



Le méthane : rôle dans le changement climatique, mesures d'atténuation et politique climatique

Résumé

- L'effet de serre est un phénomène de réchauffement des basses couches de l'atmosphère terrestre induit par des gaz qui rendent ces couches opaques au rayonnement thermique émis par la Terre.
- Le dioxyde de carbone et le méthane sont les principaux gaz à effet de serre.
- L'absorption par le méthane du rayonnement thermique émis par la Terre est plus que 28 fois plus élevée que celle du dioxyde de carbone.
- Les émissions de méthane d'origine humaine proviennent essentiellement de trois secteurs : l'agriculture, l'énergie et les déchets.
- Au Luxembourg, le secteur agricole a été responsable de 69-80% des émissions nationales de méthane entre 1990 et 2019.
- Les émissions de méthane provenant de l'élevage sont principalement dues aux ruminants et à la gestion des effluents d'élevage.
- Seule une approche multidimensionnelle permettra de réduire les émissions de méthane dans le secteur de l'agriculture (Figure 1).
- Dans le secteur des déchets, des systèmes d'utilisation et de valorisation du méthane réduisent efficacement les émissions de méthane (Figure 1).
- Le secteur de l'énergie présente le plus grand potentiel d'atténuation des émissions de méthane au niveau mondial.
- La politique climatique reconnaît que la réduction des émissions de méthane est un levier-clé contre la crise climatique.

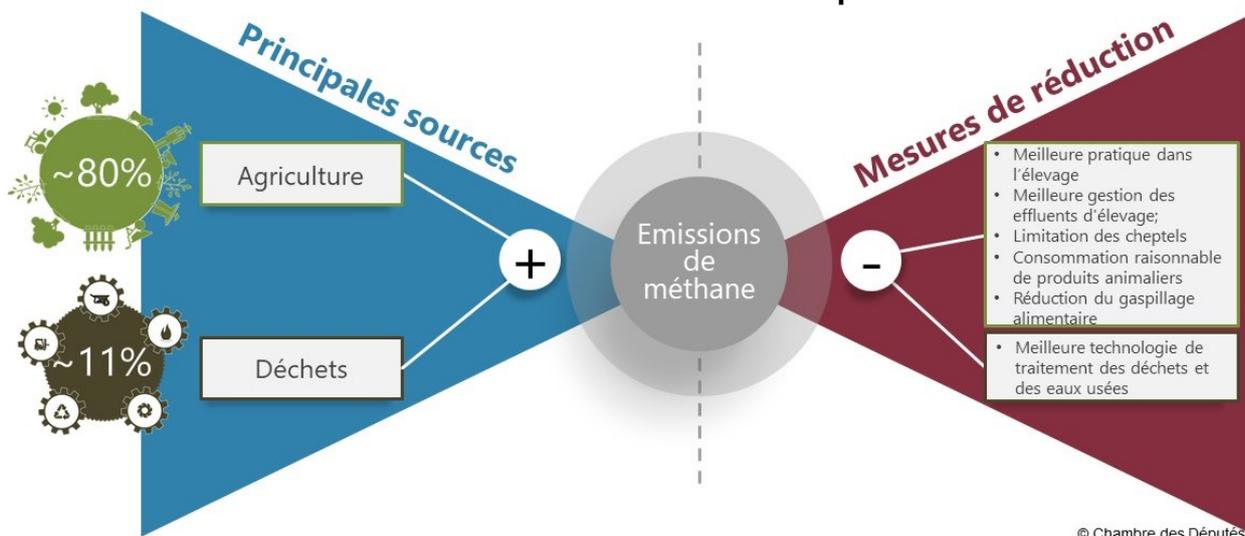


Figure 1 . Principales émissions de méthane au Luxembourg et stratégies de gestion

Rôle du méthane dans le changement climatique induit par l'Homme, au Luxembourg et ailleurs

Les activités humaines ont très probablement causé un réchauffement climatique d'environ 1°C par rapport aux niveaux préindustriels.¹ Ce changement climatique induit par l'Homme (anthropique) est aussi observé au Luxembourg, où les températures ont augmenté de 1,6°C entre 1861-1890 et 1991-2020. En outre, la fréquence et l'intensité des phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes ont augmenté.² Dû à la vulnérabilité de l'humanité et de la Terre face au changement climatique, ce dernier représente une menace réelle pour les objectifs de développement durable convenus par les Nations Unies.^{3,4}

Le principal moteur du changement climatique est l'effet de serre, causé avant tout par les gaz à effet de serre (GES) suivants :

- Le dioxyde de carbone (CO₂ ; 89,3% des émissions totales de GES au Luxembourg en 2020⁵),
- Le méthane (CH₄ ; 6,4% des émissions totales de GES au Luxembourg en 2020⁵) ;
- Le protoxyde d'azote (3,5% des émissions totales de GES au Luxembourg en 2020⁵) et
- Les gaz fluorés (0,7% des émissions totales de GES au Luxembourg en 2020⁵).

