



Fiche d'information

Avril 2024

Effet climatique des gaz à effet de serre et d'autres substances

Outre le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), le protoxyde d'azote (N₂O), les gaz à effet de serre synthétiques et, dans le cas du transport aérien, d'autres composants contribuent au réchauffement climatique. Comme le montre la [figure 2.4](#) du sixième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC ; AR6), les émissions de CO₂ y ont contribué à hauteur d'environ 0,8 °C jusqu'en 2018, les émissions de CH₄, à hauteur d'environ 0,5 °C et celles de N₂O, à hauteur d'environ 0,1 °C.¹

Vu la complexité du calcul de l'effet climatique au moyen d'un modèle identique à celui employé pour l'analyse du AR6, une métrique est souvent utilisée comme aide pour comparer les contributions des différents gaz et estimer l'effet global de toutes les émissions. Le ch. 1 de cette fiche d'information décrit la métrique utilisée sur les plans national et international dans le cadre de l'Accord de Paris (accord sur le climat). Le ch. 2 contient des informations sur l'effet climatique du méthane et le ch. 3 porte sur les émissions du transport aérien.

1 Rapports nationaux et internationaux dans le cadre de l'accord sur le climat

Pour pouvoir comparer les inventaires des gaz à effet de serre sur le plan international, les Parties à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques ont convenu déjà en 1996 à Genève d'utiliser, pour l'établissement de rapports agrégés, les potentiels de réchauffement global (*Global Warming Potentials*, GWP) sur un horizon temporel de 100 ans (GWP₁₀₀). Depuis, d'autres options que le GWP₁₀₀ ont été étudiées à plusieurs reprises et discutées dans le cadre des négociations. Jusqu'à ce jour, aucune de ces options n'a été retenue pour l'établissement des inventaires.²

Actuellement, l'utilisation des valeurs pour le GWP₁₀₀ selon le cinquième rapport d'évaluation du GIEC est prescrite de manière contraignante (tableau 1 à la fin du présent document). Pour le méthane, il convient d'appliquer la valeur du méthane biogène, car le CO₂ issu de l'oxydation atmosphérique du méthane d'origine fossile figure séparément dans l'inventaire des gaz à effet de serre (cf. ch. 2).³

¹ IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Chapter 2.

² Description du processus international concernant la métrique : [Common metrics | UNFCCC](#)

³ [5/CMA.3 Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement on its third session](#)

2 Effet climatique du méthane

L'impact sur le climat diffère d'un gaz à effet de serre à l'autre. Il dépend de la force avec laquelle le rayonnement est retenu dans l'atmosphère (absorption du rayonnement) et de la concentration de la substance concernée dans l'atmosphère. Cette concentration dépend de la quantité d'émissions et de la vitesse du processus de dégradation dans l'atmosphère (durée de vie/temps de séjour).

Les gaz à effet de serre à longue durée de vie ne se dégradent que lentement. Par exemple, la majeure partie du réchauffement provoqué par le CO₂ persiste durant des millénaires.⁴ Les émissions de CO₂ s'accumulent dans l'atmosphère et entraînent un réchauffement croissant (cf. figure [SPM.10](#) dans IPCC, 2021). Une réduction des émissions de CO₂ ne permet ainsi que de ralentir le réchauffement. Seul un arrêt total des émissions de CO₂ permettrait de ne pas générer davantage de réchauffement.⁵

Les gaz à effet de serre à courte durée de vie, comme par exemple le méthane (CH₄), se dégradent relativement vite dans l'atmosphère. Leur effet climatique direct s'en trouve ainsi réduit. Il en va toutefois autrement pour leurs produits de dégradation : leur effet climatique peut persister plus longtemps. Le CH₄ a une durée de vie moyenne d'environ dix ans. Si les émissions sont constantes, la concentration dans l'atmosphère s'équilibre : la quantité émise est identique à la quantité dégradée. Des émissions constantes n'entraînent donc pas de hausse supplémentaire. Si les émissions de méthane sont réduites, la concentration s'équilibre à un niveau moins élevé, atténuant ainsi l'effet climatique direct.

