

Avril 2026

Comment éliminer le méthane fatal ?

Comment éliminer le méthane fatal ?

A propos de ce rapport

Le méthane représente aujourd'hui environ 20 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre et constitue l'un des principaux moteurs du réchauffement climatique à court terme. Ce rapport s'intéresse plus particulièrement au méthane fatal, c'est-à-dire au méthane d'origine anthropique qui est émis dans l'atmosphère sans être évité, capté, valorisé ou détruit tout au long des chaînes de valeur énergétiques, agricoles et des déchets.

Il a pour objectif de :

- dresser un état des lieux des émissions de méthane d'origine anthropique, en identifiant leurs principales sources et ordres de grandeur ;
- repérer les points de perte et les marges d'action possibles à chaque étape de la chaîne de valeur du méthane ;
- cartographier les solutions techniques existantes ou émergentes permettant d'y faire face ;
- proposer des leviers d'action politiques, technologiques, économiques, réglementaires et sociétaux pour une action coordonnée à court et à moyen terme.

Conditions de diffusion

Cette publication est mise à disposition sous licence libre. La reproduction et la diffusion totale ou partielle des textes de cette publication sont possibles pour toute utilisation non commerciale, en l'état et sans modification.

Comment citer ce rapport :

Nakhle, E., Dupin J. *Comment éliminer le méthane fatal ?* Rapport Zenon Research. Avril 2026

Où trouver ce rapport

Ressource en ligne / Elle est disponible gratuitement sur zenon.ngo

Autrice

Elsie Nakhle

Analyste

Zenon Research

Sous la direction scientifique de

Jean-Baptiste Dupin

Zenon Research

Relecteurs

Antoine Halff – Chief Analyst & Co-founder de Kayrros

Elodie Le Cadre – Directrice de l'Offre Décarbonation – Unités industrielles de Veolia



Sommaire

1	Le méthane fatal : un levier climatique sous-exploité	04
	Un gaz à effet de serre majeur mais souvent négligé	05
	Une part croissante dans le réchauffement climatique	05
	Un symptôme de sous-efficacité industrielle	08
	Un levier rapide pour le climat	08
	Des politiques publiques encore fragmentées	09
2	Les émissions de méthane	10
	Une approche systémique du cycle du méthane	11
	La chaîne de valeur du méthane	11
	Répartition géographique et dynamiques régionales	12
	Les émissions fatales : un enjeu transversal	13
	Comment réduire les émissions de méthane ?	14
3	Eviter & Capturer : Prévenir et valoriser	15
	Eviter les émissions : une priorité stratégique et immédiate	16
	Capter : transformer une perte en ressource	17
	Complémentarité des approches et limites	18
	Perspectives et recommandations	19
	Références	21





1

Le méthane fatal : un levier climatique sous-exploité

Un gaz à effet de serre majeur mais souvent négligé

Une part croissante dans le réchauffement
climatique

Un symptôme de sous-efficacité industrielle

Un levier rapide pour le climat

Des politiques publiques encore fragmentées

Un gaz à effet de serre majeur mais souvent négligé

Le méthane (CH₄) est le deuxième gaz à effet de serre (GES) d'origine anthropique après le CO₂. Bien qu'il soit environ 200 fois moins concentré dans l'atmosphère que le CO₂, son potentiel de réchauffement global (PRG) est 84 fois supérieur à celui du CO₂ sur 20 ans et 28 fois supérieur sur 100 ans (IPCC, 2021 ; Lynch et al. 2020). Le PRG exprime la capacité d'un gaz à piéger la chaleur dans l'atmosphère par rapport au CO₂, en tenant compte de son pouvoir radiatif et de sa durée de vie atmosphérique.

Cette dynamique explique pourquoi le CH₄ agit comme un amplificateur à court terme du réchauffement climatique. Son effet décroît rapidement du fait de sa courte durée de vie atmosphérique et de son oxydation en CO₂, qui prolonge partiellement son impact climatique après la disparition du méthane lui-même.

Ainsi, alors que le CO₂ a un effet plus faible mais persistant (plus de 100 ans dans l'atmosphère), le méthane a un effet plus intense mais de durée plus limitée (IPCC, 2021). Cette différence explique l'usage de deux horizons pour le potentiel de réchauffement global (PRG) : le PRG20, qui reflète l'impact à court terme, et le PRG100, utilisé dans les inventaires internationaux, ainsi que dans ce rapport. Le choix de l'horizon modifie fortement l'évaluation du rôle du méthane : son impact est environ trois à quatre fois plus élevé en PRG20 qu'en PRG100.

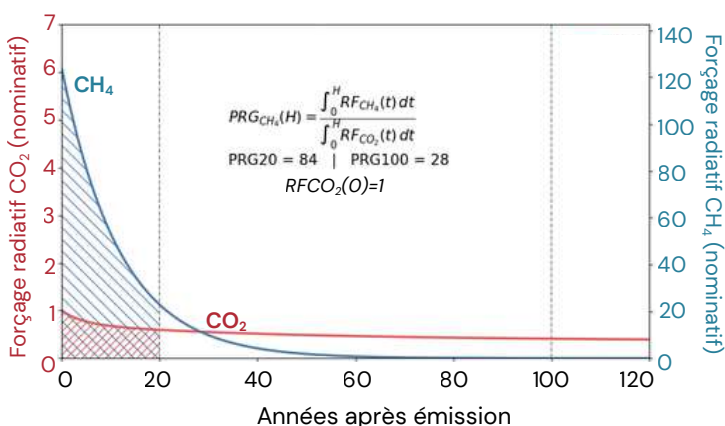


Figure 1 : Évolution du forçage radiatif¹ du CO₂ et CH₄ après leur émission (IPCC, 2013 ; Zenon, 2026).

Le PRG est calculé comme le ratio des 2 aires sous les courbes, donc le PRG 20 est le ratio des deux aires hachurées.

Cette différence d'impact entre court et long terme se comprend à travers l'évolution du forçage radiatif des gaz après leur émission. Le méthane présente un forçage radiatif très élevé immédiatement après son émission, mais qui décroît rapidement pour devenir quasi nul après quelques décennies (Fig. 1 en bleu). À l'inverse, le CO₂ (en rouge) a un effet initial plus faible, mais persistant sur plus d'un siècle.

Le PRG correspond à l'intégration de cet effet dans le temps, c'est-à-dire à la surface sous la courbe du forçage radiatif d'un gaz comparée à celle du CO₂ sur un horizon donné. Ainsi, selon l'horizon choisi, le poids relatif du méthane varie fortement, ce qui explique les écarts observés entre PRG20 et PRG100.

La durée de vie atmosphérique effective du méthane est d'environ une dizaine d'années (≈12 ans), ce qui reste très court comparé au CO₂ qui persiste pendant des siècles. Cette durée de vie confère au méthane un potentiel de réchauffement plus intense mais de durée plus limitée : un ralentissement perceptible du rythme de réchauffement à l'échelle de quelques décennies.

Une part croissante dans le réchauffement climatique

Le méthane contribue aujourd'hui à environ 16 % de l'augmentation du forçage radiatif des gaz à effet de serre à longue durée de vie depuis l'ère préindustrielle (IPSL, 2024). Cette valeur correspond à la contribution du méthane au forçage radiatif actuel, c'est-à-dire à son effet direct sur l'équilibre énergétique de l'atmosphère. Elle diffère des estimations de contribution au réchauffement observé, qui peuvent être plus élevées car elles intègrent également certains effets indirects du méthane sur la chimie atmosphérique.

Il est toutefois essentiel de distinguer :

- les émissions naturelles, principalement issues des zones humides, des océans ou de certaines sources géologiques ;
- les émissions anthropiques directes, issues des activités humaines, qui ont déséquilibré ce cycle depuis le XIX^e siècle.