Le méthane est donc le deuxième contributeur au changement climatique après le dioxyde de carbone, et il possède un potentiel de réchauffement global plus de 28 fois plus élevé que celui du dioxyde de carbone. En considérant sa durée de vie relativement courte dans l'atmosphère, son potentiel de réchauffement climatique sur 20 ans est même estimé à être 84 fois plus élevé que celui du CO₂, dont la durée de vie peut excéder quelques centaines ou milliers d'années dans l'atmosphère (Tableau 1).⁶

L'effet de serre : Certains gaz de l'atmosphère terrestre agissent comme le verre d'une serre : en emprisonnant la chaleur du soleil et en l'empêchant de retourner dans l'espace, ils provoquent le réchauffement climatique. Beaucoup de ces gaz à effet de serre (**GES**) sont d'origine naturelle, mais l'activité humaine augmente considérablement les concentrations de certains d'entre eux dans l'atmosphère.

Le potentiel de réchauffement planétaire est une méthode de mesure qui permet d'examiner la capacité de chaque gaz à effet de serre à piéger la chaleur dans l'atmosphère, par rapport au dioxyde de carbone.

Le méthane est un GES puissant et de courte durée de vie par rapport au dioxyde de carbone. Une diminution des émissions conduit en quelques décennies à une réduction de sa concentration atmosphérique et aurait donc un effet rapide et significatif sur le réchauffement atmosphérique.^{7,8} Au cours des derniers siècles, les concentrations de méthane dans l'atmosphère ont presque triplé par rapport aux niveaux préindustriels. Alors que les causes pour cette croissance inquiétante sont encore débattues, il est estimé qu'environ 60% des émissions sont anthropiques.^{7,9,10}

La plupart des émissions de méthane d'origine humaine proviennent de trois secteurs : l'agriculture, l'énergie et les déchets. En 2019, le méthane représentait 11% des émissions totales de GES en Europe.¹¹ 53% des émissions anthropiques de méthane générées dans l'Union européenne proviennent de l'agriculture, 26% des déchets et 19% de l'énergie.^{11,12}

Aperçu scientifique CS-2022-DR-019

	Durée de Vie (Années)	GWP sur 20 ans (eqCO ₂)	GWP sur 100 ans (eqCO ₂)
Dioxyde de Carbone (CO₂)	Variable (parfois des centaines ou milliers d'années)	1	1
Méthane (CH₄)	12,4	84	28
Oxyde nitreux (N₂O)	121	264	265
Tétrafluoromethane (CF₄)	50.000,00	4880	6630

Tableau 1. Potentiel de réchauffement climatique (GWP) du méthane (exprimé en équivalents de CO₂ – eqCO₂) en comparaison avec le dioxyde de carbone et deux autres gaz à effet de serre majeurs. Adapté de ⁶.

Les stratégies de la politique climatique internationale pour l'atténuation des émissions de méthane

L'accord de Paris a été adopté lors de la conférence des Nations Unies sur les changements climatiques à Paris en 2015 (COP 21) et constitue le fondement de l'action climatique au niveau mondial. Afin d'atteindre la neutralité climatique (zéro émissions nettes de GES) d'ici la moitié du XXI^e siècle, chaque pays doit soumettre des stratégies à long terme de développement socio-économique à faibles émissions de GES.¹³

Lors de la COP26 en novembre 2021, plus de 100 pays ont signé un engagement mondial (Global Methane Pledge) visant à réduire les émissions de méthane de 30% d'ici 2030. Le Luxembourg fait partie des signataires.¹⁴ Un observatoire international indépendant (International Methane Emissions Observatory), chargé de collecter et d'analyser des données sur les émissions anthropiques de méthane au niveau mondial, a été créé en 2021. L'observatoire s'inscrit dans le cadre des Nations Unies.¹⁵⁻¹⁷

En décembre 2019, la Commission européenne a présenté « Le pacte vert pour l'Europe » (European Green Deal), une stratégie visant à permettre à l'Union européenne (UE) d'atteindre la neutralité climatique d'ici 2050. Cet

objectif est arrêté dans la loi européenne sur le climat, dans laquelle l'UE s'est fixé l'objectif de réduire les émissions nettes de GES d'au moins 55% par rapport à 2005 d'ici 2030. Les objectifs fixés pour chacun des 27 États membres tiennent compte du revenu par habitant. Le Luxembourg s'est vu attribuer un objectif de réduction des émissions de GES d'au moins 40% en 2030 par rapport à l'année 2005.¹⁸

