

Réchauffement climatique : importance du méthane

par Benjamin Dessus, Bernard Laponche
et Hervé Le Treut*

Les objectifs de la lutte contre le réchauffement climatique

Dans sa séance du 30 octobre 2007, le dernier Conseil de l'environnement de l'Union Européenne fait sienne la recommandation d'éviter un réchauffement global de plus de 2 degrés et « la nécessité de stabiliser la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère à environ 450 ppmv d'équivalent CO₂ » et rappelle que, « pour ce faire, ces émissions devront atteindre leur maximum dans les 10 ou 15 ans qui viennent pour atteindre un niveau inférieur d'au moins 50% à celui de 1990 d'ici 2050 ». Il souligne enfin que, « pour atteindre cet objectif, il faudrait que le groupe des pays développés réduise collectivement ses émissions pour les ramener d'ici 2020, à un niveau de 25 à 40% inférieur à celui de 1990 et fait remarquer que la proposition de l'UE de réduction des émissions est compatible avec un tel niveau d'efforts ».

Dans ce texte, la « concentration de 450 ppmv d'équivalent CO₂ » s'entend comme la présence simultanée dans l'atmosphère d'un ensemble de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄, N₂O, etc) à des concentrations diverses qui n'ont pas tous le même effet sur le réchauffement mais dont on peut estimer l'effet comme équivalent à celui qu'aurait provoqué une concentration de 450 ppmv du seul gaz carbonique.

Il existe en effet de nombreux gaz dont les émissions sont responsables du renforcement de l'effet de serre : CO₂, CH₄, N₂O, CFC, etc. Chacun de ces « gaz à effet de serre » (GES) présente des caractéristiques propres d'absorption du rayonnement et de durée de vie dans l'atmosphère après son émission. Dans leurs modèles de simulation, les experts qui étudient les changements climatiques utilisent les données d'émission et de concentration de chacun d'entre eux dans différents scénarios d'évolution pour anticiper les modifications du climat.

La recommandation de stabilisation à « 450 ppmv d'équivalent CO₂ » s'appuie donc sur les résultats de scénarios qui anticipent les réductions d'émission des différents GES indispensables à différents horizons pour contenir le réchauffement climatique dans une limite de l'ordre de deux degrés au début du siècle prochain : par exemple une division par deux des émissions de CO₂, une réduction de 30% des émissions de méthane et de N₂O en 2050 par rapport à 2000. Il est bien évident que si cet effort concomitant sur les différents gaz n'est pas effectué, la réduction de CO₂ envisagée ne permettra pas d'atteindre à elle seule la cible de 450 ppmv d'équivalent CO₂ et donc de limiter le réchauffement à 2 degrés.

* **Benjamin Dessus** ingénieur et économiste. Il préside l'association Global Chance. Benjamin.Dessus@wanadoo.fr
Bernard Laponche, ancien directeur de l'agence française de la maîtrise de l'énergie, est expert en politiques énergétiques.
Hervé Le Treut est directeur du laboratoire de météorologie dynamique du CNRS.

Pourtant dans la suite du texte de ce même Conseil européen consacré aux efforts de réduction à réaliser, seuls les efforts de réduction du CO₂ sont cités. Les gaz à effet de serre autres que le CO₂ (méthane, oxyde nitreux, etc.) ne font l'objet d'aucune mention spécifique. De même, dans le Grenelle de l'environnement, après l'affirmation de la volonté de se conformer aux recommandations de l'UE, toutes les mesures proposées concernent la réduction des émissions du CO₂ sans qu'une seule fois dans le document final ne soit jamais mentionné le méthane.