¹ Le forçage radiatif désigne la modification de l'équilibre énergétique de la Terre causée par un facteur externe (gaz à effet de serre, aérosols, changements d'albédo, etc.). Il correspond à la variation nette du flux d'énergie radiative (en W/m²) au sommet de l'atmosphère ou à la tropopause, induite par ce facteur. Un forçage radiatif positif entraîne un réchauffement du système climatique, tandis qu'un forçage négatif provoque un refroidissement.

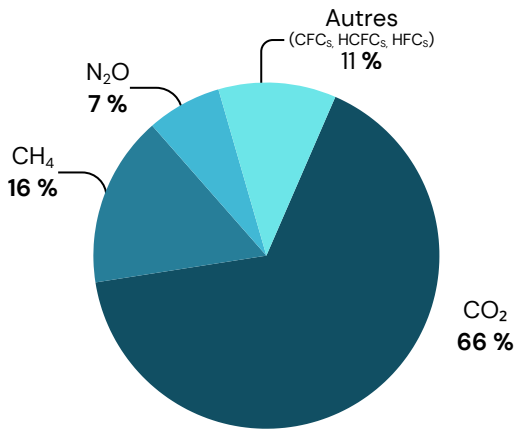


Figure 2 : Contributions des principaux GES à longue durée de vie à l'élévation globale du forçage radiatif depuis l'ère préindustrielle (1750) (NOAA, 2020).

Les activités humaines sont ainsi responsables de manière directe d'environ 60 % des émissions mondiales totales de CH₄. Cette contribution explique l'essentiel de l'augmentation récente de sa concentration atmosphérique, passée d'environ 720 parties par milliard (ppb) à l'ère préindustrielle à plus de 1 900 ppb aujourd'hui (IPCC).

En l'absence d'émissions anthropiques, la concentration de méthane serait restée proche de son niveau préindustriel, dominé par des sources naturelles relativement stables telles que les zones humides. Ces écosystèmes émettent du méthane par dégradation anaérobie

de la matière organique, un processus ancien et auto-régulé à l'échelle climatique.

Toutefois, les activités humaines influencent également ces émissions dites "naturelles" notamment par le drainage ou l'artificialisation des sols, le changement d'usage des terres et le réchauffement climatique lui-même, qui modifie l'étendue et le fonctionnement des zones humides. La hausse rapide observée depuis le milieu du XX^e siècle reste néanmoins principalement imputable aux émissions directes issues de l'agriculture, de l'exploitation des énergies fossiles et de la gestion des déchets.

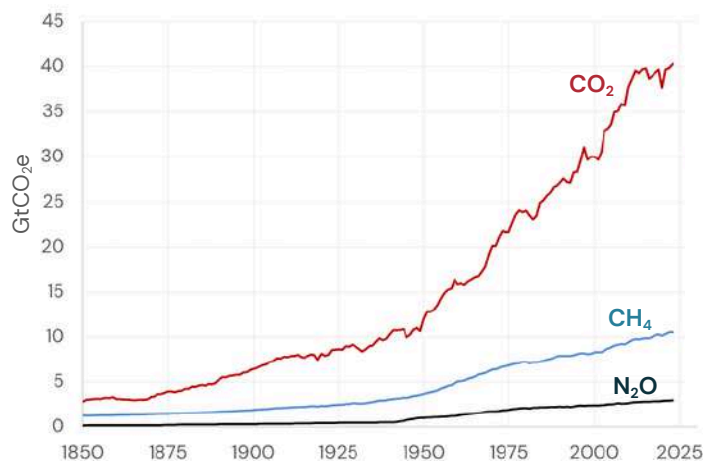


Figure 3 : Emissions annuelles anthropiques de CO₂, méthane CH₄ et N₂O en CO₂ eq. (1850-2025). (Our World in Data ; Zenon, 2026)

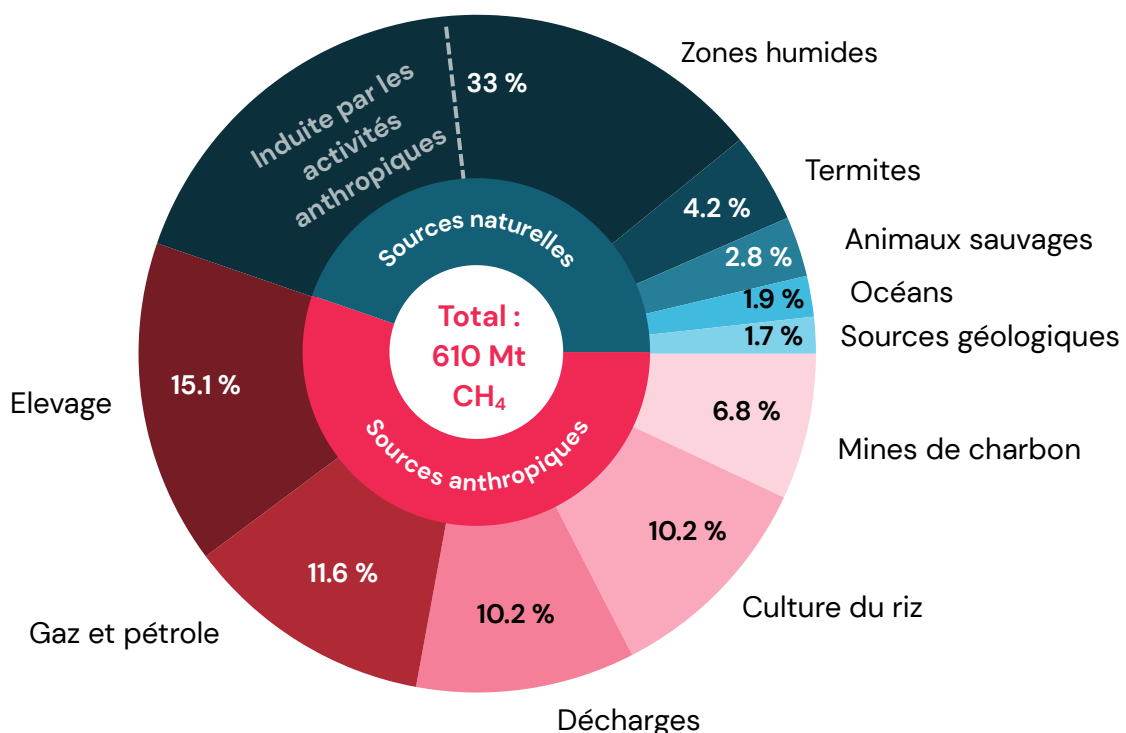


Figure 4 : Répartition des sources d'émission de méthane (TEREGA ; AIE ; Zenon, 2026)

Au total, les émissions anthropiques directes² atteignent environ 610 Mt de méthane par an (AIE, 2025). Elles peuvent être distinguées en deux grandes catégories selon leur potentiel de réduction à court terme : le méthane fatal et les émissions structurelles.

Le **méthane fatal** correspond au méthane perdu sans valorisation, émis de manière diffuse ou accidentelle tout au long de la chaîne de valeur : fuites d'infrastructures, torchage incomplet, effluents non traités, décharges sans système de captage du biogaz, etc. Ces émissions constituent un gisement prioritaire de réduction à court terme, car elles résultent principalement d'inefficacités techniques, économiques ou opérationnelles (IEA, 2025 ; UNEP, 2021).

Les **émissions structurelles** (≈350-380 Mt CH₄/an) sont liées à des processus biologiques difficiles à éviter, notamment la fermentation entérique des ruminants et la riziculture inondée. Ces émissions ne sont pas strictement inévitables, mais leur réduction repose sur des transformations structurelles des systèmes agricoles et alimentaires (AIE 2025 ; IPCC 2022).

