carbone dans les sols, réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), préservation de la biodiversité et gestion durable de l'eau et des sols, comme l'illustre le schéma de la SGPE, ci-après, sur le potentiel de production biomasse et de ses usages actuels.

Figure 1 : Sources de la biomasse agricole produite et usages actuels,  
Source : analyse SGPE, données Agreste, Intercéréales, ORNB, Idele, Ademe, SDES, Terres Univia, FranceAgriMer, Citepa, Juillet 2024



Le secteur agricole doit également réduire ses émissions nettes de gaz à effet de serre de **plus de 46 % d'ici 2050** (par rapport à 2015), selon la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC). Pour y parvenir, la **biomasse agricole** joue un rôle clé sur trois leviers :

- **Le stockage de carbone** via le retour au sol de matières organiques ;
- **La réduction des émissions** de GES au travers de la substitution partielle des engrangements minéraux ;
- **La production d'énergie renouvelable**, voie de décarbonation via la méthanisation.

Nous devrions consommer **2,5 fois plus de biomasse** d'ici à 2050 selon la SNBC, pour atteindre les objectifs climatiques (décarboner presque entièrement notre production d'énergie), tout en tenant compte des enjeux sous-jacents (biodiversité, ressources, conditions économiques) et en favorisant les usages locaux. Or, les gisements mobilisables (effluents, CIVE, résidus) dépendent directement des productions agricoles, créant des tensions potentielles avec l'alimentation ou le retour au sol.

Dans ce contexte, il devient essentiel d'adopter une stratégie d'atténuation qui permet un équilibre entre les usages alimentaires et énergétiques de la biomasse.

Parmi la multitude de scénarios :

- **Quels arbitrages prioriser pour atteindre les objectifs climatiques ?**
- **Quelles sources de biomasse** faut-il mobiliser en priorité pour la méthanisation ?
- Comment concilier production d'énergie et **sécurité alimentaire** ?

## 2. Méthode et périmètre

### 2.1 Corpus analysé

Nous avons analysé 17 scénarios prospectifs issus de 6 études de référence (2021-2025), couvrant l'horizon 2050 :

Organisme	Année	Scénarios	Approche
 ADEME	2024	5 scénarios (S1 à S4 + Tendanciel)	Normatifs (neutralité carbone)
 THE SHIFT PROJECT	2024	4 scénarios (Autonomie, Bioénergie, Export, Conciliation)	Normatifs (SNBC)
 CGAAER / IGEDD	2024	1 scénario	Exploratoire (adéquation offre/demande)
 eifor / agrosolutions Edifier un monde durable	2022	3 scénarios (Régénératrice, Productiviste, Isolationniste)	Normatifs (climat compatible)
 FRANCE STRATÉGIE EVALUER. ANTICIPER. DÉBATTRE. PROPOSER.	2021	3 scénarios (Linéaire, Tendanciel, Agroécologique)	Exploratoires
 Solagro	2025	1 scénario (Afterres 2050)	Mixte

L'ensemble de ces études sont présentées et détaillées en Annexe 1.

### 2.2 Cadre d'analyse

Nous avons commencé par comparer les résultats quantitatifs en termes d'énergie obtenue par méthanisation à l'horizon 2050, ainsi que la structure des gisements de biomasse, pour chacun des scénarios du corpus analysé. Puis, nous avons construit une grille de notation inspirée de celle de l'ADEME (2021), adaptée au focus sur la biomasse méthanisable. Cette méthode est présentée en Annexe 2. Pour chaque scénario, nous avons évalué :

- 1. Intention stratégique** (producteur, nature des changements, hypothèses de rupture, multifonctionnalité).
- 2. Leviers mobilisés** (cheptel, prairies, CIVE, agriculture biologique, fertilisation).

Cette approche consiste à attribuer :

- **Une première note** sur la base des critères d'intention et de stratégie (par exemple : identité du porteur du scénario, ambition stratégique, nature des changements envisagés, etc.). Les notes faibles regroupent des scénarios ambitieux, intégrant des changements globaux et systémiques, les notes basses des scénarios opérationnels et paramétriques, s'appuyant davantage sur des leviers technologiques.
- **Une seconde note** évaluant l'importance des leviers mobilisés, des changements par rapport à l'état initial. S'il y a des changements profonds, la note est faible, et inversement.

Le croisement de ces deux scores permet ensuite de dresser une monographie synthétique et comparée de chaque scénario, présentée en Annexe 2. **Cette monographie nous permet de comparer l'approche et les hypothèses des scénarios selon des critères uniformes. Puis nous les classons en 3 catégories selon la monographie et les résultats quantitatifs obtenus par les scénarios en termes d'énergie issue de la méthanisation, ce qui permet de clarifier les approches des scénarios. Cette analyse aide ainsi le lecteur à déterminer le niveau de confiance à accorder aux résultats des différents scénarios, en fonction de sa perception quant à la probabilité des hypothèses formulées.**



### 3. Résultats quantitatifs des scénarios : trois grandes stratégies se dégagent

Les niveaux de production d'énergie obtenus par méthanisation ont été évalués pour chacun des scénarios prospectifs étudiés. Ces résultats, détaillés en Annexe 3, permettent d'apprécier l'ampleur du potentiel énergétique mobilisable selon les différentes hypothèses et leviers retenus dans chaque scénario.

Pour faciliter la comparaison entre les scénarios, tous les potentiels de production ont été convertis en TWh PCI. Cette harmonisation repose sur l'utilisation des coefficients de conversion fournis par l'ATEE<sup>1</sup>, garantissant ainsi la cohérence et la comparaison des données entre scénarios.

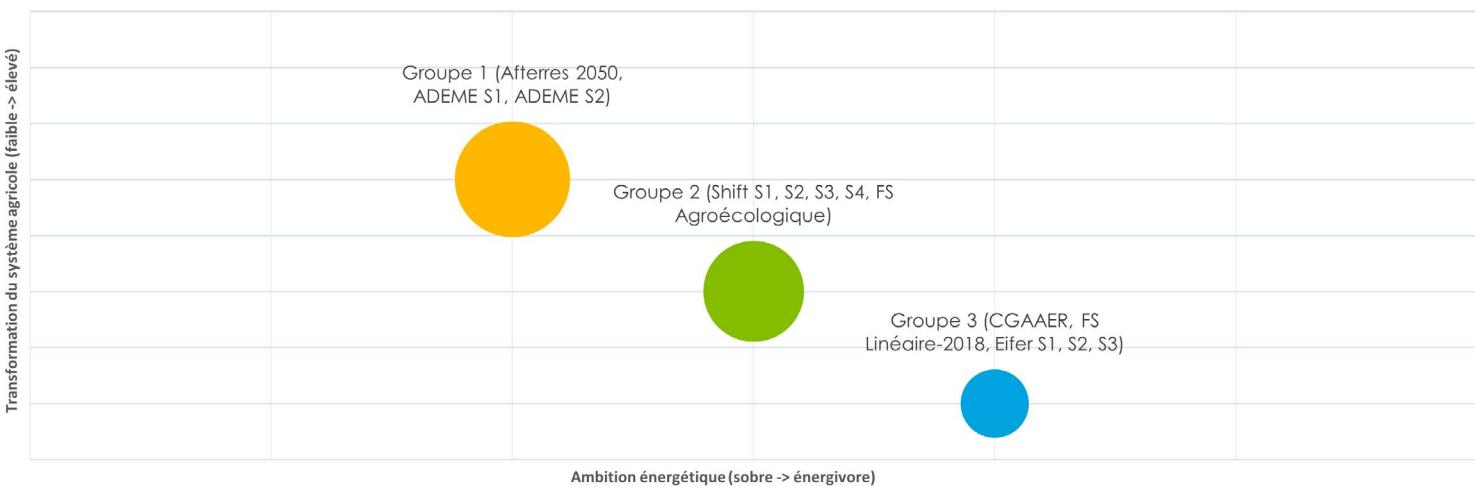
En nous appuyant sur les résultats obtenus et la grille de notation présentée en Annexe 2, nous proposons un schéma positionnant les différents groupes de scénarios de méthanisation selon deux critères : le niveau de sobriété énergétique et l'ampleur des changements apportés au système agricole. La taille des bulles, proportionnelle à la production de biométhane en TWh PCI, permet de visualiser l'importance des volumes associés à chaque stratégie.