Comptabilité des émissions de méthane et «Potentiel de réchauffement global»

Ce manque d'intérêt apparent pour les autres gaz à effet de serre est sans doute à mettre en relation avec l'usage d'outils comptables très simplifiés destinés à évaluer leur rôle dans les politiques de réduction. La comptabilité en « tonnes d'équivalent CO₂ » des émissions des différents gaz qui s'est rapidement imposée chez les décideurs a une signification très précise, mais elle ne s'adapte pas à tous les contextes et peut dans certains cas conduire à un effet optique de distorsion des enjeux. En effet, pour permettre une simplification de l'appréciation globale de l'incidence de ces émissions de ces différents gaz sur le changement climatique, il a été décidé d'utiliser des règles d'équivalence permettant de comptabiliser les émissions des GES autres que le CO₂ en une unité commune : la tonne d'équivalent CO₂ (teq CO₂). Celle-ci est communément définie sur la base de l'impact relatif de chaque gaz sur le réchauffement climatique par rapport à celui du CO₂, effet calculé sur une période de temps déterminée qui suit l'émission de chacun des gaz, par exemple 100 ans. Cet impact sur le climat est déterminé comme le cumul du forçage radiatif associé à un gaz donné sur toute la période considérée.

Pour y parvenir le GIEC¹ a proposé la notion de « Potentiel de réchauffement global »² (PRG). Le PRG indique la contribution relative au réchauffement de la planète pendant une période déterminée (par exemple 100 ans) d'une émission ponctuelle en début de période d'un kg d'un gaz à effet de serre particulier par comparaison avec la contribution sur la même période d'une émission ponctuelle d'un kg de CO₂. Les PRG calculés pour différents intervalles de temps prennent en compte les différences de durées de vie des différents gaz dans l'atmosphère.

Le PRG du gaz CH₄ à l'horizon T et pour des émissions de l'année 0 est le rapport de l'intégrale de 0 à T de la fonction de décroissance dans le temps du CH₄, multipliée par l'efficacité radiative du CH₄, à l'intégrale de 0 à T de la fonction de décroissance du CO₂ sur la même période, multipliée par l'efficacité radiative du CO₂. Le numérateur de ce rapport est le «PRG absolu du CH₄» et le dénominateur le «PRG absolu» du CO₂³.

Dire que le PRG du méthane sur une période de 100 ans est de 21, c'est dire que l'émission ponctuelle de 1 tonne de CH₄ a une influence sur le climat équivalente à celle d'une émission ponctuelle de 21 t de CO₂ sur la période de 100 ans suivant ces émissions.

La commodité d'utilisation de la teq CO₂ comme unité unique a conduit très vite à la généralisation de son emploi, qu'il s'agisse des émissions constatées, des émissions futures envisagées (dans les objectifs de politique climatique notamment) comme des émissions cumulées sur une certaine période (passée ou future). Dans la plupart des documents traitant des programmes de lutte contre le changement climatique, tout se passe comme si l'on avait affaire à un seul gaz, «équivalent CO₂», dont il s'agit de réduire les émissions.

Les dangers d'une utilisation trop directe du PRG

Mais alors que la première Conférence des parties à la Convention (COP 1 1995) se contentait de dire que «les Parties peuvent appliquer les potentiels de réchauffement du globe sur une période de 100 ans qui sont indiqués par le GIEC dans son rapport spécial de 1994 pour traduire leurs inventaires et projections en équivalent dioxyde de carbone », l'utilisation des PRG sur une période de 100 ans est devenue très vite la règle. L'émission ponctuelle de 1 tonne de CH₄ en 2000 est comptée 21 teqCO₂⁴ sur la base du cumul des effets respectifs de CH₄ et de CO₂ entre 2000 et 2100, et l'émission d'1 t de CH₄ en 2020 par exemple est comptée 21 teq CO₂ sur la base du cumul des effets respectifs de CH₄ et de CO₂ entre 2020 et 2120 : les effets d'une émission de CH₄ par rapport à ceux d'une émission de la même masse de CO₂ sont chaque année décalés de 100 ans.