En octobre 2020, la Commission européenne a présenté la stratégie de l'UE pour réduire les émissions de méthane. Des mesures visant à réduire les émissions de méthane dans les secteurs de l'énergie, de l'agriculture et des déchets ont été proposées au niveau européen et international.^{16,17}

Alors que la politique agricole commune (PAC) ne prévoit pas de limitation des émissions de méthane, la Commission encourage les États membres à inclure dans leurs plans stratégiques relevant de la PAC des programmes de réduction des émissions de méthane. L'action pour le climat fait partie des principaux objectifs de la PAC, mais on a pu constater que les 100 milliards d'euros de financements consacrés à l'action pour le climat lors de la période de programmation 2014-2020 ont eu une faible incidence sur les émissions agricoles, dont le volume n'a pas beaucoup évolué depuis 2010.^{17,19,20}

Le méthane, le principal gaz à effet de serre émis par le secteur agricole

Les émissions de méthane provenant de l'élevage sont principalement dues aux ruminants et à la gestion des effluents d'élevage. Du méthane est émis lors de la décomposition des effluents d'élevage (fumier et lisier). De plus, le méthane est généré par le système digestif des animaux d'élevage (essentiellement les bovins), où des microorganismes produisent le méthane lors de la fermentation entérique dans des conditions anaérobies (en absence d'oxygène).

Au Luxembourg, le secteur agricole a été responsable de 6,4% des émissions nationales de GES en 2020 et d'environ 75% des émissions nationales de méthane entre 1990 et 2020 (Figure 2). En 2020, les émissions issues de la fermentation entérique représentaient 69% des émissions totales en provenance de l'agriculture, tandis que 11% émanaient de la gestion des effluents d'élevage (en Europe, en 2019 : 43,3% et 9,5%).^{5,11}

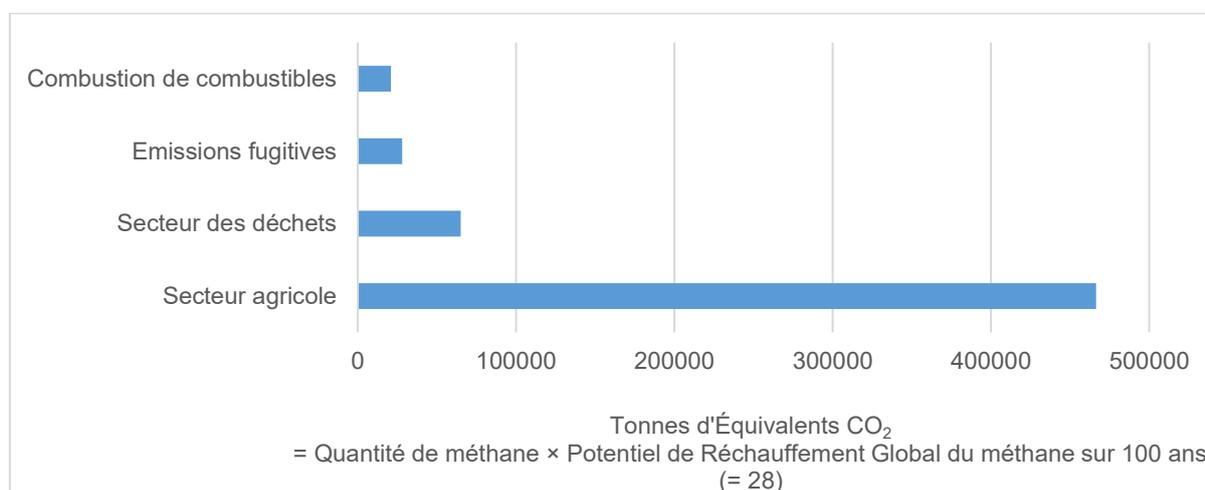


Figure 2 Emissions de méthane par secteur au Luxembourg en 2020⁵

Approche multidimensionnelle pour l'atténuation des émissions de méthane dans le secteur agricole

La responsabilité pour réduire les émissions en provenance de l'agriculture doit être partagée et assumée tant par les agriculteurs que par les consommateurs. Des mesures politiques incitant un changement de comportement des agriculteurs et des consommateurs sont importantes si on tient compte du potentiel limité des mesures technologiques pour réduire les émissions de méthane du secteur.^{21, 22}

C'est la raison pour laquelle l'UE propose une approche multidimensionnelle tout au long du processus, c'est-à-dire de la production jusqu'à la consommation (« De la ferme à la table »).²³

En général, les principales actions visant à réduire les émissions de méthane en agriculture sont ^{20,24-26}:

1. L'amélioration de la productivité, de la santé, de la fertilité et du régime alimentaire des animaux ;
2. L'amélioration de la gestion des effluents d'élevage ;
3. La limitation du cheptel (« Viehbestand ») des exploitations agricoles ;
4. La consommation raisonnable de viande et de produits laitiers ;
5. La réduction du gaspillage alimentaire.