Trois grands groupes de scénarios se distinguent :

- **Le premier groupe** se caractérise par des transformations systémiques et sobres, avec une forte réduction du cheptel, l'absence de cultures dédiées et une priorité accordée à la production de CIVE.
- **Le deuxième groupe** illustre une recherche d'équilibre entre autonomie énergétique et sécurité alimentaire, marquée par des changements modérés et une mobilisation intermédiaire des CIVE, afin de renforcer la résilience du système agricole tout en préservant son potentiel nourricier.
- **Le troisième groupe** se compose d'approches opérationnelles et prudentes, qui s'appuient sur la poursuite des tendances existantes et reposent sur l'exploitation de ressources facilement accessibles, traduisant une posture conservatrice imposée par les réalités techniques et économiques du terrain.

Les scénarios tendanciels ainsi que les scénarios ADEME 3 et 4, axés sur des innovations technologiques, sont exclus de cette catégorisation.

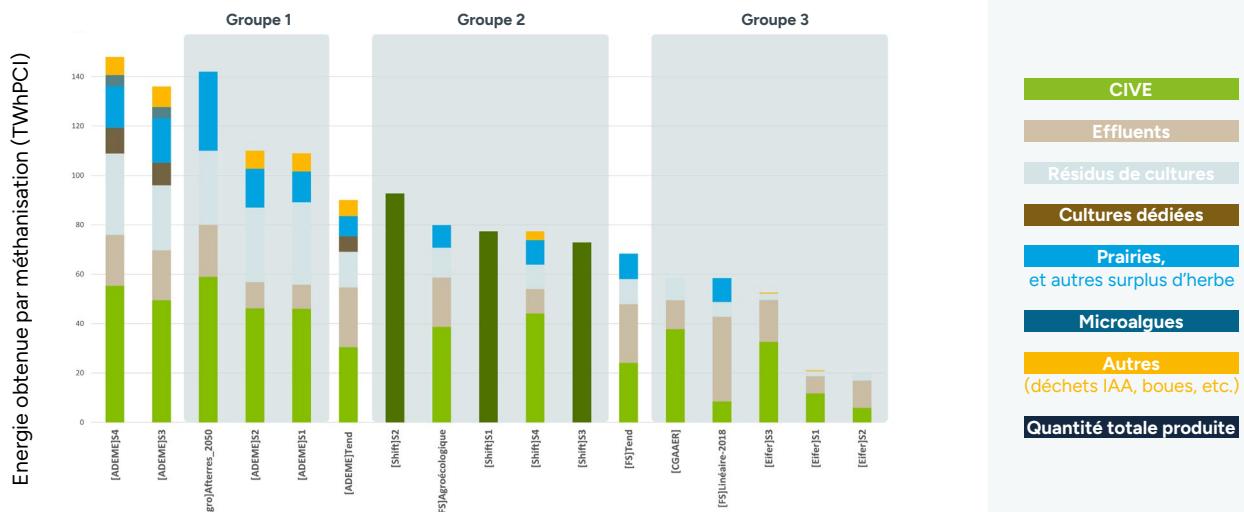
Figure 2 : Diagramme de positionnement des groupes de scénarios de méthanisation



<sup>1</sup> Selon lequel 1 TWh PCI = 0,9 TWh PCS

Les résultats détaillés de cette synthèse sont présentés dans le graphique ci-dessous, qui offre une vue d'ensemble des valeurs obtenues pour chaque scénario ainsi que la prépondérance de chaque intrant.

**Figure 3 : Niveaux de production d'énergie obtenus par méthanisation issu des résultats de chaque scénario**



Plusieurs scénarios dépassent le niveau de demande en énergie issue de la méthanisation tel qu'estimé par la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) à l'horizon 2050, lequel s'élève à **76,5 TWh PCI** (soit environ 85 TWh PCS). Parmi ces scénarios figurent ceux élaborés par l'ADEME, la majorité des scénarios du Shift Project (à l'exception du scénario S3), le scénario Agroécologie de France Stratégie, ainsi que les scénarios Afterres 2050, SAB et REP proposés par Solagro. Cette situation témoigne d'une vision ambitieuse de la contribution de la méthanisation à la transition énergétique, certains scénarios anticipant une mobilisation des ressources supérieure à la référence fixée par la SNBC.

À l'opposé, les scénarios issus de l'étude Eifer/Agrosolutions se distinguent par une estimation du potentiel méthanisable plus faible. Cette approche conservatrice prend en compte plusieurs enjeux, notamment la préservation de la sécurité alimentaire et le maintien du retour des pailles au sol, deux éléments essentiels pour garantir la fertilité et la structure des sols agricoles. Les hypothèses retenues dans ces scénarios limitent la disponibilité des gisements pour la méthanisation, en particulier du fait de restrictions sur l'exportation des résidus de culture et d'une faible mobilisation des cultures intermédiaires à vocation énergétique (CIVE) dans les scénarios 1 et 2.

Par ailleurs, la disponibilité des effluents d'élevage pour la méthanisation demeure limitée dans le scénario 1, en raison de la diminution du cheptel et de l'orientation vers des systèmes d'élevage plus extensifs. Ainsi, la combinaison de ces facteurs conduit à des volumes potentiellement méthanisables sensiblement inférieurs à ceux envisagés dans les scénarios les plus ambitieux, illustrant le poids des choix techniques et agronomiques dans l'élaboration des hypothèses de mobilisation de la biomasse agricole.

## 4. Enseignements transversaux

Nous dégageons plusieurs enseignements transversaux de l'analyse des scénarios :

- **La plupart des scénarios misent prioritairement sur le développement des CIVE comme principale source de biomasse méthanisable**, à l'exception du scénario Linéaire 2018 de France Stratégie qui repose sur les gisements actuellement mobilisés, avec une prédominance des effluents d'élevage ;
- **L'usage de cultures dédiées** est largement exclu dans la majorité des scénarios, à l'exception des scénarios ADEME Tendanciel, S3 et S4, qui s'appuient sur des leviers technologiques. Cela traduit un arbitrage implicite en défaveur de l'allocation de terres agricoles à la production d'énergie, au profit d'usages alimentaires ou environnementaux, pour quasiment l'ensemble des scénarios.
- **Les gisements, aujourd'hui minoritaires, le resteront (issus d'industries agroalimentaires, boues, microalgues, etc.).** Ils ne semblent pas constituer des leviers majeurs de la transition énergétique dans les scénarios étudiés.

Afin d'approfondir l'analyse des problématiques associées à la mobilisation de la biomasse pour la méthanisation, il serait pertinent que ces axes d'amélioration soient examinés dans le cadre de travaux prospectifs futurs.