L'adoption d'une telle règle a des conséquences importantes sur l'appréciation relative du rôle des différents gaz. En effet, alors que l'utilisation de la notion d'équivalent CO₂, comme nous l'avons vu, ne présente aucune ambiguïté pour évaluer une concentration, son utilisation pour évaluer des émissions suppose impérativement de faire référence à une période d'intégration à partir de l'émission⁵.

Comme la durée de vie du méthane est courte (de l'ordre de 12 ans⁶) par rapport au temps de résilience du CO₂ dans l'atmosphère⁷, le PRG du méthane varie de façon importante avec la période de temps choisie.

Avec la règle du coefficient d'équivalence de 21 (PRG sur une période de 100 ans après la date d'émission), il est donc impossible d'évaluer l'influence à un horizon donné (2020 ; 2050 ; 2100) d'une émission de CH₄. Pour effectuer cette évaluation, il est nécessaire de tenir compte de l'écart entre l'année d'émission et l'année horizon puisque le coefficient d'équivalence (le PRG) varie rapidement en fonction de la période de temps choisie pour évaluer les effets respectifs sur le réchauffement climatique des émissions de CO₂ et de CH₄.

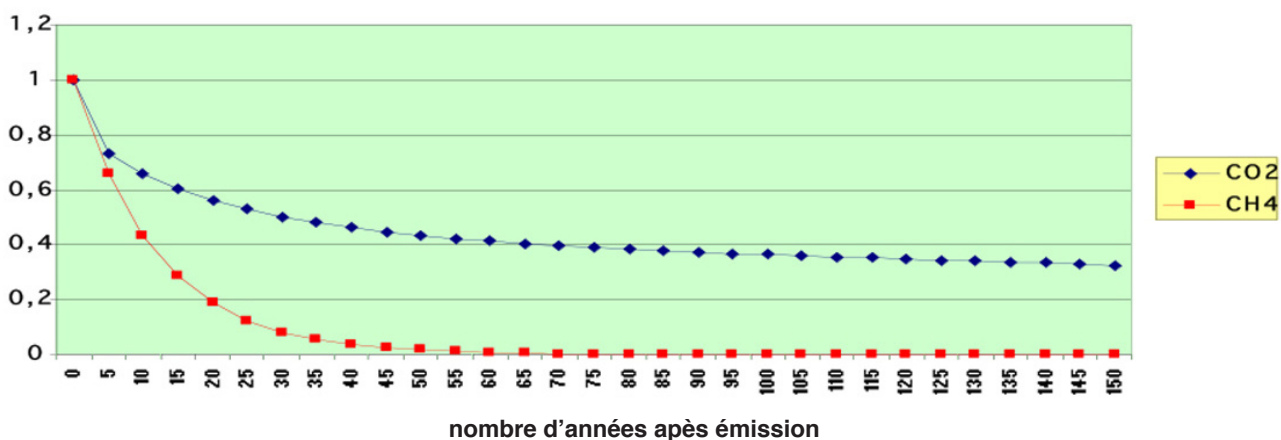
Prenons un exemple : en 2005 la France a émis 2,65 Mt de CH₄ et 341 Mt de CO₂ (en tenant compte des puits de carbone). Les émissions de CH₄ sont actuellement comptées pour 56 Mt de CO₂ (et donc pour 16% de celles de CO₂). C'est parfaitement juste en ce qui concerne les effets intégrés jusqu'en 2105. Mais si l'on se place à l'horizon 2055, l'émission ponctuelle de méthane de 2005 prend une importance beaucoup plus grande en terme d'effet intégré sur le climat: le PRG à l'horizon de 50 ans est de 42⁸, la valeur «équivalente» en émission de CO₂ est donc de 111 Mt et 33% des émissions de CO₂.

D'autre part il est essentiel de garder à l'esprit le fait que la notion de PRG s'applique aux conséquences sur le climat d'une émission ponctuelle à un instant donné. L'appliquer sans précaution à des mesures qui se perpétuent dans le temps pour en apprécier les conséquences à un horizon donné peut donc conduire à de graves erreurs d'évaluation.