Une part substantielle des émissions anthropiques, notamment dans les secteurs de l'énergie, des déchets et de certaines pratiques agricoles, correspond à des émissions techniquement évitables ou récupérables. Il est estimé que près de 75 % des émissions actuelles issues du secteur de l'énergie pourraient être réduites avec les technologies existantes (AIE, 2024).

Cette catégorie de méthane fatal constitue le cœur du présent rapport, dans la mesure où elle représente un gisement majeur de réduction à court terme. Elle est principalement traitée par des stratégies de captage, qui permettent de récupérer un gaz aujourd'hui perdu. En parallèle, les émissions structurelles relèvent davantage de stratégies d'évitement, visant à réduire la formation du méthane à la source.

Environ 40 % des émissions mondiales de méthane du secteur de l'énergie pourraient être réduites d'ici 2030 à coût nominal nul ou négatif (AIE 2024), c'est-à-dire avec un bénéfice économique net lorsque le méthane

est récupéré ou valorisé. Cette estimation reste toutefois théorique et partielle, car elle ne reflète pas l'ensemble des contraintes économiques, institutionnelles et politiques qui limitent la mise en œuvre effective de ces mesures. Ce potentiel correspond principalement à des actions de réduction des fuites dans le secteur des hydrocarbures, à la suppression du torchage routinier, ainsi qu'à l'amélioration du captage du méthane dans les déchets et les effluents. Dans les décharges, les leviers principaux sont l'augmentation du taux de captage du biogaz (par un meilleur réglage du réseau de gaz et une couverture plus étanche des casiers) puis, lorsque le biogaz n'est pas valorisé, son torchage contrôlé. Dans certains pays, certaines décharges restent encore très partiellement couvertes.

Ce choix de focalisation n'exclut pas pour autant les stratégies d'évitement appliquées à certaines émissions anthropiques structurelles, notamment dans l'agriculture ou la gestion des déchets. Celles-ci sont également abordées dans le rapport, mais dans une perspective complémentaire, souvent associée à des changements de pratiques ou de systèmes de production s'inscrivant sur des horizons de moyen à long terme.

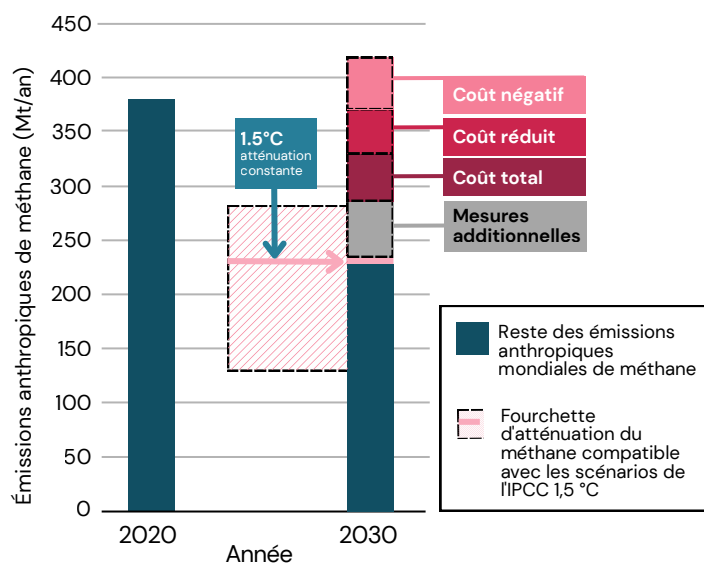


Figure 5 : Les émissions de méthane anthropiques et le potentiel de réduction (CCAC, 2021)

La figure 5 distingue les mesures selon leur coût marginal d'abattement. Les mesures à "coût négatif" correspondent aux cas où la valeur du méthane récupéré couvre les dépenses techniques nécessaires, tandis que les mesures "low cost" désignent un coût d'abattement faible sans être nul.

² Certaines activités humaines influencent indirectement les émissions de méthane en modifiant les processus naturels (climat, usage des sols). Ces émissions, difficiles à mesurer et à attribuer, ne sont généralement pas comptabilisées mais affectent le cycle global du méthane (IPCC, 2021).

Un symptôme de sous-efficacité industrielle

Le concept de méthane fatal s'applique aux émissions de CH₄ qui ne sont ni captées, ni valorisées, ni détruites, donc perdues tout au long de la chaîne de valeur : fuites de gaz naturel, torchage incomplet, effluents non couverts, décharges à ciel ouvert, etc.

Ces émissions ne résultent pas d'un manque de solutions techniques, mais de lacunes dans l'organisation et la régulation des systèmes de production. Elles sont favorisées par une combinaison de facteurs économiques (faible valorisation du gaz perdu, coûts d'investissement initiaux), techniques (sources diffuses, infrastructures vieillissantes), et institutionnels (absence de mesure systématique, cadres réglementaires fragmentés).

En ce sens, le méthane fatal peut être interprété comme le symptôme de sous-efficacités industrielles et territoriales, où une ressource énergétique est perdue en raison de contraintes techniques, institutionnelles, économiques ou organisationnelles. Ces émissions représentent une perte énergétique et économique directe : le méthane est la composante principale du gaz naturel, et chaque tonne perdue équivaut à une ressource gaspillée.

Un levier rapide pour le climat

Agir sur le méthane constitue l'une des stratégies les plus efficaces à court terme pour limiter le réchauffement, en raison de sa forte contribution au forçage radiatif et de sa durée de vie atmosphérique relativement courte. Contrairement au CO₂, dont une partie des émissions persiste dans l'atmosphère pendant plusieurs siècles, une réduction rapide des émissions de CH₄ se traduit par une diminution perceptible du réchauffement en quelques décennies (UNEP, 2021 ; IPCC, 2021).

À titre d'ordre de grandeur, une réduction d'environ 40 %³ des émissions mondiales de méthane d'ici 2030 (tous secteurs confondus) pourrait permettre d'éviter environ 0,3 °C de réchauffement d'ici 2040 (AIE, 2025).

Cette approche est complémentaire aux stratégies de décarbonation des systèmes énergétiques et industriels : là où la neutralité carbone (CO₂) agit sur le long terme, la maîtrise du méthane offre un bénéfice climatique immédiat, essentiel pour limiter l'ampleur du réchauffement climatique à court terme et maintenir des trajectoires compatibles avec les objectifs climatiques internationaux.



³ Cet ordre de grandeur est distinct des estimations sectorielles évoquées précédemment.

Des politiques publiques encore fragmentées

Malgré son importance croissante, le méthane reste moins réglementé que le CO₂ : le Global Methane Pledge, lancé à la COP26 en 2021, a marqué une étape politique majeure, avec plus de 150 pays engagés à réduire collectivement leurs émissions de méthane de 30 % d'ici 2030. Cet engagement a marqué une étape politique structurante, mais demeure en deçà des trajectoires compatibles avec le respect du seuil de +1,5 °C, qui nécessiteraient plutôt des réductions de l'ordre de 40 à 45 % à l'horizon 2030. En outre, le caractère volontaire et non contraignant de cet engagement explique des mises en œuvre très variables selon les pays. Si plus de 150 pays ont rejoint le Global Methane Pledge, seule une minorité a formalisé des stratégies nationales couvrant plusieurs secteurs émetteurs et reposant sur des cadres MRV⁴ robustes.

Des réductions significatives ont été observées dans certains pays, notamment dans le secteur énergétique via la réduction des fuites et du torchage, mais ces progrès restent localisés et insuffisants pour infléchir la trajectoire globale, les émissions de méthane continuant d'augmenter à l'échelle mondiale (IEA, 2025 ; UNEP, 2023).