Les calculs réalisés au moyen d'un modèle climatique simplifié⁶ pour la Suisse montrent qu'environ 18 % du réchauffement lié aux émissions suisses étaient dus aux émissions de méthane (figure 1). Dans les scénarios du GIEC⁷ où le réchauffement mondial est limité à 1,5 °C, les émissions de CO₂ sont ramenées à zéro net d'ici à 2050. En outre, les émissions de CH₄ sont réduites de 35 à 70 % (et non pas de 100 % comme pour le CO₂). Ces affirmations ne se fondent pas sur une métrique qui convertit les émissions de méthane en équivalents CO₂, mais tiennent compte des émissions effectives.

Qu'il soit d'origine fossile ou biogène, le CH₄ se comporte de la même façon dans l'atmosphère. L'effet climatique direct ne peut donc pas être différencié. L'oxydation atmosphérique du CH₄ produit du CO₂. Il en résulte une légère différence : le CO₂ issu de l'oxydation du CH₄ fossile est ajouté aux émissions de CO₂ fossile. En revanche, le CO₂ issu de l'oxydation du CH₄ biogénique n'est pas comptabilisé, car on part du principe qu'il est déjà pris en compte dans le bilan carbone du secteur de l'utilisation des terres.

⁴ IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers, paragraphe D1.1.

⁵ MacDougall, A. H. et al.: Is there warming in the pipeline? A multi-model analysis of the Zero Emissions Commitment from CO₂, *Biogeosciences*, 17, 2987–3016, <https://doi.org/10.5194/bg-17-2987-2020>, 2020.

⁶ Description du modèle: Leach, N. J. et al.: FaIRv2.0.0: A generalized impulse response model for climate uncertainty and future scenario exploration, *Geosci. Model Dev.*, 14, 3007–3036, <https://doi.org/10.5194/gmd-14-3007-2021>, 2021 / Smith, C.: FaIR calibration data (1.4.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10566813>, 2023.

⁷ IPCC, Special report on 1.5°, <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/spm-c/>, Figure SPM.3A