- **Modélisation par MoSUT** : le modèle MoSUT, utilisé dans plusieurs études prospectives, permet d'objectiver les grands équilibres entre usages agricoles et énergétiques. L'outil efficace et robuste, repose sur des hypothèses structurelles fortes, comme le mentionne le CGAAER. Son utilisation appelle à confronter ses résultats à ceux issus d'autres modèles et à compléter les analyses par des approches territorialisées et des retours d'expérience issus du terrain, afin d'affiner la représentation des potentiels et des impacts.
- **Pas de distinction des gisements entre les territoires** : si la majorité des scénarios étudiés s'appuient sur des données nationales, leur déclinaison à l'échelle territoriale constitue une étape clé pour valoriser pleinement la diversité des gisements, des pratiques agricoles et des dynamiques locales. Une cartographie fine des potentiels par bassin agricole permettra d'identifier de manière proactive les synergies et d'anticiper d'éventuelles concurrences entre usages, tout en favorisant une mobilisation optimale et adaptée des ressources au plus près des territoires.
- **Dimensions économiques et sociales absentes** : la majorité des scénarios analysés ne détaillent pas encore les coûts économiques, la rentabilité ou les facteurs sociaux associés à la mobilisation de la biomasse pour la méthanisation. Ce constat souligne l'importance de poursuivre les travaux d'évaluation intégrée, en associant dimension technico-économique et acceptabilité sociale, pour accompagner la structuration durable de la filière. Les scénarios mettent en évidence l'intérêt de développer certains gisements, notamment les CIVE, pour renforcer la contribution de la méthanisation. Leur déploiement à grande échelle nécessite toutefois une adaptation aux réalités et aux choix des exploitations agricoles, dans le respect de la diversité des systèmes de production. L'accompagnement des agriculteurs, la prise en compte des attentes du terrain et le dialogue avec l'ensemble des acteurs seront des leviers essentiels pour favoriser l'essor de ces cultures intermédiaires.
- **Périmètre temporel des études** : certaines hypothèses ont été formulées avant la guerre Ukraine-Russie, ce qui invite à actualiser régulièrement les analyses prospectives pour tenir compte des évolutions du contexte énergétique et des enjeux de souveraineté.



## 5. Conclusions

L'analyse transversale des scénarios prospectifs relatifs à la biomasse mobilisable pour la méthanisation à l'horizon 2050 met en évidence la richesse et la diversité des approches explorées pour répondre aux enjeux climatiques et énergétiques. Elle souligne l'importance de rechercher un équilibre entre la production d'énergie renouvelable, la préservation de la sécurité alimentaire et la gestion durable des ressources.

**La pluralité des trajectoires étudiées montre qu'il n'existe pas de solution unique :** les stratégies gagnent à être adaptées aux spécificités locales, aux dynamiques agricoles et aux réalités économiques et environnementales.

Les scénarios convergent sur le **rôle majeur des effluents d'élevage et des CIVE**, tout en limitant le recours aux cultures dédiées afin de préserver les surfaces agricoles alimentaires.

Ils s'appuient sur des hypothèses qui peuvent différer des pratiques actuelles, notamment concernant la production de CIVE, et n'intègrent pas toujours l'ensemble du potentiel des prairies, qui pourrait représenter un gisement complémentaire selon les territoires.

La mobilisation des CIVE soulève plusieurs défis opérationnels :

- Elle requiert un accompagnement technique et économique des agriculteurs,
- Une adaptation fine aux contextes locaux (climat, rotations, accès aux intrants),
- Et un dialogue étroit avec tous les acteurs pour garantir l'adhésion et l'acceptabilité.

Trois priorités se dégagent pour les travaux futurs :

1. **Intégrer pleinement la dimension socio-économique :** mesurer les coûts, la rentabilité, les besoins en main-d'œuvre et adapter les modèles d'organisation (méthanisation collective, etc.). L'intégration d'une évaluation économique et sociale approfondie constituerait une avancée pour renforcer la pertinence de ces études.
2. **Territorialiser les analyses :** bâtir des scénarios régionaux ou par bassin agricole afin d'anticiper précisément les potentiels et les tensions locales. Cette démarche permettrait d'anticiper les éventuelles tensions ou synergies entre usages, et de mieux tenir compte des pratiques agricoles actuelles, notamment pour les CIVE et les prairies.
3. **Actualiser régulièrement les scénarios :** la conjoncture géopolitique (conflit en Ukraine, fluctuations des prix de l'énergie) doit mener à une actualisation régulière des hypothèses.

Enfin, un équilibre est à construire : la méthanisation a sans conteste un rôle moteur dans la transition énergétique, à condition de demeurer un levier au service d'une agriculture multifonctionnelle : nourricière, sobre en intrants, résiliente et productrice d'énergie renouvelable. Les choix à opérer devront être collectifs, associant agriculteurs et organisations agricoles, territoires et pouvoirs publics pour bâtir une trajectoire durable et partagée.

## 6. Annexes

### 6.1 Annexe 1 : grille détaillée des 17 scénarios

Etude	Nom du/des scénario	Dénomination dans notre analyse	Périmètre géographique et sectoriel	Type d'approche <sup>2</sup>
<b>Transition(s) 2050, ADEME</b> <a href="#">Année publication : 2024</a>	Scénarios 1 et 2 Scénarios 3 et 4 Scénarios Tendanciel	[ADEME] s1&2 [ADEME] s3&4 [ADEME] TEND	France métropolitaine, tous les secteurs	<b>Normatifs</b> : tous les scénarios visent la neutralité carbone en 2050, selon des visions contrastées de la société : sobriété, technologie, équilibre, etc.
<b>Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project</b> <a href="#">Année publication : 2024</a>	S1 Autonomie S2 Bioénergie S3 Export S4 Conciliation	[Shift]S1 [Shift]S2 [Shift]S3 [Shift]S4	France métropolitaine, secteur agricole	<b>Normatifs</b> : les scénarios 1, 2 et 3 visent les objectifs de décarbonation du secteur agricole tels que définis par la SNBC 2  <b>Normatifs</b> : visant une sortie totale des énergies fossiles dans le secteur agricole. Ces scénarios visent également à réduire les émissions indirectes et à stocker du carbone à hauteur des émissions directes résiduelles.
<b>Évaluation du potentiel de production d'énergies renouvelables à partir de la biomasse agricole et forestière française à l'horizon 2050 - IGEDD, CGAAER et Conseil général de l'économie</b> <a href="#">Année publication : 2024</a>	1 scénario	[CGAAER]	France métropolitaine, secteur agricole et forestier	<b>Exploratoire</b> : élabore des hypothèses sur les gisements de biomasses disponibles en 2050 et observe s'il y a adéquation avec les estimations de demande d'énergie faites par la SNBC
<b>Evolution des systèmes agricoles en France : Quels impacts sur la disponibilité et les flux de biomasse méthanisable ? – Eifer, Agrosolutions</b> <a href="#">Année publication : 2022</a>	S1 Agriculture régénératrice S2 Agriculture productiviste S3 Agriculture isolationniste	[Agrosolutions] S1 [Agrosolutions] S2 [Agrosolutions] S3	France métropolitaine, secteur agricole	<b>Normatifs</b> : vise à préserver la sécurité alimentaire, garantir un revenu décent pour l'agriculteur étant donné les conditions économiques actuelles, et à évoluer vers une agriculture « climat compatible » (résiliente face aux changements climatiques, et ayant un bilan carbone plus bas qu'aujourd'hui)
<b>La biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ? – France Stratégie</b> <a href="#">Année publication : 2021</a>	Linéaire - 2018 Scénario A ou « Tendanciel » Scénario B ou « Agroécologique »	[FS] Linéaire-2018 [FS]Tend [FS] Agroécologique	France métropolitaine, secteur agricole	<b>Exploratoire</b> : prolongation tendancielle sans changement des pratiques  <b>Exploratoire</b> : évolution modérée des pratiques  <b>Exploratoire</b> : transformation profonde vers l'agroécologie
<b>Afterres 2050, Solagro</b> <a href="#">Année publication : 2025</a>	Scénario Afterres 2050	[Solagro] Afterres_2050	France métropolitaine, Secteurs couverts : agriculture, forêt, alimentation, énergie, usage des sols	<b>Exploratoire</b> : prolongation des tendances actuelles  <b>Normatif</b> : atteinte de la neutralité carbone en 2050

<sup>2</sup>**Normatif** Les scénarios normatifs visent à atteindre un objectif spécifique, comme la neutralité carbone en 2050. Ils partent d'un résultat souhaité et tracent le chemin pour y parvenir, souvent en lien avec des politiques publiques.

**Exploratoire** : Les scénarios exploratoires examinent différentes voies possibles sans viser un objectif précis. Ils permettent d'explorer les implications de divers futurs basés sur les tendances actuelles ou hypothétiques.