À l'échelle européenne, un règlement adopté en 2024 impose des obligations de détection, de mesure et de réduction des fuites de méthane pour les infrastructures pétrolières et gazières présentes sur le territoire de l'Union, tout en introduisant également des exigences de transparence pour les hydrocarbures importés, qui concentrent aujourd'hui une grande partie des émissions associées à la consommation européenne. En revanche, les politiques relatives aux secteurs agricole et des déchets demeurent moins structurées. La France, bien qu'engagée dans la méthanisation et la valorisation du biogaz, ne dispose pas encore d'une stratégie unifiée spécifiquement dédiée à la réduction du méthane fatal.



⁴ Monitoring, Reporting and Verification (mesure, déclaration et vérification des émissions)



2

Les émissions de méthane

Une approche systémique du cycle du méthane

La chaîne de valeur du méthane

Répartition géographique et dynamiques régionales

Les émissions fatales : un enjeu transversal

Comment réduire les émissions de méthane ?

Une approche systémique du cycle du méthane

Le méthane est émis à différentes étapes des chaînes de valeur industrielles, agricoles et territoriales.

Dans tous les cas, ces émissions sont liées à des processus de dégradation ou du production incomplète, des infrastructures imparfaitement étanches, ou des absences de valorisation énergétique.

La compréhension des fuites de méthane nécessite donc une approche systémique, allant de la production jusqu'à l'usage final, en intégrant toutes les étapes intermédiaires où le gaz peut être perdu, ventilé ou brûlé sans contrôle.

La chaîne de valeur du méthane



Production

Processus principal : Génération de méthane par dégradation biologique ou extraction de gaz naturel.

Points de pertes typiques : Émanations diffuses lors de la fermentation, du forage ou du dégazage naturel.

Secteurs concernés : Agriculture (ruminants, effluents), déchets organiques, énergie (pétrole, gaz, charbon).



Traitement

Processus principal : Purification, compression ou transformation du CH₄ brut en biogaz ou biométhane.

Points de pertes typiques : Fuites dans les équipements (compresseurs, vannes), torchage de surplus, purification incomplète.

Secteurs concernés : Raffineries, unités de biogaz, stations de traitement des eaux usées.



Collecte

Processus principal : Captage du méthane à la source ou via réseaux de récupération.

Points de pertes typiques : Systèmes de captage incomplets, pression insuffisante, canalisations non étanches.

Secteurs concernés : Méthanisation, biogaz agricole, captage de décharges, puits pétroliers.



Transport

Processus principal : Acheminement du gaz capté ou extrait par gazoduc, navire ou autres infrastructures logistiques.

Points de pertes typiques : Fuites sur gazoducs, stations de compression, terminaux et chaîne GNL.

Secteurs concernés : Gaz naturel, GNL, infrastructures de transport.



Valorisation

Processus principal : Utilisation énergétique ou industrielle du méthane capté.

Points de pertes typiques : Combustion incomplète, pertes à l'usage, inefficience des moteurs ou chaudières.

Secteurs concernés : Production d'électricité, carburants alternatifs, réseaux de gaz naturel.



Traitement des résidus et flux résiduels

Processus principal : Traitement des résidus organiques et gestion des flux résiduels de méthane

Points de pertes typiques : Oxydation incomplète, stockage non étanche, absence de filtration biologique.

Secteurs concernés : Décharges, sols filtrants, biofiltres, torchage passif.

Répartition géographique et dynamiques régionales

Les émissions de méthane présentent une répartition géographique fortement hétérogène, reflétant les structures économiques, les systèmes énergétiques et agricoles, ainsi que le degré de maturité réglementaire des différentes régions du monde. L'observation satellitaire⁵ met en évidence une concentration des panaches dans certains bassins énergétiques et zones agricoles intensives, confirmant que les émissions de méthane sont spatialement réparties, liées à des activités identifiables.

L'Asie concentre une part significative des émissions mondiales, sous l'effet combiné d'une forte activité agricole, de systèmes de gestion des déchets encore rudimentaires, avec peu de dispositifs de captage ou de contrôle des émissions et d'infrastructures énergétiques encore largement fossiles. Le Moyen-Orient et certaines régions d'Eurasie se distinguent principalement par leurs émissions liées au pétrole et au gaz, notamment autour de bassins d'extraction majeurs. L'Amérique du Nord présente des volumes élevés, mais également une amélioration notable des dispositifs de surveillance. L'Europe, bien que moins émettrice en volume absolu, dispose de dispositifs de suivi

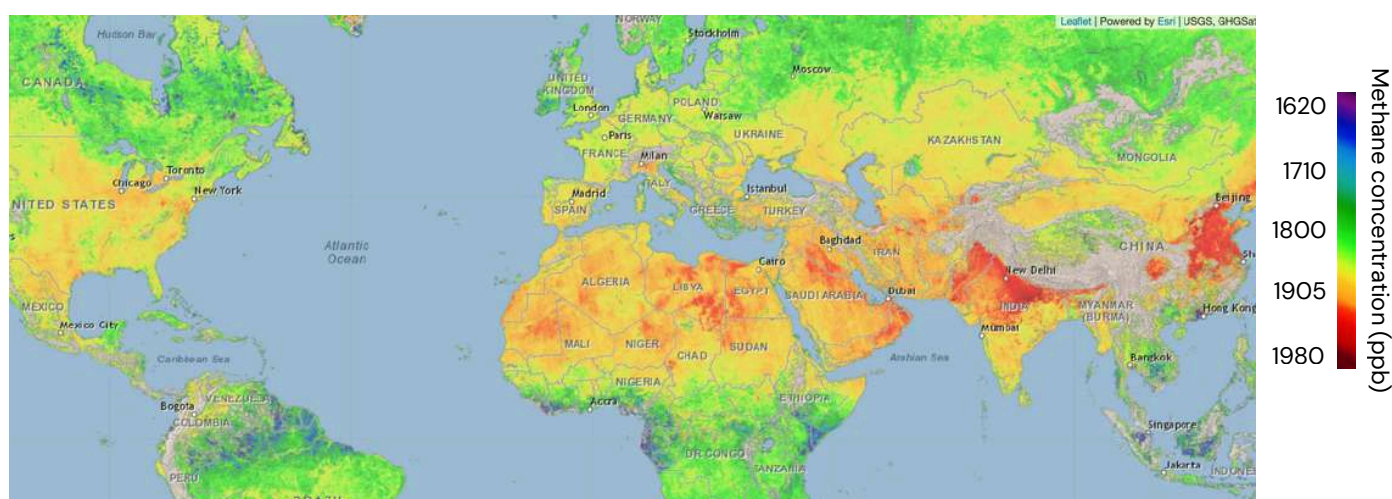


Figure 6 : Les émissions de méthane globales – période : 11 avril 2020 au 10 octobre 2020 (GHGSat, 2020)

et de cadres réglementaires plus développés dans certains secteurs, notamment l'énergie, même si les politiques restent incomplètes dans d'autres domaines comme l'agriculture ou les déchets.

Les comparaisons entre émissions déclarées aux instances internationales et estimations indépendantes issues de l'analyse satellitaire et des bases de données techniques révèlent des écarts significatifs dans plusieurs régions. Ces divergences traduisent moins une incertitude scientifique qu'un déficit de mesure homogène et de systèmes MRV harmonisés. Elles soulignent l'importance croissante des données indépendantes pour compléter les inventaires nationaux, en particulier dans les secteurs énergétiques.

Par ailleurs, la disponibilité des données mesurées demeure inégale selon les régions. Certaines zones disposent désormais de campagnes de mesure

régulières et de cadres réglementaires favorisant la transparence, tandis que d'autres restent caractérisées par une couverture instrumentale limitée.

