

Changement climatique et émissions de gaz à effet de serre

Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie en est directement réfléchi, c'est-à-dire renvoyée vers l'espace, par l'air, les nuages blancs et la surface claire de la Terre. Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère et/ou la surface terrestre. Cette partie du rayonnement absorbée par la surface du sol lui apporte de la chaleur, qu'elle restitue à son tour, le jour comme la nuit, en direction de l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges. Ce rayonnement est alors absorbé en partie par les gaz à effet de serre, ce qui réchauffe l'atmosphère. Cette chaleur est réémise dans toutes les directions, notamment vers la Terre. C'est ce rayonnement qui retourne vers la Terre qui constitue l'effet de serre. Il est à l'origine d'un apport supplémentaire de chaleur à la surface terrestre sans lequel la température moyenne sur Terre chuterait à -18 °C. Les principaux gaz à effet de serre (GES) sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄), l'oxyde nitreux (ou protoxyde d'azote, de formule N₂O) et l'ozone (O₃). S'y ajoutent des GES industriels, les halocarbones lourds (CFC, HCFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆).

Le réchauffement climatique est le phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, à l'échelle mondiale, observé depuis une cinquantaine d'années, que la communauté scientifique (et en particulier le GIEC¹) attribue en très grande partie aux émissions anthropiques de GES.

Le dioxyde de carbone (CO₂) qui se dégage lors de la combustion des produits carbonés, en particulier les énergies fossiles, est le principal gaz à effet de serre d'origine anthropique, mais il n'est pas le seul. Viennent ensuite :

- le méthane (CH₄), émis par les zones humides, l'extraction du charbon, l'industrie gazière et pétrolière, les ruminants, les décharges à ciel ouvert lors de la décomposition de la matière organique,
- le protoxyde d'azote, ou oxyde nitreux, produit par la décomposition des engrais azotés utilisés dans l'agriculture, la combustion à très haute température des combustibles et certains procédés industriels,
- une série de gaz produits par l'industrie, (perfluorocarbures, hydrofluorocarbures, hexafluorure de soufre), pour des applications dans le domaine frigorifique ou l'isolation,
- l'ozone troposphérique.

Ces gaz ne contribuent pas de manière équivalente à l'augmentation de l'effet de serre. Chacun absorbe et réémet les rayonnements d'une façon caractéristique et reste plus ou moins longtemps dans l'atmosphère avant de se dégrader. Dans leurs modèles de simulation, les climatologues utilisent ces données spécifiques et les intègrent selon différents scénarios d'évolution afin d'anticiper les modifications du climat. Pour simplifier l'exposé des résultats, ils utilisent alors légitimement la notion de concentration en équivalent CO₂, concentration de CO₂ dont l'effet, à chaque instant, serait équivalent à celle du mélange de gaz.

Mais pour agir sur les concentrations futures de GES, les décideurs souhaitent pouvoir se fixer des objectifs en termes de quantités globales d'émissions des différents GES. D'où l'idée d'une équivalence chiffrée pour les actions de réduction d'émissions de différents gaz. Pour calculer cette équivalence, le GIEC a proposé la notion de « *potentiel de réchauffement global* » (PRG), dont la valeur indique la contribution relative au réchauffement de la planète d'une émission ponctuelle d'une tonne d'un gaz à effet de serre particulier sur une période donnée, par rapport à celle d'une émission ponctuelle d'une tonne de CO₂ sur la même période. Ainsi, dire que le PRG du méthane sur une période de cent ans est de 25, signifie qu'une tonne de CH₄ émise ponctuellement aujourd'hui aura, en cent ans, un effet sur le réchauffement de l'atmosphère équivalent à celui de 25 tonnes de CO₂ émis ponctuellement aujourd'hui. On dit alors qu'à cet horizon, 1 kg de CH₄ vaut 25 teq CO₂ (tonnes équivalent CO₂). Le tableau ci-dessous rend compte des principales caractéristiques des gaz à effet de serre anthropiques :

Tableau 1 : Pouvoirs de réchauffement global (PRG) des principaux gaz à effet de serre anthropiques à différents horizons de temps.