## 6.2 Annexe 2 : Méthodologie de notation

Nous reprenons la grille de notation des critères d'intention et de stratégies des scénarios proposée par l'ADEME dans son rapport de 2021, à partir de la méthode de la sémiologie graphique de Jacques Bertin<sup>3</sup>. Nous excluons néanmoins 2 critères par rapport à la grille de l'ADEME : « Couplage/découplage entre production et consommation » et « Stratégie d'atténuation retenue ». En effet, ces deux critères sont, dans notre analyse moins pertinente, car nous nous focalisons sur les différentes estimations de mobilisation de la biomasse agricole. Tandis que l'ADEME utilise cette grille dans le cadre d'une analyse plus large de scénarios de prospective concernant l'ensemble du secteur agricole et de ses enjeux environnementaux.

Nous excluons néanmoins 2 critères par rapport à la grille de l'ADEME : « Couplage/découplage entre production et consommation » et « Stratégie d'atténuation retenue ». En effet, ces deux critères sont, dans notre analyse moins pertinente, car nous nous focalisons sur les différentes estimations de mobilisation de la biomasse agricole. Tandis que l'ADEME utilise cette grille dans le cadre d'une analyse plus large de scénarios de prospective concernant l'ensemble du secteur agricole et de ses enjeux environnementaux.

### • Classification d'intention et stratégie des scénarios

Les notes attribuées aux scénarios sont relatives, évaluées en fonction de leur positionnement au sein de l'ensemble des scénarios disponibles, plutôt que sur une base individuelle stricte. Cela implique une évaluation comparative qui reflète le portefeuille global des scénarios étudiés.

Critère	Modalités	Code
Producteur du scénario	ONG	1
	Think Tank, parapublic, recherche, Institutions publiques	2
	Secteur privé	3
Intention stratégique	Plaidoyer	1
	Structuration du débat	2
	Appui à l'action publique/ très opérationnel	3
Nature des changements envisagés	Très systémique	1
	Peu systémique ou mixte	2
	Approche par leviers individuels sans lecture systémique / paramétrique	3
Hypothèses de ruptures (société / technologie)	Hypothèses sur les changements de comportement sociétaux très dominantes	1
	Équilibré	2
	Hypothèses technologiques très dominantes	3
Multifonctionnel / climat	Multifonctionnel : climat + biodiversité + socio-éco	1
	Multifonctionnel : climat + biodiversité ou socio-éco	2
	Centré sur climat/énergie	3

**Tableau 2 : Grille de notation des critères d'intentions et de stratégies**

<sup>3</sup> BERTIN Jacques (1970), «La graphique», Communications 15, p. 955-964

Scénario	Producteur du scénario	Intention stratégique	Nature chgmt. envisagés	Hypothèse de ruptures	Multifonctionnel / climat	Score axe 1	Groupe
[ADEME]S1&2	2	2	1	1	1	7	G1
[Solagro]Afterres_2050	2	2	2	1	1	8	
[FS]Agroécologique	2	2	3	1	3	10	G2
[Shift]S1	2	2	2	1	3	10	
[Shift]S2	2	2	2	1	3	10	
[Shift]S3	2	2	2	1	3	10	
[Shift]S4	2	2	2	1	3	10	G3
[Eifer]S1	3	2	3	3	1	12	
[Eifer]S2	3	2	3	3	1	12	
[Eifer]S3	3	2	3	3	1	12	
[FS]Linéaire-2018	2	2	3	2	3	12	
[CGAAER]	2	3	3	2	3	13	Non catégorisé
[FS]Tend	2	2	3	2	3	12	
[ADEME]Tend	2	2	1	2	1	8	
[ADEME]S3&4	2	2	1	3	1	9	

**Tableau 3 : Typologie de classification des 17 scénarios selon leurs intentions et la stratégie**

A propos du critère « Nature des Changements », nous avons choisi d'attribuer la note de :

- **1** si l'étude prend en compte tous les secteurs concernés et analyse les impacts globaux des changements, démontrant ainsi une approche systémique (comme l'étude Transition(s) 2050 de l'ADEME)
- **2** si l'étude se concentre sur un ou deux secteurs, tout en évaluant les interactions et les effets entre eux.
- **3** si l'étude formule des hypothèses sur des évolutions dans un secteur sans évaluer les effets ou les interactions sur les autres secteurs, suggérant une approche fragmentée et non systémique.

Les notes attribuées aux différents scénarios nous permettent de les classer en 3 groupes, G1, G2 et G3. Le groupe 1 rassemble des scénarios ambitieux, intégrant des changements globaux et systémiques avec une forte composante sociétale. Le groupe 2 adopte une approche plus équilibrée, centrée sur certains secteurs. Le groupe 3 regroupe des scénarios opérationnels et paramétriques, s'appuyant davantage sur des leviers technologiques.

#### • Classification selon les leviers d'actions mobilisés

Tout comme le rapport de 2021 de l'ADEME, nous proposons une grille de classification des leviers d'actions mobilisés dans les différents scénarios (Tableau 4).

Nous avons simplifié la grille proposée par l'ADEME, en ne considérant que les principaux leviers impactant la biomasse disponible pour la méthanisation. Comme dans le rapport de l'ADEME, plus levier est mobilisé de façon ambitieuse (c'est à dire plus le changement est profond par rapport à l'état initial) plus la note est basse. S'il y a peu de changement, cela est caractérisé par une note élevée.



**Tableau 4 :**  
**Grille de notation**  
**des leviers**  
**d'évolution**

Levier		Score
Place de l'élevage	Réduction du cheptel	Forte (1)
		Modérée (2)
		Maintien ou augmentation (3)
	Type d'élevage concerné par cette réduction	Monogastriques (1)
		Tous (2)
		Ruminants (3)
	Evolution des surfaces en prairies	Baisse (1)
		Maintien (2)
		Augmentation (3)
Logiques culturelles	Rendements CIVE	Forts (>9 tMS/ha) (1)
		Modérés (5 à 9 tMS/ha) (2)
		Faibles (<5 tMS/ha) (3)
	Augmentation de la part agriculture biologique	Forte (1)
		Modérée (2)
		Faible (3)
	Gestion de la fertilisation	Baisse des apports (1)
		Substitution produits organiques (2)
		Maintient/augmentation (3)

Scénario	Place de l'élevage			Logiques culturelles			Score axe 2
	Réduction	Type élevage concerné	Évolution des prairies	Rendements CIVE	Part agri. biologique	Gestion de la fertilisation	
[ADEME]S1&2	1	2	1	2	1	1	8
[Solagro]Afterres_2050	1	3	1	2	2	1	10
[Solagro]SAB	1	3	1	2	1	1	9
[Solagro]REP	1	3	1	2	3	1	11
[ADEME]Tend	2	2	1	2	2	1	10
[Solagro]Tend	3	3	1	1	3	1	12
[ADEME]S3&4	2	2	2	2	3	3	14
[FS]Agroécologique	1	2	1	3	1	2	10
[Shift]S1	2	3	1	NC	2	1	11
[Shift]S2	2	2	1	NC	2	NC	11
[Shift]S3	2	2	1	NC	2	NC	11
[Shift]S4	2	2	1	NC	2	NC	11
[Eifer]S1	1	2	2	3	1	2	11
[Eifer]S2	3	2	2	2	3	3	15
[Eifer]S3	2	2	3	2	3	2	14
[FS]Linéaire-2018	3	2	2	3	3	3	16
[FS]Tend	2	2	1	3	2	2	12
[CGAAER]	2	2	1	2	NC	NC	10

**Tableau 5 : Typologie de classification des 17 scénarios selon les leviers mis en place**



Concernant les CIVE dans le scénario du Shift Project, aucune donnée spécifique n'est disponible. En l'absence d'hypothèse sur l'impact des pratiques ou du changement climatique sur les rendements, nous considérons un niveau moyen de rendements (score de 2). Il en va de même pour la fertilisation : bien que le scénario évoque un passage vers davantage d'agroécologie, il ne fournit pas de détails précis de l'impact de ce changement de pratiques sur la fertilisation. On peut toutefois supposer une part croissante de fertilisation organique, ce qui nous amène à attribuer le score de 2.