Les dynamiques régionales sont ainsi déterminantes pour l'action climatique. Dans les régions industrialisées, la priorité est l'amélioration continue du contrôle des fuites et de la conformité réglementaire. Dans les économies émergentes et les régions en développement, les marges de réduction sont souvent importantes, mais leur mise en œuvre dépend moins du seul accès au financement que des capacités institutionnelles, des conditions de valorisation du gaz, de la disponibilité des technologies et de la structuration des filières.

⁵ Les inventaires de méthane existaient avant l'essor des satellites, mais les observations spatiales ont considérablement amélioré la détection, la localisation et la vérification indépendante de certaines émissions, notamment les plus importantes.

L'analyse géographique montre enfin que le potentiel de réduction du méthane n'est pas seulement fonction du volume d'émissions, mais aussi de la qualité des systèmes de mesure, de la structuration des filières et du niveau d'intégration réglementaire. La répartition spatiale des émissions constitue ainsi un élément central pour orienter les stratégies d'évitement et de captage développées dans les sections suivantes.

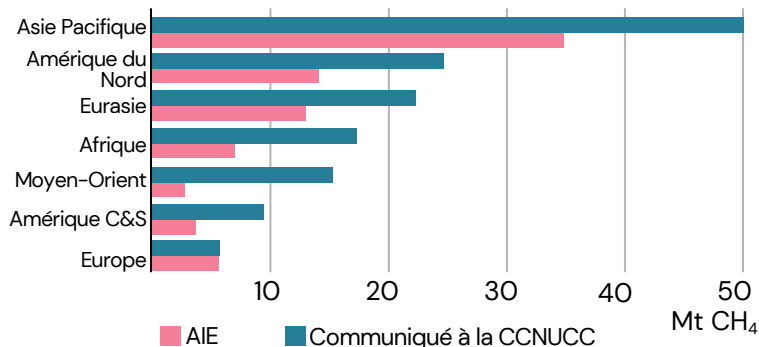


Figure 7 : Émissions de méthane liées à l'énergie déclarées à la UNFCCC et estimations de l'AIE (AIE, 2025)

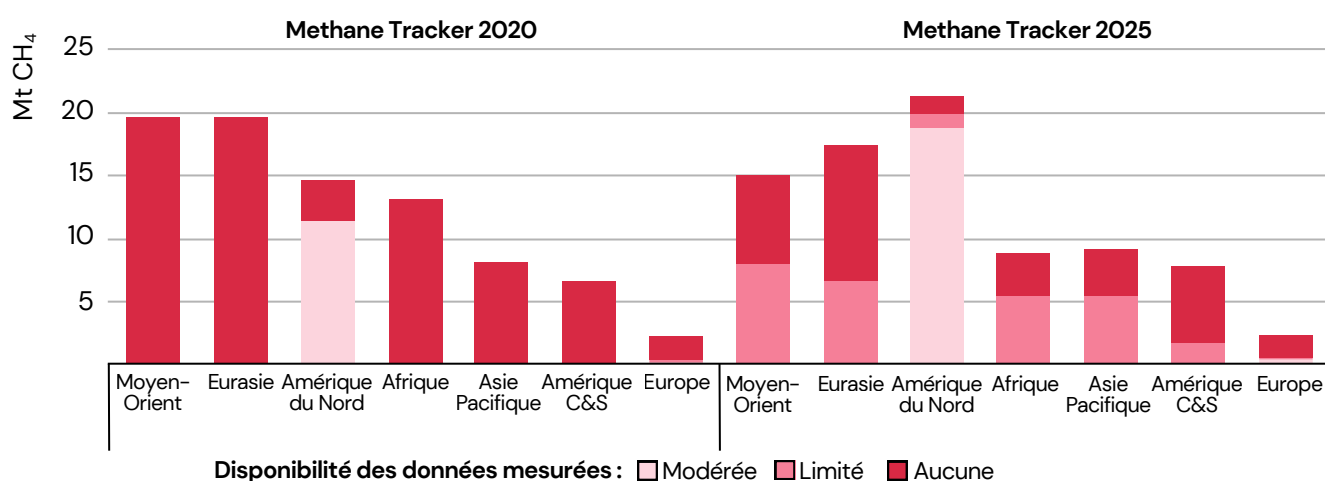


Figure 8 : Estimations des émissions de méthane provenant du secteur pétrolier et gazier et disponibilité des données correspondantes (AIE, 2025)

Les émissions fatales : un enjeu transversal

Les émissions de méthane fatal ne relèvent pas d'un seul secteur, mais de lacunes communes dans la gestion, la mesure et la valorisation :

- **Techniques** : absence d'équipements de captage, insuffisance des dispositifs de mesure des débits et des concentrations de méthane, torchage inefficace.
- **Économiques** : faible incitation à valoriser un gaz non comptabilisé
- **Institutionnelles** : manque de coordination entre politiques agricoles, énergétiques et de déchets.

Leur réduction nécessite une vision intégrée de la chaîne de valeur, où chaque point de perte devient un point potentiel de valorisation.



Comment réduire les émissions de méthane ?

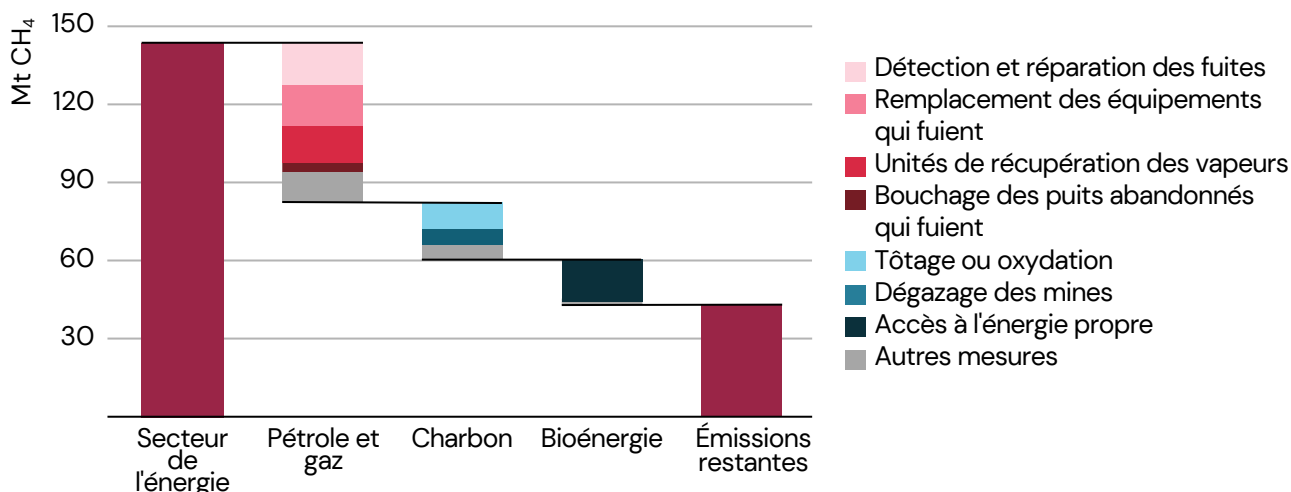
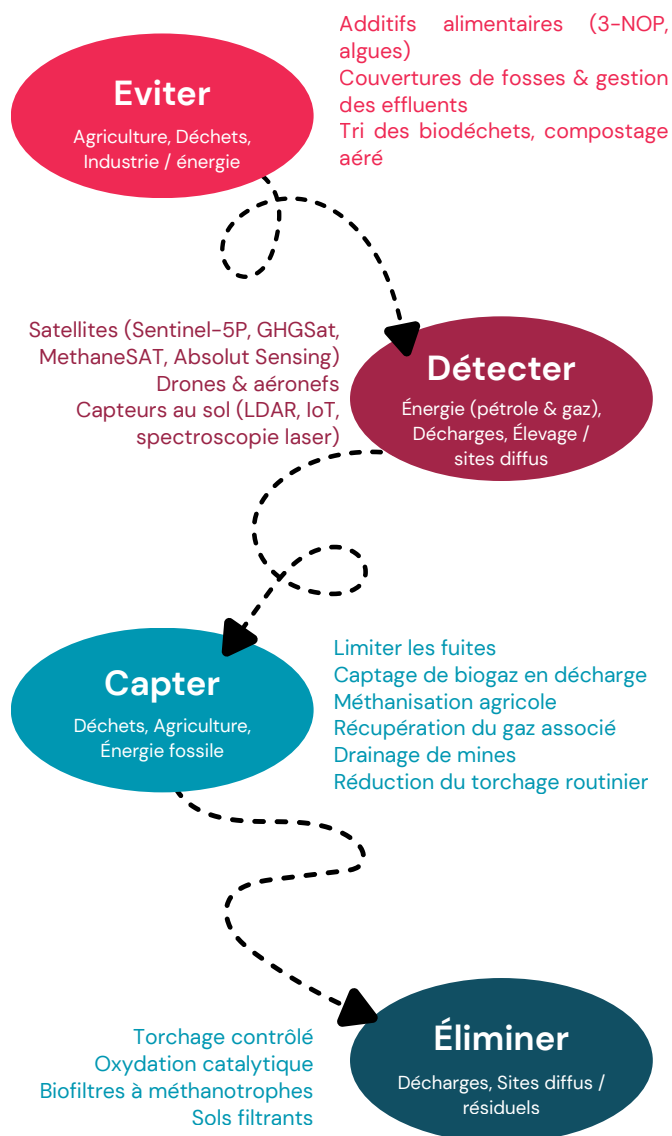
La réduction des émissions de méthane repose sur quatre grandes familles de solutions complémentaires :