A ce jour, il n'existe aucune pratique efficace et approuvée qui permettrait de réduire de manière considérable les émissions dues à la fermentation entérique sans réduire la production. Des études à grande échelle pour quantifier l'efficacité d'additifs nutritionnels dans les rations des ruminants n'ont pas encore été réalisées.^{20,27}

L'amélioration de la gestion des effluents d'élevage permet de réduire les émissions de méthane par la récupération et la valorisation du méthane. Similaire à la fermentation entérique des bovins, la biométhanisation des effluents d'élevage dans des installations de production de biogaz permet d'améliorer le bilan écologique de l'agriculture. Les substrats (e.a. résidus de céréales, de déjections de bovins ou de volailles) qui entrent dans le digesteur d'une installation de production de biogaz subissent une dégradation biologique réalisée par des micro-organismes. Cette fermentation se déroule en l'absence d'oxygène et à température constante (environ 37°C). Chaque substrat possède son propre potentiel méthanogène et génère donc une quantité variable de biogaz. Les substrats peuvent provenir aussi de l'industrie agroalimentaire, des collectivités (résidus alimentaires d'origine domestique), des boues de fosses septiques et des eaux usées.²⁸

La biométhanisation génère deux produits : le biogaz et le digestat. Le biogaz est essentiellement composé de méthane et de gaz carbonique. Le digestat (80-90% de la masse des matières entrantes) est le résidu de la décomposition des matières organiques. Lorsqu'il est épandu sur les terres agricoles comme fertilisant, le digestat a une grande valeur agronomique, puisqu'il apporte non seulement de l'humus, mais aussi de l'azote partiellement minéralisé qui est plus facilement assimilable par les plantes. **Le biogaz peut être valorisé de différentes manières : production d'électricité et de chaleur (cogénération), production de chaleur (chaudière), ou production de biométhane (après épuration et compression).** Ce biométhane peut être consommé en tant que biocarburant ou être injecté dans le réseau de gaz.²⁸

En Europe, la consommation annuelle par habitant de produits d'origine animale ne baisse pas²⁰, alors que l'empreinte carbone d'un régime végétarien est inférieure au régime omnivore (qui inclut de la viande et des produits laitiers).²⁹ La promotion d'un passage à un régime alimentaire d'origine plus végétal et des méthodes de production animale plus durables correspondent aussi à la stratégie « De la ferme à la table ».²³

Puisque les bovins sont les principaux émetteurs de méthane, leur nombre impacte fortement les émissions de GES en provenance de l'agriculture. Au Luxembourg, 64% des émissions de méthane issues de la fermentation entérique provenaient de vaches laitières et allaitantes en 2019. Au niveau européen, on a pu observer une atténuation des émissions total du secteur d'agriculture de 20,5% entre 1990 et 2019 suite à une réduction de la population de bovins.¹¹

Objectif politique ambitieux : réduire les émissions de méthane liées au secteur agricole au Luxembourg

Le Luxembourg se trouve face à un vrai défi, puisqu'au niveau national il n'y a que peu d'opportunités de réduction des émissions de méthane. De nombreuses initiatives politiques existent, mais les mesures restent souvent peu concrètes et peu audacieuses (Figure 3). En conséquence, les émissions de méthane provenant de l'agriculture ont augmenté de 6,5% entre 1990 et 2019, alors que les émissions agricoles de GES sont restées stables.³⁰

L'accord de coalition 2018-2023 signé le 3 décembre 2018 prévoit la création d'une stratégie nationale permettant de réduire les émissions de méthane. Il vise notamment une représentation de l'agriculture biologique sur au moins 20% des terres agricoles d'ici 2025 (et 100% d'ici 2050) pour contribuer ainsi à l'extensification des cultures. La **stratégie du biogaz** s'inscrit directement dans la stratégie de réduction des émissions de méthane.³¹

La loi modifiée du 15 décembre 2020 relative au climat vise en particulier la neutralité climatique (zéro émissions nettes) au Luxembourg d'ici 2050 au plus tard.