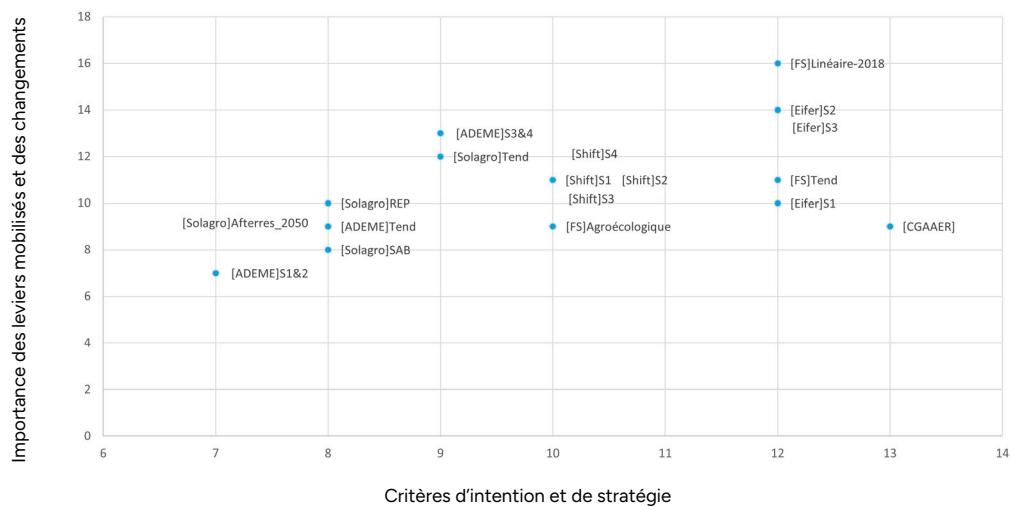
S'agissant du rapport du CGAAER/IGEDD/Conseil général de l'économie, aucune hypothèse explicite n'est formulée non plus concernant l'évolution de l'agriculture biologique ou de la fertilisation. Le document étant centré sur le secteur énergétique, ces dimensions sont peu détaillées. Cependant, compte tenu du contexte institutionnel de l'étude, nous faisons l'hypothèse qu'elle s'aligne sur les orientations du MTE et de l'ADEME<sup>4</sup>, à savoir : un développement modéré de l'agriculture biologique, 30 % de la SAU en 2050 (score de 2) et une réduction de 50 % des apports d'azote minéral d'ici 2050 (score de 1).

Sur cette base, nous attribuons des notes finales aux cinq analyses manquant de données explicites, en cohérence avec les hypothèses retenues ci-dessus. Pour chaque scénario, la grille de notation croise le score d'intention stratégique (abscisses) avec celui des leviers (ordonnées), comme le montre la Figure ci-après.

En observant la répartition des scénarios, trois groupes principaux se dégagent :

- **À gauche du graphique**, on trouve les scénarios porteurs de transformations ambitieuses et systémiques : **[Solagro] Afterres\_2050**, ainsi que **[ADEME] S1&S2** et **Tendanciel**. Ils se distinguent par une forte intention stratégique couplée à des leviers de changement profonds.
- **À droite**, les scénarios plus centrés sur les gisements disponibles : **[France Stratégie] Linéaire-2018** et **Tendanciel**, **[Eifer] S1, S2, S3**, et le **[CGAAER]**. Ces scénarios se caractérisent par une approche plus technique que stratégique, avec une prise en compte limitée des dynamiques systémiques. Les scénarios situés au centre du graphique peuvent être qualifiés d'ambitieux, mais dans une moindre mesure que ceux positionnés à gauche.

**Figure 4 : Classification des scénarios selon les critères d'intention et de leviers**



<sup>4</sup> Actualisation du scénario énergie-climat, ADEME 2035-2050

## 6.3 Annexe 3 : Description détaillée des études

### 6.3.1 Transition(s) 2050, ADEME

L'étude prospective de l'ADEME (2024) propose quatre scénarios contrastés de transition vers la neutralité carbone à l'horizon 2050. Pour l'agriculture, l'objectif est une réduction de 46 % des émissions de GES par rapport à 2015, conformément à la SNBC. L'étude utilise le modèle MoSUT<sup>5</sup> développé par Solagro, pour les modélisations du secteur agricole. Ces quatre trajectoires sont volontairement contrastées.

Trois filières de production de gaz renouvelable sont prises en compte : méthanisation, pyrogazéification-méthanation et power-to-methane. Pour la méthanisation, les ressources mobilisées incluent des cultures dédiées, des CIVE, des effluents, des résidus de cultures, des prairies et sont complétées par certains biodéchets (ménages, restauration, agroalimentaire, herbe de bords de route) et boues de STEP. Les microalgues sont également considérées.

Dans tous les scénarios, la méthanisation se généralise sur les exploitations agricoles, contribuant à la production d'énergie locale, et à fournir un revenu complémentaire pour les agriculteurs.

**Le scénario tendanciel** prolonge les dynamiques actuelles. En 2050, la cogénération devient marginale au profit de l'injection. En 2050, la répartition des ressources en énergie primaire issue de la méthanisation est la suivante : 33 % CIVE, 27 % effluents d'élevage, 16 % résidus de culture, 7 % cultures dédiées, 7 % d'herbe issue des prairies, le reste provient de biodéchets divers (ménages, boues de STEP (Stations de Traitement des Eaux Usées), agroalimentaire, herbe de bords de route). La production totale issue de la méthanisation atteindrait **90 TWh PCI en 2050**.

**Les scénarios S1 et S2** partagent une approche centrée sur la sobriété pour l'ensemble des ressources de l'économie. Dans ces scénarios, la demande énergétique est faible, et le stockage biologique est suffisant pour compenser les émissions. Cependant, un risque élevé de non-acceptabilité sociale est présent dans ces approches. Dans ces deux scénarios, la consommation de gaz diminue par rapport à 2015, mais la filière méthanisation continue de croître, à raison de +3 TWh/an en moyenne. Le volume de substrats méthanisés est plus faible que dans le scénario tendanciel, en raison d'un cheptel réduit et d'un élevage plus extensif, limitant la mobilisation des effluents. Les cultures dédiées sont exclues pour éviter toute concurrence avec l'alimentation humaine et animale. Les résidus de culture sont davantage valorisés, grâce à l'évolution des pratiques agricoles de récolte, transports et stockage de ces résidus. Les intrants méthanisés (en énergie primaire) en 2050 sont répartis comme suit : 42 % CIVE, 31 % résidus de culture, 13 % prairies et fauche de bord de route et 0 % cultures énergétiques. La méthanisation représente **109 TWh PCI** dans le scénario S1 et **110 TWh PCI** dans S2.

**Les scénarios S3 et S4** reposent sur une moindre sobriété. S3 adopte une sobriété modérée, avec des efforts limités sur la réduction de la consommation, mais une amélioration de l'efficacité énergétique grâce aux technologies. Le recours au captage et stockage du carbone (CCS) devient nécessaire pour atteindre la neutralité carbone. S4, quant à lui, n'intègre aucun effort de sobriété. La décarbonation repose entièrement sur les technologies de CCS, notamment géologiques (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS). Ces solutions sont coûteuses, énergivores et encore incertaines technologiquement. Dans les deux scénarios, le cheptel laitier est réduit, les cultures lignocellulosiques énergétiques (type miscanthus et switchgrass) augmentent, une part croissante des terres est exploitée avec moins d'intrants. Dans le S3, la demande en gaz diminue grâce à l'électrification des usages. La filière gaz renouvelable se développe intensément (+3,8 TWh/an). Les intrants méthanisés (en énergie primaire) en 2050 sont répartis comme suit : 40 % CIVE, 15% pour les effluents (plus élevé que dans S1/S2, grâce à un cheptel plus important), 7 % cultures dédiées (stable), 15 % prairies et fauche de bords de route, 19% résidus de culture (plus bas que dans les scénarios précédents en raison des besoins en litière) et 3% de microalgues. Le biométhane produit est, en 2050, de **136 TWh PCI**.