- Éviter la formation de CH₄ à la source⁶
- Détecter les fuites ou émissions diffuses
- Capturer le méthane (idéalement) avant qu'il ne s'échappe dans l'atmosphère
- Éliminer le méthane résiduel lorsqu'il ne peut pas être capté.

Les différents leviers de réduction du méthane ne présentent pas le même potentiel à court terme. Les actions de captage et d'évitement concentrent aujourd'hui l'essentiel du potentiel d'abattement, en particulier dans les secteurs de l'énergie et des déchets, où une part importante des émissions peut être réduite avec des technologies existantes, souvent à coût nominal nul ou négatif.

À l'inverse, les technologies de détection permettent principalement d'identifier les sources d'émissions mais ne génèrent des réductions que si elles sont suivies d'actions correctives. Les solutions d'élimination du méthane, quant à elles, restent limitées à des flux spécifiques ou à des stades de développement encore incertains, et ne constituent pas à ce jour un levier comparable en termes de volume de réduction.

Ces approches forment une chaîne d'intervention intégrée allant de la prévention à la neutralisation complète des émissions.



Note: Parmi les autres mesures figurent l'amélioration de l'efficacité, l'installation de pistons, la récupération des effluents de purge, l'installation de catalyseurs de réduction du méthane, la mise en place de techniques de complétion à faibles émissions et la capture des émissions de méthane issues des flux de déchets

Figure 9 : Pistes de réduction des émissions de méthane dans le secteur énergétique, 2024 (AIE, 2025).

⁶ Cela inclut notamment la maîtrise de la composition des déchets entrants en décharge, par la qualification du déchet et la réduction de la fraction organique fermentescible.

3

Éviter & Capter : Prévenir et valoriser

Éviter les émissions : une priorité stratégique et immédiate

Capter : transformer une perte en ressource

Complémentarité des approches et limites

Après ce panorama des différentes familles de technologies (éviter, détecter, capter, éliminer), ce rapport se concentre sur **les leviers d'évitement et de captage**, qui permettent une réduction directe et mesurable des émissions de méthane le long de la chaîne de valeur.

Ces deux approches agissent de manière complémentaire et peuvent être mobilisées de manière interchangeable selon les contextes : le captage permet de récupérer des flux de méthane concentrés et valorisables économiquement, tandis que l'évitement vise à réduire la formation du CH₄ à la source. Les émissions non évitables peuvent ensuite faire l'objet d'un captage lorsque cela est techniquement et économiquement pertinent.

Eviter les émissions : une priorité stratégique et immédiate

Les émissions de méthane peuvent être évitées avant même leur formation, en intervenant sur le processus de production, de stockage ou de dégradation. Ces solutions dites "préventives" sont les plus activables à court terme, car elles reposent principalement sur des ajustements techniques ou organisationnels (par exemple la modification des procédés, la couverture de fosses ou l'alimentation des ruminants) plutôt que sur la construction d'infrastructures lourdes.

Leur coût et leur rentabilité varient selon les secteurs, mais leur mise en œuvre rapide en fait un levier essentiel pour amorcer une réduction immédiate du méthane anthropique.

Leur mise en œuvre repose sur trois principes :

- Eviter la génération de méthane : réduire les conditions anaérobies dans les systèmes biologiques et industriels ;
- Améliorer les pratiques de gestion : alimentation du bétail, couverture des effluents, collecte sélective des déchets organiques ;
- Limiter les pertes involontaires : maintenance et étanchéité dans l'industrie fossile.

Éviter dans le secteur agricole

Dans l'agriculture, le méthane est issu de la fermentation entérique des ruminants et de la gestion des effluents d'élevage et des rizières (FAO, 2013).

Les principales stratégies d'évitement incluent :

- **Dans le secteur de l'élevage :**
 - l'optimisation de l'alimentation animale (qualité des rations, digestibilité), qui améliore l'efficacité de conversion et réduit les émissions par unité de production ;
 - les additifs alimentaires (tels que le 3-NOP ou certaines algues), qui inhibent la méthanogenèse dans le rumen, avec des réductions de l'ordre de 30 % pour les vaches laitières dans les conditions actuelles (IDELE, 2020).
- **Dans la riziculture :** *l'alternate wetting and drying* (AWD), qui permet de réduire les émissions de méthane de 30 à 70 % selon les conditions, souvent sans perte de rendement et avec une réduction de la consommation d'eau (IRRI, 2024).
- **Dans la gestion des effluents d'élevage :** la couverture, l'aération ou la séparation des phases des lisiers, limitant les conditions anaérobies favorables à la production de CH₄.

Ces solutions présentent des niveaux de maturité technologique élevés (**TRL 7–9**) et peuvent permettre des réductions significatives (IPCC, 2022 ; UNEP, 2021), mais leur déploiement dépend fortement de l'acceptabilité par les agriculteurs, de la structuration des filières et de la présence d'incitations économiques.

Éviter dans le secteur des déchets

Dans les déchets, l'évitement repose principalement sur la réduction de la fraction organique mise en décharge et sur le contrôle des conditions de dégradation. Les leviers clés sont :

- le tri à la source des biodéchets ;
- le compostage aérobie contrôlé ;
- la gestion optimisée des boues d'épuration.

Ces pratiques permettent de limiter fortement la formation de méthane en amont et s'appuient sur des technologies matures et peu coûteuses, mais nécessitent une organisation territoriale robuste et l'implication des collectivités locales.

Capter : transformer une perte en ressource

Le captage du méthane consiste à récupérer le CH₄ produit par des processus biologiques ou industriels avant qu'il ne soit émis dans l'atmosphère, afin de le valoriser ou, à défaut, de le neutraliser.