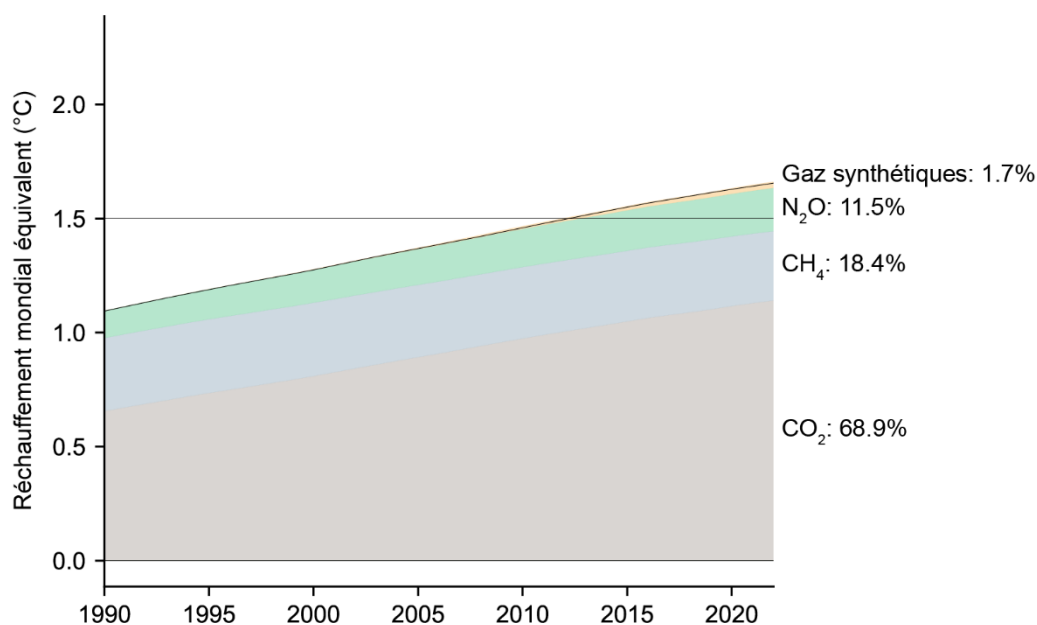


Figure 1 : Le réchauffement mondial équivalent lié aux émissions de la Suisse générées dans le pays depuis 1850 est calculé au moyen d'un modèle climatique (FAIR) de l'École polytechnique fédérale de Zurich. Les pourcentages indiquent la part du réchauffement, qui est due aux émissions de CO₂, de CH₄, de N₂O et de gaz synthétiques de la Suisse. Le réchauffement mondial équivalent correspond au réchauffement mondial obtenu en multipliant le réchauffement dû aux émissions de la Suisse avec le facteur démographique « monde/Suisse » au cours d'une année de référence. Dans le cas présent, l'année de référence est 1990, au cours de laquelle la population mondiale était 800 fois supérieure à celle de la Suisse. Pour les années de référence 2000, 2010 et 2020, le facteur démographique s'élèverait à respectivement 860, 890 et 900. Le réchauffement effectif est l'effet combiné d'autres gaz à effet de serre directs et indirects et d'aérosols qui, selon les substances, peuvent avoir un effet réchauffant ou rafraîchissant sur le climat.

En raison des différentes propriétés des divers gaz à effet de serre, il n'existe pas de métrique universelle permettant de convertir les différents gaz à effet de serre en équivalents CO₂. La contribution de ces gaz au réchauffement climatique ne peut être représentée de manière judicieuse qu'avec des modèles détaillés et calibrés, du fait de la complexité des nombreux processus impliqués. Les métriques ne permettent d'obtenir qu'une approximation qui, sur la base de certaines hypothèses, permet la conversion de divers gaz à effet de serre en équivalents CO₂. Les principales hypothèses sont notamment les suivantes : horizon temporel (p. ex. 20 ou 100 ans), évaluation individuelle des émissions (impulsion d'émission) ou évaluation de l'évolution durant une période donnée par rapport à un point de référence (p. ex. comparaison par rapport à aujourd'hui, à 1990 ou à l'ère préindustrielle). La quantité d'équivalents CO₂ obtenue étant différente en fonction des hypothèses posées, l'évaluation des émissions varie elle aussi.

En plus de la métrique généralement utilisée sur le plan international (cf. ch. 1), la littérature scientifique propose d'autres options intéressantes en lieu et place du GWP, qui décrivent l'évolution temporelle de l'effet climatique des gaz à effet de serre à courte durée de vie dans le contexte du budget d'émission. Dans un rapport, l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) décrit en détail les différentes méthodes d'évaluation et en dresse une comparaison.⁸ Le choix de la métrique dépend de la problématique. Chaque métrique ne tient compte que de certains aspects et nécessite de poser des hypothèses concernant l'horizon temporel. Mais les pondérations d'ordre sociétal et politique ainsi que les questions de res-

⁸ [Questions et réponses sur l'effet climatique du méthane \(scnat.ch\)](#), [Rapport Effet climatique des substances à courte durée de vie](#)

ponsabilité historique ou d'équité doivent elles aussi être prises en considération dans l'évaluation des émissions. L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture a publié une évaluation complète au sujet des métriques (cf. chap. 9 du rapport « Methan emissions in livestock and rice systems », en anglais).⁹

3 Impact sur le climat des émissions des transports aériens

Outre les émissions de CO₂, les émissions d'autres composants tels que la vapeur d'eau, les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre et la suie ont également un impact sur le climat. L'effet de ces émissions dépend de leur quantité (et donc des mouvements aériens) ainsi que de nombreux autres facteurs tels que la flotte d'avions (technologie), l'opération de vol (par exemple altitude et vitesse), les conditions ambiantes (température, humidité relative, concentration de fond des polluants atmosphériques) ou la période considérée (heures, jours, années), car les différentes substances restent plus ou moins longtemps dans l'air. L'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) a résumé l'état actuel des connaissances dans un rapport.¹⁰