Le **Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC)** pour la période de 2021 à 2030 définit le cadre de la politique climatique et énergétique du Luxembourg. La loi relative au climat et le PNEC fixent comme objectif intermédiaire une réduction des émissions attribuées au Luxembourg de 55 % par rapport aux niveaux de 2005 d'ici 2030. Pour le secteur agricole, le PNEC vise une atténuation des émissions de GES de 5% en 2025 et de 20% par rapport à 2005 d'ici 2030, une réduction de l'intensification et une maîtrise des émissions de méthane des ruminants et des effluents d'élevage. Le PNEC prévoit en outre une augmentation de la part des énergies renouvelables de 25% par rapport

à la consommation totale. De plus, il prescrit une augmentation de la production d'électricité à partir du biogaz de 66% entre 2020 et 2030.³²

Le nombre de stations de biogaz stagne et diminue même ces dernières années, alors que la biométhanisation des effluents permet de réduire les émissions de méthane provenant de l'agriculture et d'augmenter la production d'énergie renouvelable. Seuls 9-10% du lisier sont utilisés pour produire de l'énergie^{33,34}, et les effluents d'élevage représentent 58% du substrat digéré.³⁴ La digestion seulement d'effluents d'élevage est techniquement possible, mais il est plus efficace d'un point de vue énergétique d'utiliser des co-substrats plus énergétiques (e.a. résidus agricoles, cultures énergétiques comme le maïs et déchets organiques). Officiellement, 26 installations de production de biogaz étaient en service en 2018 dont trois injectaient le biogaz traité dans le système de distribution de gaz local.³⁴ La Biogas Vereenigung a.s.b.l. informe néanmoins qu'au moins 5 installations ne sont plus en service à ce jour. Dans la stratégie du biogaz, des mesures sont élaborées en vue de promouvoir l'utilisation des effluents d'élevage dans les installations de biogaz.³²

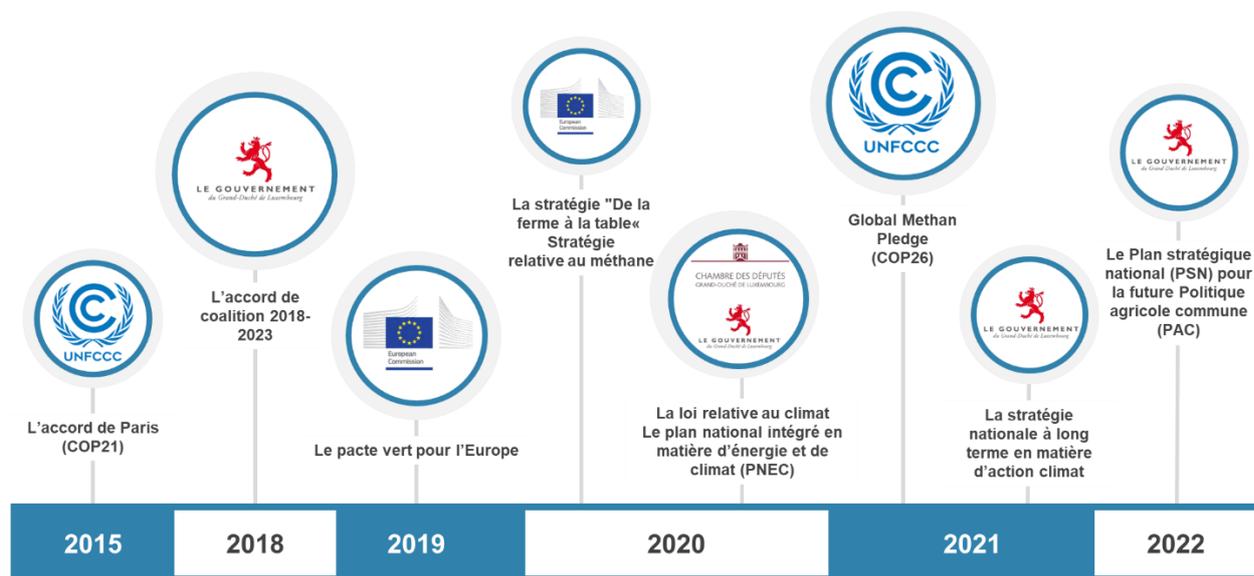
La stratégie nationale à long terme en matière d'action climat publié en octobre 2021 identifie les principaux champs d'action et les mesures stratégiques pour réussir la transition vers la neutralité climatique. L'alimentation et l'agriculture sont considérées ensemble et les principales actions identifiées pour réduire les émissions de méthane sont : la mise en pratique de la PAC en accord avec les objectifs climatiques, la réduction du nombre d'animaux d'élevage, la valorisation des effluents d'élevage, des