Dans de nombreux cas, le méthane capté peut être valorisé sous forme de chaleur, d'électricité ou de biométhane injecté dans les réseaux. Selon l'AIE, la récupération du méthane dans le secteur énergétique pourrait représenter **plusieurs dizaines de milliards de dollars** de valeur énergétique chaque année, tout en réduisant fortement les émissions associées.

Il intervient principalement aux étapes de collecte et de traitement de la chaîne de valeur. Le captage permet de transformer une perte climatique en ressource énergétique, ce qui explique son intérêt dans une logique d'économie circulaire.

Captage dans les déchets et les eaux usées

Les décharges et les stations d'épuration constituent des gisements majeurs pour le captage du méthane. Celui-ci repose sur des technologies éprouvées de récupération du biogaz, notamment :

- des réseaux de drains horizontaux et de puits verticaux installés dans les décharges pour collecter le gaz issu de la décomposition des déchets ;
- des systèmes de captage du biogaz dans les digesteurs anaérobies des stations d'épuration ;
- des unités de valorisation énergétique (chaleur, électricité) ou, à défaut, de torchage contrôlé pour convertir le méthane en CO₂.

Ces technologies sont commercialement matures et déjà déployées dans de nombreux pays (IPCC, 2022), mais leur couverture reste très inégale à l'échelle mondiale, ce qui laisse subsister un potentiel important de réduction des émissions. Les taux de captage peuvent atteindre 50 à 90 % selon la conception du site et la qualité de l'exploitation, ce qui permet une

réduction substantielle des émissions lorsqu'elles sont correctement mises en œuvre (IADB, 2010).

Captage dans l'agriculture

Dans l'agriculture, le captage repose sur la méthanisation des effluents :

- digestion anaérobie contrôlée ;
- production systémique de biogaz valorisable ;
- co-bénéfices agronomiques via le digestat.

Bien que technologiquement mature, le déploiement de la méthanisation reste contraint par :

- des coûts d'investissement élevés ;
- la taille des exploitations ;
- la dépendance à des cadres de soutien public.



Captage dans le secteur de l'énergie

Dans les activités fossiles, le captage vise à récupérer :

- le gaz associé à la production pétrolière ;
- les émissions issues des mines de charbon (actives ou abandonnées) ;
- les pertes sur les infrastructures de transport et de stockage.

Environ **35 Mt CH₄** peuvent être évitées chaque année à coût net nul sur la base des prix moyens de l'énergie en 2024. Dans le pétrole et le gaz, l'investissement nécessaire pour déployer toutes les mesures d'abattement jusqu'en 2030 est de l'ordre de **75 Md\$**, soit moins de 2 % des revenus du secteur en 2022. L'AIE indique aussi qu'un investissement annuel d'environ 15 Md\$ dans l'amont pétrolier et gazier est globalement proche de la valeur du gaz récupéré (AIE, 2025).

Ces solutions permettent des réductions importantes, souvent à coût compétitif, mais nécessitent des infrastructures adaptées et une régulation contraignante pour être déployées systématiquement.

Complémentarité des approches et limites

La réduction des émissions de méthane repose sur une combinaison de leviers mobilisés à différentes étapes de la chaîne de valeur. Leur efficacité dépend à la fois de la nature des émissions (concentrées ou diffuses) et des conditions techniques et économiques de mise en œuvre.

À court terme, les stratégies les plus efficaces consistent à mobiliser les quatre leviers de manière coordonnée :

- **capter** en priorité les émissions concentrées, notamment dans les secteurs de l'énergie et des déchets, où le méthane peut être valorisé ;
- **éviter** la formation du méthane lorsque cela est possible, en particulier dans l'agriculture et la gestion des déchets ;
- **détecter** et quantifier les émissions afin de cibler les actions de réduction et en assurer le suivi ;
- **éliminer** les émissions résiduelles lorsque les autres leviers ne peuvent être mobilisés.

La **mesure** des émissions de méthane repose sur plusieurs familles d'outils complémentaires : capteurs de concentration, mesures de débit, capteurs embarqués sur drones, avions ou satellites, et parfois recours à des gaz traceurs pour affiner les estimations. Aucun outil ne suffit seul : la robustesse de la mesure repose sur une approche multi-échelle combinant observation à distance, mesures de terrain et modélisation.

Cette hiérarchisation implique une combinaison d'actions rapides, notamment dans les secteurs énergétiques et des déchets, et d'évolutions plus progressives dans les systèmes agricoles.

À moyen terme, la réduction du méthane repose donc sur une articulation entre actions à effet immédiat (réduction des fuites, captage, amélioration des pratiques) et transformations structurelles (évolution des systèmes agricoles, gestion des déchets, organisation des filières).

Cette logique diffère en partie de celle appliquée au CO₂. Alors que la gestion du dioxyde de carbone repose largement sur la réduction des émissions et le stockage à long terme, la gestion du méthane vise d'abord à éviter les pertes et récupérer une ressource énergétique avant son émission.

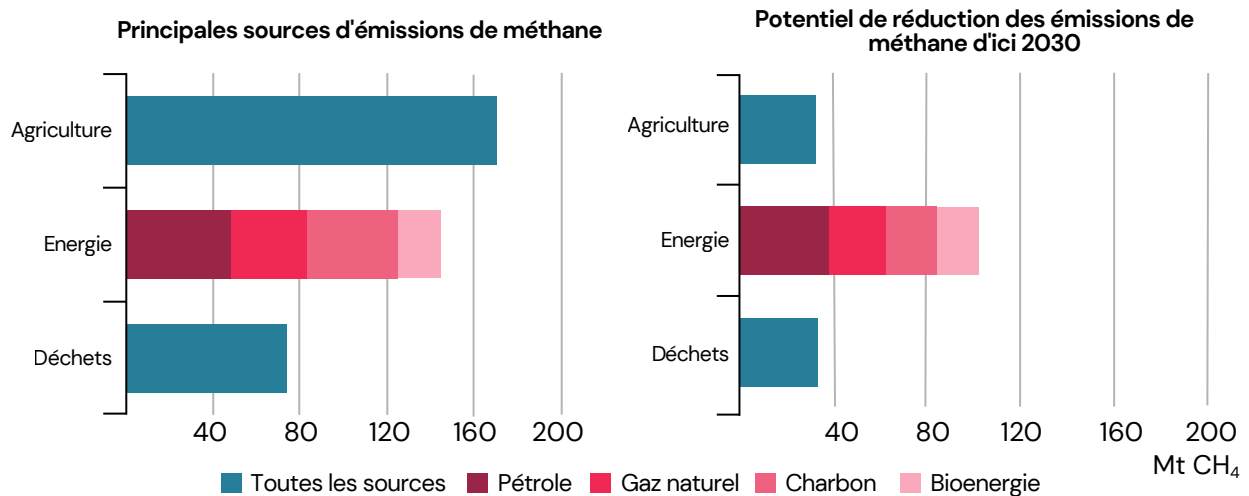


Figure 10 : Émissions de méthane issues des activités humaines et leur potentiel de réduction (AIE, 2025)

Perspectives et recommandations

Le méthane représente aujourd'hui l'un des leviers de réduction au plus faible coût marginal d'abattement pour limiter le réchauffement climatique à court terme.

Grâce à sa durée de vie atmosphérique courte, une action ciblée sur ses émissions pourrait réduire de 0,3 °C le réchauffement global d'ici 2040, tout en générant des bénéfices économiques et environnementaux immédiats.