⁹ [Methane emissions in livestock and rice systems \(fao.org\)](https://www.fao.org/publications/collection/en/collection/13677)

¹⁰ [Rapport Emissions des transports aériens et leur impact sur le climat](#)

Tableau 1 : Potentiels de réchauffement global actuellement utilisés dans l'inventaire suisse des gaz à effet de serre (GWP₁₀₀). Source : 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, Appendix 8.A, Table 8.A.1).

Gaz à effet de serre	Formule chimique	Effet en équivalents CO ₂
Dioxyde de carbone	CO ₂	1
Méthane (biogène)	CH ₄	28
Protoxyde d'azote, gaz hilarant	N ₂ O	265
<i>Hydrofluorocarbones (HFC)</i>		
– HFC-23	CHF ₃	12 400
– HFC-32	CH ₂ F ₂	677
– HFC-41	CH ₃ F	116
– HFC-43-10mee	CF ₃ CHFCHFCF ₂ CF ₃	1 650
– HFC-125	CHF ₂ CF ₃	3 170
– HFC-134	CHF ₂ CHF ₂	1 120
– HFC-134a	CH ₂ FCF ₃	1 300
– HFC-143	CH ₂ FCHF ₂	328
– HFC-143a	CH ₃ CF ₃	4 800
– HFC-152	CH ₂ FCH ₂ F	16
– HFC-152a	CH ₃ CHF ₂	138
– HFC-161	CH ₃ CH ₂ F	4
– HFC-227ca	CF ₃ CF ₂ CHF ₂	2 640
– HFC-227ea	CF ₃ CHFCF ₃	3 350
– HFC-236cb	CH ₂ FCF ₂ CF ₃	1 210
– HFC-236ea	CHF ₂ CHFCF ₃	1 330
– HFC-236fa	CF ₃ CH ₂ CF ₃	8 060
– HFC-245ca	CH ₂ FCF ₂ CHF ₂	716
– HFC-245cb	CF ₃ CF ₂ CH ₃	4 620
– HFC-245ea	CHF ₂ CHFCHF ₂	235
– HFC-245eb	CH ₂ FCHFCF ₃	290
– HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	858
– HFC-263fb	CH ₃ CH ₂ CF ₃	76
– HFC-272ca	CH ₃ CF ₂ CH ₃	144
– HFC-329p	CHF ₂ CF ₂ CF ₂ CF ₃	2 360
– HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	804

<i>Hydrocarbures perfluorés</i>		
– Perfluorométhane – PFC-14	CF ₄	6 630
– Perfluoroéthane – PFC-116	C ₂ F ₆	11 100
– Perfluorocyclopropane – PFC c216	c-C ₃ F ₆	9 200
– Perfluoropropane – PFC-218	C ₃ F ₈	8 900
– Perfluorobutane – PFC-31-10	C ₄ F ₁₀	9 200
– Perfluorocyclobutane – PFC-318	c-C ₄ F ₈	9 540
– Perfluorocyclopentane	c-C ₅ F ₈	2
– Perfluoropentane – PFC-41-12	n-C ₅ F ₁₂	8 550
– Perfluorhexane – PFC-51-14	C ₆ F ₁₄	7 910
– Perfluoroheptane – PFC-61-16	n-C ₇ F ₁₆	7 820
– Perfluorooctane – PFC-71-18	C ₈ F ₁₈	7 620
– Perfluorodécalin – PFC-91-18	C ₁₀ F ₁₈	7 190
– Perfluorodécalin (cis)	Z-C ₁₀ F ₁₈	7 240
– Perfluorodécalin (trans)	E-C ₁₀ F ₁₈	6 290
Hexafluorure de soufre	SF ₆	23 500
Trifluorure d'azote	NF ₃	16 100