Aperçu scientifique CS-2022-DR-019

régimes alimentaires sains et durables, la réduction du gaspillage alimentaire, etc. Dans la stratégie, l'importance d'une politique fiscale cohérente envers les objectifs climatiques et permettant l'obtention d'incitatifs renforcés et socialement justes est soulignée.²⁶

Le Plan stratégique national (PSN) pour la future Politique agricole commune (PAC) 2023-2027 contribue considérablement à la mise en œuvre du PNEC en vue de rendre le secteur agricole plus durable. Le PSN a été présenté début 2022 et devra être mis en

œuvre début 2023. Le PSN accompagne le secteur agricole dans ses démarches de réduction des émissions de GES et prévoit un soutien pour les agriculteurs qui réduisent volontairement le nombre de leurs bovins dans leurs élevages. Des incitations financières sont aussi prévues pour la conversion vers et le maintien de l'agriculture biologique, ainsi que pour l'instauration d'une agriculture durable et respectueuse de l'environnement. L'UE, ainsi que différentes organisations, critiquent et dénoncent le PSN en exigeant des mesures plus ambitieuses et explicites.³⁵⁻³⁸



© Chambre des Députés

Figure 3 Principales initiatives politiques pour la réduction des émissions de méthane.

Le secteur de l'énergie présente le plus grand potentiel de réduction des émissions de méthane au niveau mondial

Au niveau mondial, les activités d'extraction, de traitement, de transport et de distribution du pétrole et du gaz naturel représentent la deuxième source de méthane d'origine anthropique. La réduction des émissions de méthane provenant des installations pétrolières et gazières est la mesure la plus rentable et efficace pour atteindre les objectifs climatiques mondiaux. Une part importante des émissions des infrastructures de gaz fossile peut être réduite sans coût net, car les entreprises gazières peuvent vendre le gaz dont elles évitent la fuite.³⁹ Dans l'UE,

le méthane provenant du secteur de l'énergie est responsable de 1,8 % des émissions totales de GES.¹¹ Il en découle que la très grande majorité des émissions de méthane associées au pétrole et au gaz sont générées en dehors de l'UE. Il est donc primordial que l'UE promeuve des mesures d'atténuation au niveau international (p.ex. obligation de détecter et de réparer des fuites dans toutes les infrastructures de production, de transport et d'utilisation de gaz fossile). La Commission européenne encourage aussi les travaux de remise en état visant à

Aperçu scientifique CS-2022-DR-019

éliminer les émissions de méthane qui proviennent des mines de charbon en activité ou non.^{16,17}

Au Luxembourg, 4,8% des émissions de méthane de 2020 provenaient d'émissions fugitives se produisant durant la transmission et la distribution du gaz naturel ainsi que ponctuellement lors d'une opération de ventilation dans

le cadre de travaux sur le réseau. Cette faible contribution du secteur de l'énergie aux émissions de méthane s'explique par le fait qu'il n'y a actuellement pas d'industrie du pétrole, d'activités minières et de production de gaz naturel au Luxembourg.⁵

Dans le secteur des déchets, des systèmes d'utilisation et de valorisation du méthane permettent une réduction des émissions de méthane

Au Luxembourg et en Europe, les émissions de méthane ont diminué entre 1990 et 2019 grâce à une meilleure gestion et des nouvelles technologies de traitement des déchets et des eaux usées.^{11,30} Dans le secteur des déchets, le méthane est émis lors de la décomposition microbienne de la matière organique en conditions anaérobies dans les décharges et lors du traitement des boues d'épuration. Des investissements dans des programmes de recyclage ont permis de réduire la quantité de déchets stockés dans les décharges.

Au Luxembourg, plusieurs décharges ont installé des systèmes de récupération du méthane : la décharge SIGRE/Muertendall en 2000 et la décharge SIDEC/Fridhaff en 2002. L'installation de cogénération de la décharge SIGRE/Muertendall produit de l'électricité et de la chaleur à partir du gaz de décharge (méthane) récupéré. Le gaz capté à la décharge SIDEC/Fridhaff est brûlé (torchage). Le méthane est donc transformé en CO₂. Le pouvoir de réchauffement global du CO₂ étant inférieur à celui du CH₄,

le torchage permet de réduire fortement l'impact de l'effet de serre, même en absence de valorisation énergétique. En 2020, 7,7% des émissions de méthane provenaient des installations de stockage de déchets solides et 3,1% du traitement biologique de déchets.^{5,40}