<sup>4</sup> Actualisation du scénario énergie-climat, ADEME 2035-2050

<sup>5</sup> Ce modèle associe des potentiels énergétiques produits en fonction d'hypothèses de surfaces en CIVES par exemple

Dans le S4, la filière se développe fortement (+4,2 TWh/an), avec des installations de plus grande taille pour intégrer le captage et stockage géologique du carbone (BECCS). Le fonctionnement reste proche de S3, avec des CIVE généralisées, un cheptel important (forte demande en viande) et un maintien des cultures énergétiques dédiées. **148 TWh PCI** de ressources primaires sont valorisées en 2050.

**Étant donné la proximité des hypothèses et des résultats concernant le secteur agricole et la méthanisation, nous avons choisi d'analyser ensemble les scénarios S1 et S2, ainsi que S3 et S4, dans la partie monographie.**

### **6.3.2 Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère, The Shift Project**

Ce rapport se concentre sur l'amont agricole et propose une transition agricole compatible avec les objectifs climatiques de la SNBC à horizon 2050. Tous les aspects de la transition sont explorés, l'analyse ne fait pas un focus sur la bioénergie. Il s'appuie sur une revue de littérature, des consultations d'experts et un exercice de modélisation réalisé avec l'outil MoSUT, en se basant sur les retours de la Grande Consultation des Agriculteurs réalisée par le Shift Project. Les intrants considérés ici pour la méthanisation sont les **effluents d'élevage, les CIVE, l'herbe et les fourrages non consommés**. Le rapport modélise **4 scénarios complémentaires**. Les hypothèses testées sont volontairement construites avec des orientations marquées mais suffisamment réalistes pour ne pas être excessivement disruptives par rapport au système agricole actuel.

**Le scénario 1 « Autonomie »** vise à renforcer l'autonomie en fertilisation, alimentation animale et énergie. Il repose sur une réduction des engrais azotés via une forte hausse des surfaces en légumineuses. Les surfaces en maïs ensilage et prairies temporaires disparaissent au profit de cultures riches en protéines : soja (surface multipliée par 4,5) et autres protéagineux (par 4). Aucune culture énergétique dédiée n'est prévue, mais la production locale de biogaz ou de biocarburants est envisagée si des opportunités existent. Les surfaces de fruits et légumes sont doublées pour compenser les importations. La méthanisation reste limitée aux résidus et gisements locaux pertinents. Le résultat production de biogaz de **86 TWh PCS**.

**Le scénario 2 « Bioénergie »** vise à réduire la dépendance énergétique en mobilisant pleinement la biomasse agricole pour la production d'énergie. Les exportations sont limitées aux excédents et les importations fortement restreintes. Ce scénario prévoit un fort développement de la méthanisation par une plus forte mobilisation des effluents d'élevage (70 % partout où cela est possible), mais aussi via des CIVE, des cultures dédiées, de la luzerne et de l'herbe. La baisse de 35 % du cheptel bovin lait et viande permet de libérer de la SAU pour les cultures énergétiques. Le maïs ensilage et les prairies temporaires sont réduits de moitié, tandis que les légumineuses à graines augmentent pour l'alimentation humaine. Le résultat de la production de biogaz de **103 TWh PCS**.

**Le scénario 3 « Export »** vise à maintenir la position exportatrice de la France sur les céréales et oléagineux. Il implique une forte réduction des monogastriques, grands consommateurs de grains, tout en conservant l'importation d'engrais azotés et d'aliments pour animaux. La méthanisation reste marginale, limitée aux opportunités locales, sans recours à des cultures dédiées. Seuls 40 % des déjections animales et 5 % des fourrages excédentaires et prairies sont méthanisés, avec une consommation locale du biogaz produit. Le résultat de la production de biogaz de **81 TWh PCS**.

**Le scénario 4 « Conciliation »**, combine des objectifs de sécurité alimentaire, d'autonomie énergétique et d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. C'est le seul scénario à fixer des objectifs quantitatifs d'autoproduction d'énergie, visant une sortie totale des énergies fossiles dans le secteur agricole. Contrairement aux autres scénarios, il vise aussi à réduire les émissions indirectes et à stocker du carbone à hauteur des émissions directes résiduelles. Il cherche à produire autant d'énergie que ce qui est consommé. L'accent est mis sur l'autonomie de l'alimentation animale pour limiter les importations. La méthanisation est intégrée dans la stratégie énergétique du secteur, exploitant les gisements de biomasse non concurrents avec l'alimentation. Ce scénario met la méthanisation au service de la résilience globale sans entrer en compétition avec d'autres usages agricoles. Le résultat de la production de biogaz estimée à **86 TWh PCS**, dont environ 60 % provient de la biomasse issue des CIVE.

Les conclusions de l'étude montrent que le scénario 2, axé sur la maximisation de la production énergétique, se distingue par une forte production de bioénergies, mais présente un potentiel nourricier réduit, impliquant une baisse importante des exportations de céréales et des protéines animales. Les scénarios 1, 3 et 4 garantissent une production d'énergie au moins égale aux besoins directs et indirects de l'agriculture, assurant ainsi une meilleure résilience face aux aléas énergétiques. Cependant, il reste crucial de structurer les filières pour permettre à l'agriculture de consommer efficacement cette énergie produite.

### **6.3.3 Évaluation du potentiel de production d'énergies renouvelables à partir de la biomasse agricole et forestière française à l'horizon 2050 - IGEDD, CGAAER et Conseil général de l'économie**

Le rapport a été commandé dans le cadre de la **Stratégie nationale bas-carbone 3** (SNBC 3) et de la **Stratégie française énergie-climat**. Il s'agit d'une **mission ministérielle** (Agriculture, Écologie, Énergie) avec une commande politique claire : évaluer l'adéquation entre la demande de biomasse en 2050 pour l'énergie estimée par la SNBC 3 et l'offre de biomasse agricole et forestière d'ici 2050, tout en prenant en compte les autres usages de ces secteurs.

Cette mission s'appuie sur une analyse bibliographique (Solagro, ADEME, etc.) et des entretiens, à partir desquels sont réalisées les hypothèses sur les gisements disponibles d'ici 2050 pour la méthanisation. Ces hypothèses sont ensuite entrées dans le modèle MoSUT, la mission analyse les résultats en sortie leur adéquation avec les estimations de la demande faites par la SNBC, et fait part d'avis sur les hypothèses intrinsèques à MoSUT. Les sources de biomasse méthanisables considérées sont les CIVE, les effluents, les résidus de cultures et les prairies. Elle écarte le recours aux importations de biomasse, considérant la forte demande mondiale future et la relative richesse du territoire français.

Ainsi les principales hypothèses et résultats sur les productions de méthane à l'horizon 2050, sont les suivants : pour les CIVE, la mission estime qu'il n'est pas réaliste de compter sur les **CIVE d'été**, ayant des **rendements trop fluctuants**. La mission estime que la surface en CIVE réaliste serait d'environ 2,5 à 2,8 Mha, avec un rendement de 6 tMS/ha, nécessitant donc une fertilisation en azote. Le potentiel de production de méthane issu des CIVE est estimé à **42 TWh PCS**. La mission retient un potentiel de **13 TWh PCS** de biométhane à partir d'effluents d'élevage. **80 % des effluents d'élevage, selon les hypothèses de MoSut**, sont orientés vers la méthanisation, mais cette hypothèse est susceptible de limiter le potentiel de conversion en agriculture biologique. Concernant les résidus, d'après les hypothèses du modèle MoSut, 85 % des résidus de culture restent au champ. D'après la mission, seulement 1/3 (5 MtMS, soit **10 TWh PCS**) sont valorisés pour produire du biométhane, en raison de leur faible potentiel méthanogène et des difficultés logistiques liées à leur dispersion.