Gaz à effet de serre	Formule	Temps de séjour	PRG à 500 ans	PRG à 100 ans	PRG à 20 ans
Gaz carbonique (référence)	CO ₂	> 100 ans	1	1	1
Méthane	CH ₄	10 à 15 ans	7,6	25	72
Oxyde nitreux	N ₂ O	> 100 ans	153	298	289
Perfluorocarbures	CnF2n+2	45 à 1700 ans	1620-10 000	4700- 14400	5300-11000
Hydrofluorocarbures	CnHmFp	5 à 270 ans	38- 12200	120 à 14800	437-12000
Hexafluorure de soufre	SF ₆	3200 ans	32600	22800	16300

1 - Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat, en anglais IPCC

La commodité d'utilisation de la teq CO2 comme unité unique a conduit très vite à la généralisation de son emploi. C'est la raison pour laquelle, dans la plupart des publications accessibles aux décideurs, les émissions sont données en « équivalent CO2 » (eq CO2). Et comme à l'époque de Kyoto, c'est l'horizon 2100 qui préoccupait la communauté scientifique, c'est l'équivalence à 100 ans des différents gaz à effet de serre qui s'est rapidement imposée, au point que de nombreux décideurs ignorent que ce coefficient varie fortement dans le temps pour certains des gaz concernés, en particulier le méthane. Pour 2004, le GIEC indique les émissions mondiales suivantes :

Tableau 2: Émissions mondiales de GES en 2004 en unités physiques et en équivalent CO2 à 100 ans (2104) et à 26 ans (2030)

2004	Millions de tonnes	Milliards teq CO2 à 100 ans (2104)	%	Milliards teq CO2 à 26 ans (2030)	%
CO2	37600	37,6	76%	<i>37,6</i>	<i>58%</i>
CH4	355	7,5	15%	<i>22,7</i>	<i>35%</i>
N2O	12	3,7	7,5%	<i>3,6</i>	<i>6%</i>
CFC, SF6, etc.	ε	0,4	1,5%	<i>0,4</i>	<i>1%</i>
Total		49,2	100%	<i>64,3</i>	<i>100%</i>

Source : rapport du Groupe III du GIEC, 2007.

Par définition même, ces chiffres expriment la contribution des différents gaz au réchauffement climatique sur la période qui s'étend de 2004 à 2104. A l'examen de ce tableau, on voit bien pourquoi ce sont les émissions de CO2 qui retiennent aujourd'hui pratiquement toute l'attention des décideurs : le CO2 représente à lui seul plus des trois quarts des émissions totales. Il est intéressant de reproduire le même tableau, non plus pour 2104, mais par exemple pour 2030 (les résultats apparaissent dans les deux colonnes de droite du tableau, en italiques).

La comparaison des deux tableaux est instructive : pour la période 2004-2030, les GES émis en 2004 sont équivalents à 64,3 MteqCO2, 30 % de plus que pour 2004-2104, et la part du méthane atteint 35 % du total en 2030 contre 15 % en 2104.

Il est donc indispensable, quand on évoque des objectifs de réduction des GES en teq CO2, d'indiquer à quel horizon on s'intéresse.

Si, en effet, comme nous le disent aujourd'hui les climatologues, l'échéance des préoccupations climatiques se rapproche dangereusement, vers 2030, les 355 millions de tonnes de CH4 émis en 2004 ont un effet intégré à cette époque équivalent à 23 gigatonnes de CO2, presque autant que l'ensemble des émissions de CO2 liées à la combustion des énergies fossiles de cette même année (26 gigatonnes). Il devient alors essentiel d'engager des politiques de réduction des émissions de méthane aussi ambitieuses que celles qui sont proposées (sinon mises en œuvre) par la communauté internationale pour le CO2 dans le domaine énergétique.

Les données concernant les émissions de gaz à effet qui sont présentées dans les fiches suivantes proviennent, comme pour les données énergétiques, de la base de données ENERDATA. Ces valeurs, notamment pour le CO2, sont très légèrement inférieures aux valeurs publiées par l'Agence Européenne de l'Énergie (AEE). Cela provient du fait que les données Enerdata sont établies en appliquant strictement la méthode UNFCCC pour chaque pays alors que les données publiées par l'AEE proviennent directement des inventaires nationaux qui n'appliquent pas exactement les mêmes règles de calcul.