En 2020, les émissions de méthane provenant de la gestion des eaux usées représentaient 0,36 % des émissions nationales de ce gaz.⁵ Au Luxembourg, les eaux usées sont traitées principalement en conditions aérobies.⁴¹ Par conséquent, il n'y a pas ou peu d'émissions de méthane, puisque ce gaz n'est produit que dans des conditions anaérobies. Certaines grandes stations d'épuration disposent d'installations pour récupérer le méthane en provenance de la digestion de boues produites par l'épuration des eaux usées. En 2018, 10 des 119 stations d'épuration étaient équipées d'un digesteur pour la stabilisation des boues d'épuration par biométhanisation.⁴² Dans les digesteurs, les boues subissent une fermentation en milieu anaérobie et le biogaz produit est ensuite torché ou valorisé dans une centrale de cogénération.^{30,43}

Textes légaux cités

- Accord de Paris du 12 décembre 2015. <https://unfccc.int/fr/processus-et-reunions/l-accord-de-paris/l-accord-de-paris>
- Loi européenne sur le climat du 30 juin 2021 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1119&from=EN>
- Loi du 15 décembre 2020 relative au climat et modifiant la loi modifiée du 31 mai 1999 portant institution d'un fonds pour la protection de l'environnement. <https://legilux.public.lu/eli/etat/leg/loi/2020/12/15/a994/jo>

Bibliographie

- 1 IPCC. Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. 2018.
- 2 Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable- Le Gouvernement du Luxembourg. Seventh National Communication of Luxembourg under the United Nations Framework Convention on Climate Change. 2018.
- 3 Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2022- Impacts, Adaptation and Vulnerability. 2022.
- 4 Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable. Stratégie et plan d'action pour l'adaptation aux effets du changement climatique au Luxembourg 2018-2023. 2018.
- 5 Unité surveillance et évaluation de l'environnement, Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement Durable. Communication personnelle : Emissions de méthane en 2020 au Luxembourg. 2022. & <https://unfccc.int/ghg-inventories-annex-i-parties/2022>
- 6 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. 2014.
- 7 Saunio M, Stavert AR, Poulter B et al. The Global Methane Budget 2000–2017. Earth System Science Data. 2020;12(3):1561–1623.
- 8 Methane emissions are driving climate change. Here's how to reduce them. UNEP. 2021. <http://www.unep.org/news-and-stories/story/methane-emissions-are-driving-climate-change-heres-how-reduce-them> (accessed 25 Mar2022).
- 9 Tollefson J. Scientists raise alarm over 'dangerously fast' growth in atmospheric methane. Nature. 2022. doi:10.1038/d41586-022-00312-2.
- 10 US Department of Commerce N. Global Monitoring Laboratory - Carbon Cycle Greenhouse Gases. https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_ch4/ (accessed 25 Mar2022).
- 11 European Environment Agency. Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2019 and inventory report 2021. 2021.
- 12 Questions et réponses: une stratégie de l'UE relative au méthane. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/qanda_20_1834 (accessed 1 Apr2022).
- 13 L'Accord de Paris | CCNUCC. <https://unfccc.int/fr/processus-et-reunions/l-accord-de-paris/l-accord-de-paris> (accessed 22 Mar2022).
- 14 Homepage | Global Methane Pledge. <https://www.globalmethanepledge.org/> (accessed 22 Mar2022).
- 15 United Nations Environment Programme. An Eye on Methane: International Methane Emissions Observatory 2021. 2021.
- 16 Textes adoptés - Une stratégie de l'UE pour réduire les émissions de méthane - Jeudi 21 octobre 2021. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2021-0436_FR.html (accessed 22 Mar2022).
- 17 La Commission adopte une stratégie de l'UE relative au méthane. European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fr/ip_20_1833 (accessed 22 Mar2022).