En combinant ces différents gisements, le potentiel accessible de biométhane est estimé à **environ 60-65 TWh à l'horizon 2050**. Toutefois, ce chiffre est jugé optimiste par la mission et reste soumis à de fortes incertitudes : aléas climatiques, difficultés de mobilisation et besoin d'un complément azoté dans les rations, volatilités des prix de la biomasse dans le futur, disponibilité de la main d'œuvre pour mobiliser la biomasse, nécessité d'orientation économiques fortes, ... Ainsi, le **seul recours aux ressources agricoles existantes** (effluents, CIVE d'hiver, résidus, etc.), sans un changement de système et de pratiques agricoles majeures, ne suffit pas à atteindre la demande estimée par la SNBC pour la méthanisation, il manquerait ainsi environ **20 TWh PCS** pour l'atteindre. La mission souligne qu'un fort développement des CIVE, et des autres gisements déjà identifiés, c'est-à-dire les effluents et résidus agricoles, font partie des défis à relever en priorité.

### **6.3.4 Evolution des systèmes agricoles en France : Quels impacts sur la disponibilité et les flux de biomasse méthanisable ? – Eifer, Agrosolutions**

L'étude vise à évaluer, selon une approche réaliste issue du terrain, la capacité réelle de l'agriculture à contribuer aux objectifs de production de biogaz/biométhane fixés par les politiques publiques. Elle propose trois trajectoires agricoles contrastées pour analyser ce potentiel, en tenant compte des limites techniques, économiques et environnementales actuelles. L'étude s'appuie sur une combinaison de revue de littérature, d'entretiens avec des experts du secteur, et d'une modélisation quantitative pour développer 3 scénarios d'évolution des systèmes agricoles. **Le périmètre de l'étude couvre, à l'échelle nationale, les gisements agricoles suivants : effluents d'élevage, résidus de cultures, issues de silos, CIVE (été/hiver) et cultures pérennes dédiées.**

**Dans le scénario 1**, Agriculture multifonctionnelle et « régénératrice », les hypothèses sont basées sur l'abandon de l'ambition productiviste au profit de la valorisation des services écosystémiques et la priorité à la protection et à la régénération du capital naturel, avec une baisse de la productivité due à une limitation des intrants. Dans ce scénario, les effluents d'élevage sont peu disponibles pour la méthanisation par rapport à l'état initial, car le cheptel diminue, et il y a une extensification des systèmes d'élevage. Les surfaces en CIVE augmentent mais elles sont peu exportées pour des usages énergétiques.

**Dans le scénario 2**, Agriculture spécialisée sur l'alimentation, « productiviste » et exportatrice, il y a un maintien d'une agriculture fortement productiviste avec une forte compétitivité à l'export, ainsi que l'utilisation intensive des intrants et des technologies pour maximiser la production agricole tout en respectant les engagements climatiques. Dans ce scénario, les surfaces en CIVE augmentent par rapport à la situation initiale, mais elles ne sont que très peu exportées pour des usages énergétiques, afin de ne pas décaler la date de semis de la culture suivante, en raison du risque climatique (ex : sécheresse sur la culture suivante). Le gisement en effluent reste constant par rapport à la situation initiale.

**Dans le scénario 3**, Agriculture multifonctionnelle orientée sur la performance productive, mais « isolationniste », l'accent est mis sur une production diversifiée pour l'alimentation, l'énergie et les biomatériaux, tout en maintenant la conformité aux objectifs environnementaux grâce à une gestion durable des ressources, mais en abandonnant les ambitions d'exportation. Dans ce scénario, le gisement en effluent diminue du fait de la baisse du cheptel. Les CIVE ont une place importante, et elles sont davantage utilisées en méthanisation en comparaison aux autres scénarios.



Pour les 3 scénarios, les pailles des céréales, oléagineux et protéagineux, sont considérées comme 100% restituées au sol pour leur intérêt agronomique, ainsi le gisement en résidus de cultures disponible pour la méthanisation n'évolue quasiment pas entre les scénarios et la situation initiale. Les auteurs de l'étude qualifient eux-mêmes cette hypothèse comme étant relativement conservatrice.

Résultats en termes de méthanisation : le scénario 3 montre un potentiel élevé pour la production de biométhane grâce à des taux de mobilisation optimisés, tandis que le scénario 1 présente un potentiel plus faible en raison d'une productivité réduite. Au niveau des intrants utilisés, la mobilisation des effluents d'élevage varie selon les scénarios, atteignant jusqu'à 60 % dans le scénario 3. L'énergie produite dans les différents scénarios est la suivante : **dans le S1, la production de biométhane est de 21,1 TWh PCI. Dans le S2, la production de biométhane de 19,2 TWh PCI, avec une forte utilisation des déjections animales et des CIVE. Enfin dans le S3, la production de biométhane de 52,6 TWh PCI, est maximisée par les cultures intermédiaires et une mobilisation efficace des effluents.**

En conclusion, l'étude montre que les scénarios présentent des potentiels variés en matière de production de biométhane, avec des compromis entre les objectifs de sécurité alimentaire et d'autonomie énergétique. Dans le scénario 2, la forte priorité donnée à la production énergétique, rendue possible notamment par une baisse du cheptel bovin, libère de la SAU pour les cultures énergétiques, mais soulève des interrogations sur l'équilibre à maintenir entre production d'énergie et sécurité alimentaire.

### **6.3.5 La biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ? - France Stratégie**

À partir de données issues d'études, de rapports et d'entretiens, cette analyse propose d'identifier et de quantifier les principaux gisements de biomasse agricole mobilisables d'ici 2050, à travers 3 scénarios. Les intrants destinés à la méthanisation étudiés sont : **les effluents d'élevage, les cultures intermédiaires, les surplus d'herbes, et les résidus de cultures** (avec une part méthanisée variable selon les scénarios).

Dans le **scénario «linéaire-2018»**, les volumes de biomasse mobilisables en 2050 résultent d'une extrapolation linéaire des données de 2018, sans modification des pratiques agricoles, des rendements ou du type de valorisation. Dans ce scénario, 50 % des résidus de cultures annuelles sont méthanisés. Les résultats montrent une estimation de **64,9 TWh PCS d'ici 2050**, mobilisable pour la méthanisation, dont la moitié provient du lisier.

Les deux autres scénarios intègrent des changements de pratiques agricoles, avec deux hypothèses communes : baisse de la surface agricole (artificialisation) et rendements constants.

**Le scénario «tendanciel»** repose sur des pratiques assez proches de la situation actuelle.

**Les hypothèses clés de ce scénario sont les suivantes :** 20 % de surfaces en bio ; baisse du cheptel bovin (-18 %) et porcin (< -50 %) ; perte de 1,5 Mha de prairies permanentes, baisse des rendements due à l'agriculture biologique, développement modéré des cultures intermédiaires, 70 % des résidus méthanisés. Les résultats montrent une estimation de **75,9 TWh PCS** mobilisables pour la méthanisation. Les gisements de fumier/lisier y sont plus faibles que dans le scénario « linéaire-2018 », le reste des gisements augmente.

**Le scénario «agroécologique»**, de type exploratoire, intègre de nouvelles pratiques agricoles à plus grande échelle.

**Hypothèses clés :** 60 % de surfaces en agriculture biologique ; baisse du cheptel bovin (-35 %) et porcin (< -50 %) ; compensation partielle de la perte de prairies par des cultures oléagineuses/protéagineuses, fort développement des cultures intermédiaires, des haies et de l'agroforesterie, baisse globale des rendements due aux surfaces en agriculture biologique et pratiques agroécologiques misent en place, 70 % des résidus méthanisés. Les résultats montrent une estimation de **88,7 TWh PCS** mobilisables. Au niveau des gisements ; moins de ressources issues des effluents, des surplus d'herbe, mais une hausse significative des cultures intermédiaires et des résidus de cultures, par rapport au scénario tendanciel. Pour conclure, le scénario « linéaire-2018 » montre que les objectifs de la SNBC ne seront pas atteints avec les **seules ressources actuellement disponibles**. L'étude conclut que le développement de la méthanisation agricole suppose des choix stratégiques forts, combinant meilleure mobilisation des ressources existantes, adoption de nouvelles pratiques (ex : cultures intermédiaires), innovations techniques, voire recours à l'importation ou à d'autres gisements (déchets, algues).