Quelques recommandations politiques et institutionnelles :

Structurer la transparence, la mesure et la gouvernance

- **Standardiser les cadres MRV** en faisant de l'observation satellitaire de monitoring, complétée par des capteurs au sol, des inspections de site et des audits industriels, la base d'une approche multi-échelle de la mesure des émissions.
- **Prioriser, à court terme, la transparence et la robustesse du reporting**, avant toute généralisation de mécanismes pénalisants susceptibles de décourager la déclaration des émissions.
- **Renforcer la transparence des émissions de méthane à l'échelle internationale** en développant des registres et bases de données harmonisés, compatibles avec les standards internationaux, et explicitement articulés avec les observations satellitaires indépendantes.
- **Intégrer le méthane dans les inventaires nationaux GES** avec le même niveau de rigueur que le CO₂.
- Mieux **articuler les méthodes d'inventaire, les modèles nationaux et les mesures de terrain**, afin de réduire les écarts entre estimation théorique et émissions observées et de consolider une mesure de référence pour l'action publique.

Créer des incitations économiques

- **Cibler** prioritairement, dans un second temps et une fois les dispositifs de mesure et de transparence consolidés, **les super-émetteurs clairement identifiables et évitables**, avant d'étendre d'éventuels mécanismes de tarification ou de crédits.

- **Tarifier le méthane** via l'extension des marchés ETS ou l'attribution de crédits carbone CH₄.
- **Faciliter l'investissement** dans les projets de réduction du méthane (fuites, torchage, captage) via des mécanismes financiers adaptés : prêts concessionnels, garanties publiques ou avances remboursables.
- **Encourager les modèles de valorisation locale du biogaz**, notamment dans les territoires ruraux ou agricoles.

Accélérer la R&D, l'instrumentation et la diffusion technologique

- **Soutenir la recherche** sur les additifs alimentaires (3-NOP, algues rouges), sur les technologies émergentes de réduction du méthane, ainsi que sur les instruments de mesure adaptés aux émissions faibles ou diffuses, notamment dans le secteur des déchets où les solutions satellitaires restent encore limitées pour les faibles débits.
- **Favoriser la démonstration à grande échelle de technologies matures**, notamment pour le captage du biogaz, l'optimisation des réseaux de collecte, le torchage contrôlé, la cogénération, l'injection et les dispositifs de mesure embarqués ou aéroportés.
- **Renforcer les réseaux d'expertise et de coopération technique** sur le méthane entre institutions de recherche, agences publiques et acteurs industriels.

Coopération et diplomatie du méthane

- **Consolider le Global Methane Pledge** par des engagements sectoriels mesurables.
- **Éviter de fonder prioritairement l'action publique sur des approches d'intensité méthane** sur l'ensemble du cycle de vie, difficiles à établir de manière rigoureuse et indépendante, et privilégier des dispositifs centrés sur la transparence, la mesure et le traitement des super-émetteurs.
- **Renforcer les partenariats avec les pays à forte intensité fossile ou agricole** pour des projets conjoints de captage et de valorisation.

Perspectives et recommandations

Néanmoins, il existe des enjeux transverses à anticiper :

- **Données et transparence** : nécessité d'un accès ouvert aux données satellitaires de monitoring, articulées à des mesures de terrain et à des approches multi-échelles, pour fiabiliser le MRV.
- **Acceptabilité sociale** : notamment dans l'agriculture, où les pratiques d'alimentation et de gestion des effluents impliquent des changements comportementaux.
- **Financement et équité internationale** : les pays du Sud nécessiteront des mécanismes d'appui pour déployer des infrastructures de captage, de valorisation et de mesure du méthane, notamment dans les déchets, les effluents et les activités énergétiques.
- **Coordination sectorielle** : améliorer l'articulation entre les politiques énergie, agriculture et déchets afin de faciliter le développement de projets intégrés de captage et de valorisation du méthane.
- **Inventaires et gouvernance** : nécessité de mieux articuler les inventaires théoriques, les modèles nationaux et les mesures de terrain, afin de fiabiliser les références utilisées pour le suivi des émissions et la mise en œuvre éventuelle d'outils économiques.

Le méthane fatal incarne un paradoxe climatique et énergétique : ce gaz, à la fois ressource et GES révèle les pertes évitables dans nos systèmes de production et de gestion.

Agir sur le méthane, c'est corriger des pertes évitables, créer de la valeur locale et traiter l'un des leviers indispensables de la lutte contre le changement climatique. Les solutions techniques existent. Leur mise à l'échelle dépend désormais de choix politiques clairs et d'une coordination intersectorielle forte.

Réduire les émissions fatales de méthane d'ici 2030 suppose moins une rupture technologique qu'une montée en rigueur de la transparence, de la mesure indépendante et de l'exécution collective.



Références

Carbon Cutter, 2025. [Tout savoir sur l'utilisation du PRG* en comptabilité carbone.](#)

CCAC, 2021. [Avantages et coûts de l'atténuation des émissions de méthane.](#)

FAO, 2013. [Mitigation of GHG emissions in livestock production.](#)

Global Carbon Project, 2024. [Global Methane Budget 2024.](#)

[Global Methane Pledge.](#) (Avril 2026).

IADB, 2010. [Guidance Note on Landfill Gas Capture and Utilization.](#)

IDELE, 2024. [Des additifs alimentaires pour réduire le méthane entérique : quelles solutions chez la vache laitière.](#)

AIE, 2025. [Global Methane Tracker 2025.](#)

Inter-American Development Bank - IADB, 2010. [Guidance Note.](#)

International Rice Research Institute - IRRI, 2024. [Alternate Wetting and Drying.](#)

IPCC, 2013. [Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.](#) Chapter 8: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing (p. 711). Cambridge University Press.

IPCC, 2022. [AR6 WGIII Chapter 10.](#)

IPSL, 2024. [Bilan mondial du méthane 2024 : un record d'émission par les activités humaines.](#)

Lynch J., Cain M., Pierrehumbert R., and Allen, M., 2020. [Demonstrating GWP*: a means of reporting warming-equivalent emissions that captures the contrasting impacts of short- and long-lived climate pollutants.](#)

National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA, 2020. [Annual Greenhouse Gas Index.](#)

Our World in Data, 2024. [Breakdown of carbon dioxide, methane, and nitrous oxide emissions by sector.](#)

Our World in Data, 2024. [Per capita methane emissions including land use.](#)


TEREGA, 2020. [L'industrie gazière engagée pour réduire les émissions de méthane.](#)

United Nations Environment Programme - UNEP and Climate and Clean Air Coalition - CCAC, 2021. [Global Methane Assessment: Benefits and Costs of Mitigating Methane Emissions.](#) Nairobi: United Nations Environment Programme.


A propos de Zenon Research

Zenon Research est une association loi 1901 et un think tank indépendant. Ses travaux, fondés sur la science, sont dédiés aux technologies pour un monde bas carbone.

Contactez-nous

 /zenon-research

 www.zenon.ngo

 contact@zenon.ngo

Pour plus d'informations sur ce sujet

Elsie Nakhle

Analyste

Zenon Research

elsie@zenon.ngo

Zenon Research souhaite remercier les relecteurs externes pour leur contribution inestimable à ce rapport, ainsi que les différentes personnes dont les échanges ont nourri cette étude.

Brochard Mickael – IDELE
Bruno Adhémar – SUBLIME Energie
Jean-Baptiste Dolle – IDELE
Jean-Louis Peyraud – INRAE
Jean-Michel Thibaud – WAGA Energy
Laurent Thery – VRIA
Loïc Rakotojaona – Blunomy
Marius Chapays – SUBLIME Energie
Quentin Peyle – Kayrros

Le contenu de ce rapport représente les opinions de Zenon Research et ne doit pas être considéré comme représentant celles des relecteurs ou des organisations auxquelles ils sont affiliés.