Aperçu scientifique CS-2022-DR-019

- 18 Un pacte vert pour l'Europe. Commission européenne - European Commission. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr (accessed 22 Mar2022).
- 19 La politique agricole commune en bref. Commission européenne - European Commission. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/cap-glance_fr (accessed 22 Mar2022).
- 20 Cour des Comptes européenne. Politique agricole commune et climat- La moitié des dépenses de l'UE liées au climat relèvent de la PAC, mais les émissions d'origine agricole ne diminuent pas. 2021.
- 21 Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. <https://www-science-org.proxy.bnl.lu/doi/10.1126/science.aag0216> (accessed 22 Mar2022).
- 22 Springmann M, Godfray HCJ, Rayner M, Scarborough P. Analysis and valuation of the health and climate change cobenefits of dietary change. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2016 ;113(15):4146–4151.
- 23 De la ferme à la table. <https://www.consilium.europa.eu/fr/policies/from-farm-to-fork/> (accessed 22 Mar2022).
- 24 Deutsche Umwelthilfe e.V. Methane reduction strategy for agriculture. 2019.
- 25 Food and Agriculture Organization of the United Nations. Five practical actions towards low-carbon livestock. 2019.
- 26 Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable. Stratégie nationale à long terme en matière d'action climat « Vers la neutralité climatique en 2050 ». 2021.
- 27 New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre, Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases, Climate Change, Agriculture and Food Security, Agriculture and Agri-Food Canada, Climate and Clean Air Coalition, United States Agency for International Development. An evaluation of evidence for efficacy and applicability of methane inhibiting feed additives for livestock. 2021.
- 28 Fédération des énergies renouvelables, Valorisation de la biomasse asbl. Comprendre la biométhanisation.... 2012.
- 29 Humpenöder F, Bodirsky BL, Weindl I, Lotze-Campen H, Linder T, Popp A. Projected environmental benefits of replacing beef with microbial protein. *Nature*. 2022 ;605(7908):90–96.
- 30 Ministère de l'Environnement, du Climat et du Développement durable- Le Gouvernement du Luxembourg. Luxembourg's National Inventory Report 1990-2019. 2021.
- 31 Accord de coalition 2018-2023. 2018.<http://gouvernement.lu/fr/publications/accord-coalition/2018-2023.html> (accessed 24 Mar2022).
- 32 Ministre de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural, Ministre de l'Environnement, du Climat et du Développement durable. Réponse à la question parlementaire N°4400 concernant les émissions de méthane. 2021.
- 33 Le Plan national intégré en matière d'énergie et de climat (PNEC). <http://environnement.public.lu/fr/actualites/2020/05/pnec.html> (accessed 22 Mar2022).
- 34 Umweltbezogene Aspekte eines Ausbaus der Biogaserzeugung und -nutzung im Kontext der Klima- und Energiepolitik Luxemburgs. <https://www.ifeu.de/projekt/umweltbezogene-aspekte-eines-ausbaus-der-biogaserzeugung-und-nutzung-im-kontext-der-klima-und-energiepolitik-luxemburgs/> (accessed 19 May2022).
- 35 European Environmental Bureau. Briefing on air pollution from the Agricultural sector and advocacy opportunities for NGOs. 2021.
- 36 Greenpeace Luxembourg, mouvement écologique, nature & èmwelt a.s.b.l. Öffentliche Gelder im Sinne einer zukunftsfähigen Landwirtschaft, der Biodiversität und dem Klimaschutz sowie dem Gemeinwohl investieren. 2021.
- 37 Die Landwirtschaft von morgen. <http://agriculture.public.lu/de/actualites/dossiers/2020/gemeinsame-europaische-agrarpolitik-2021-2027.html> (accessed 25 Mar2022).
- 38 Ministère de l'Agriculture, de la Viticulture et du Développement rural. Prise de position de l'autorité de gestion du Luxembourg face aux observations de la Commission européenne concernant le projet de Plan Stratégique National du Grand-Duché de Luxembourg. 2022.https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/observation-letter-comments-luxembourg_fr.pdf.

Aperçu scientifique CS-2022-DR-019

- 39 The global oil and gas industry association for environmental and social issues. Methane glossary. 2018.
- 40 Ministre de l'Environnement, du Climat et du Développement durable. Réponse à la question parlementaire N°1226 concernant les émissions de méthane provenant des décharges pour déchets ménagers. 2019.
- 41 Traitement des eaux usées. http://environnement.public.lu/fr/waasser/eaux-usees-pluviales/traitement/traitement_des_eaux_usees.html (accessed 24 Mar2022).
- 42 Ministère du Développement durable et des Infrastructures. Plan national de gestion des déchets et des ressources. 2018.
- 43 Ministre de l'Environnement, du Climat et du Développement durable. Réponse à la Question parlementaire n° 1225 concernant l'impact climatique des stations d'épuration. 2019.

Auteur principal : Maude Pauly

Auteurs contributeurs : Christian Penny et
Danielle Wolter

Requérant : Paul Galles (CSV)

Luxembourg, le 20 mai 2022

Dans sa fonction de service de recherche et d'expertise, la Cellule scientifique établit des documents de recherche destinés à l'usage parlementaire. Ces documents sont protégés par le droit d'auteur détenu par la Chambre des Députés. Toutes les données à caractère personnel ou professionnel sont collectées et traitées conformément aux dispositions du Règlement n°2016/679 du 27 avril 2016 (RGPD). Les informations contenues dans ces documents sont estimées exactes et ont été obtenues à partir de sources considérées fiables. Le caractère exhaustif des données et informations ne pourra être exigé. L'utilisation d'extraits n'est autorisée que si la source est indiquée.