### 6.3.6 Afterres 2050 – Solagro

L'étude Afterres 2050, menée par Solagro, vise à proposer une trajectoire de transition agroécologique du système alimentaire et énergétique français à l'horizon 2050, compatible avec les objectifs climatiques. Elle cherche à démontrer la faisabilité d'un système agricole et alimentaire durable, sobre, équitable et autonome, sans pari technologiques. La version analysée ici est celle publiée en novembre 2025, qui est l'actualisation de la version de 2016.

L'étude repose sur une modélisation agro-environnementale complète du territoire français métropolitain. Cette version du scénario est articulée avec deux autres scénarios, négaWatt (centré sur les questions d'énergie et la sortie des énergies fossiles et fissiles d'ici 2050) et négaMat (qui traite de la question des ressources, afin de réduire la pression exercée sur les ressources minières et géologiques). Cette étude utilise le modèle Afterres, un outil de simulation spatialisé, basé sur des données nationales de référence (Agreste, Teruti, Corine Land Cover, etc.). Cette étude fait un focus spécifique sur le lien entre agriculture, alimentation et production d'énergie renouvelable (dont la méthanisation).

Les gisements couverts pour la méthanisation sont les effluents d'élevage, les CIVE, les résidus de culture, herbes et cultures fourragères méthanisées. Contrairement à la version de 2016, cette version d'Afterres 2050, n'intègre plus de nouvelles ressources prospectives (algues et biomasses aquatiques et sous-produits de nouvelles filières agricoles diversifiées). L'étude exclut les cultures principales dédiées (ce qui était déjà le cas dans la version de 2016).

En termes d'hypothèses, le scénario envisage une généralisation des cultures intermédiaires d'ici 2050. Motivé par des enjeux de santé des sols et de recyclage des nutriments, il prévoit qu'une partie de ces couverts soit valorisé en méthanisation. Le cheptel bovin recule de 49 % et celui de porcs de 54 %, dans un contexte général d'extensification des élevages. Dans ce cadre, la méthanisation connaît un essor majeur et devient une ressource économique et sociale de premier plan pour le secteur agricole, au même titre que des filières structurantes comme le blé ou le lait. La méthanisation agricole fournit 142 TWh PCI d'énergie primaire, soit 130 TWh de biogaz, dont plus d'un tiers issu de la valorisation des CIVE.

## 7. Glossaire

**CIVE** : Une CIVE est une culture implantée entre deux cultures principales sur une même parcelle, spécifiquement cultivée pour être récoltée puis utilisée comme intrant dans une unité de méthanisation agricole. Elle se distingue des cultures intermédiaires classiques (comme les CIPAN) par le fait que sa biomasse est exportée et valorisée énergétiquement, au lieu d'être restituée directement au sol.

Les CIVE sont reconnues comme des cultures intermédiaires multi-services (CIMS), par la diversité des services agroécologiques qu'elles fournissent : captation de l'énergie solaire durant l'interculture, limitation des pertes en nitrates, protection du sol, elles permettent parfois de produire trois récoltes en deux ans sans créer de concurrence d'usage direct avec l'alimentation humaine ou animale. Selon la définition réglementaire (décret n°2022-1120 du 4 août 2022) la CIVE est une culture «non principale», semée et récoltée entre deux cultures principales au sein d'une même ou de deux années civiles consécutives.

Les CIVE sont classées en deux catégories qui diffèrent par leur période de semis et de récolte :

- **Les CIVE d'hiver** sont semées à la fin de l'été ou au début de l'automne et récoltées au début du printemps, avant la plantation de cultures alimentaires de printemps. Elles sont moins sensibles aux conditions hydriques, mais peuvent consommer une partie des réserves en eau du sol, ce qui peut affecter la culture suivante.
- **Les CIVE d'été** sont, quant à elles, semées en été après une culture d'hiver et récoltées en début d'automne. Elles dépendent fortement de l'humidité du sol pour leur développement, ce qui peut limiter leur productivité en cas de sécheresse. Leur cycle de croissance est plus court, ce qui réduit leur impact sur la culture suivante en termes de consommation d'eau.

**Le modèle MOSUT (Modélisation Systémique de l'Usage des Terres)** est un modèle développé par Solagro, initialement conçu pour la publication Afterres 2050 en 2016, et depuis continuellement enrichi. Il est présenté comme un outil d'aide à la décision pour les secteurs de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt. Il est présenté sous forme de tableur, et met la demande en énergie et alimentation (dont le résultat dépend de variables telles que la consommation par habitant, les régimes alimentaires, les importations/exportations, la démographie) en adéquation avec l'offre (dont le résultat dépend des systèmes agricoles, de la taille et composition des cheptels, de la gestion forestière, de l'évolution de l'artificialisation des terres, etc.). MoSut peut prendre en compte l'impact du changement climatiques sur diverses variables, comme les rendements agricoles.

### Fonctionnement :

- L'utilisateur choisit certaines variables à modifier, par exemple la proportion d'élevage laitier nourri exclusivement à l'herbe.
- MoSUT rééquilibre automatiquement le reste des variables qui sont connectées à ce qui a été modifié (surfaces en fourrages, autres types d'élevage, etc.) afin que l'offre et la demande restent équilibrées (pour la production et la consommation de lait dans cet exemple).
- Le modèle fournit également des résultats détaillés : consommations d'énergie directes et indirectes, émissions de gaz à effet de serre (GES), balance commerciale, empreinte carbone, et indicateurs agroécologiques : consommation d'eau, usage d'intrants, surfaces favorables à la biodiversité, qualité de l'air, etc.
- Tous ces indicateurs peuvent être des objectifs, mais pour y parvenir, l'utilisation est itérative : l'utilisateur ajuste progressivement les variables, pas à pas, pour parvenir aux objectifs

Les paramètres et niveau des variables pour l'état actuel proviennent des bases statistiques publiques. Les projections, dans le cadre d'Afterres 2050 par exemple, sont basées sur des séries statistiques et sur les hypothèses d'évolutions discutées avec des experts des différents sujets. Les analyses peuvent être réalisées de l'échelle nationale à l'échelle communale (selon disponibilité des données).



## 8. Bibliographie

**ADEME.** [Transition\(s\) 2050. Choisir maintenant. Agir pour le climat.](#) 2021. 687 pages

**Agrosolutions & Eifer.** [Évolution des systèmes agricoles en France : quels impacts sur la disponibilité et les flux de biomasse méthanisable ? Rapport d'étude.](#) 2022. 41 pages

**COUTURIER Christian, AUBERT Pierre-Marie, DURU Michel, avec les contributions de Natalien Carlier, Sylvain Doublet, et Johannes Svensson.** [Quels systèmes alimentaires durables demain ? Analyse comparée de 16 scénarios compatibles avec les objectifs de neutralité climatique.](#) 2021. 62 pages

**COUTURIER Christian, CHARRU Madeleine, DOUBLET Sylvain, POINTEREAU Philippe, avec l'associtation Solagro.** [Afterres2050 : un scénario soutenable pour l'agriculture et l'utilisation des terres en France à l'horizon 2050.](#) 2016. 96 pages

**COUTURIER Christian, DOUBLET Sylvain, MALAFOSSE Florin, GILBERT Caroline, pour Solagro.** [Afterres2050 – Édition 2026 : un scénario pour l'agriculture et l'alimentation.](#) 2026. 68 pages

**France Stratégie.** [La biomasse agricole : quelles ressources pour quel potentiel énergétique ?](#) 2021. 136 pages

**IGEDD, CGAAER et Conseil général de l'économie.** [Évaluation du potentiel de production d'énergies renouvelables à partir de la biomasse agricole et forestière française à l'horizon 2050,](#) 2023. 158 pages

**The Shift Project.** [Pour une agriculture bas carbone, résiliente et prospère : rapport final 2050.](#) 2025. 251 pages





## TOUS AMBASSADEURS !

N'hésitez pas à suivre et repartager nos actualités  
sur les réseaux sociaux !