Le calcul des PRG aux différents horizons présenté a été fait sur la base des dernières indications du GIEC^{9&10} en reconstituant les courbes de décroissance du CO₂ et du CH₄ sur la période 0–500 ans et, à partir de là, en calculant les «PRG absolus» du CO₂ et du CH₄ en utilisant les valeurs des efficacités radiatives de ces deux gaz fournies par le GIEC¹¹.

Figure 1

Décroissance du CO₂ et du CH₄ ⁽¹²⁾



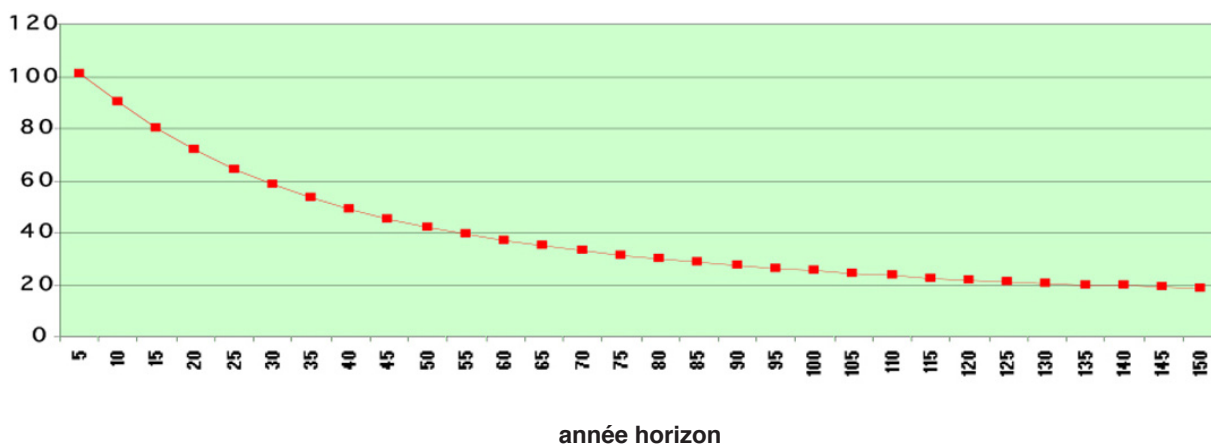
Les valeurs du PRG ainsi obtenues¹³ sont égales aux valeurs fournies par le GIEC pour 20, 100 et 500 ans (respectivement 72, 25 et 7,6)¹⁴. Elles figurent dans le tableau 1 et la figure 2.

Tableau 1 : Valeur du PRG du CH₄ en fonction de l'année horizon (année d'émission : 0)

année	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
PRG	101	90	80	72	64	58	53	49	45	42
année	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
PRG	39	37	35	33	31	30	28	27	26	25
année	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
PRG	24	23	23	22	21	21	20	19	19	18

Figure 2

PRG du CH₄



Comparaison de deux actions de réduction des émissions de CH4 et de CO2

L'exemple ci-dessous permet de mettre en évidence l'ordre de grandeur des erreurs d'appréciation qu'on risque de commettre en utilisant «l'équivalence à 100 ans».

Nous considérons deux actions de réduction des émissions de CH4 et de CO2 :

a) d'une part, l'année 0, la suppression définitive de la source (pérenne sans cette action) d'une émission annuelle de 1 kg de CH4 (soit 21 kgeq CO2 dans la comptabilité actuelle) que nous appelons «action CH4» : à partir de l'année 1, l'émission évitée de CH4 est donc de 1 kg chaque année.

b) d'autre part, la même année 0, la suppression définitive de la source (pérenne sans cette action) d'une émission annuelle de CO2 de 1kg, que nous appelons «action CO2» : à partir de l'année 1, l'émission évitée de CO2 est donc de 1 kg chaque année.

Nous calculons les effets comparés sur le réchauffement climatique de chaque action aux divers horizons à partir de l'année horizon 1.

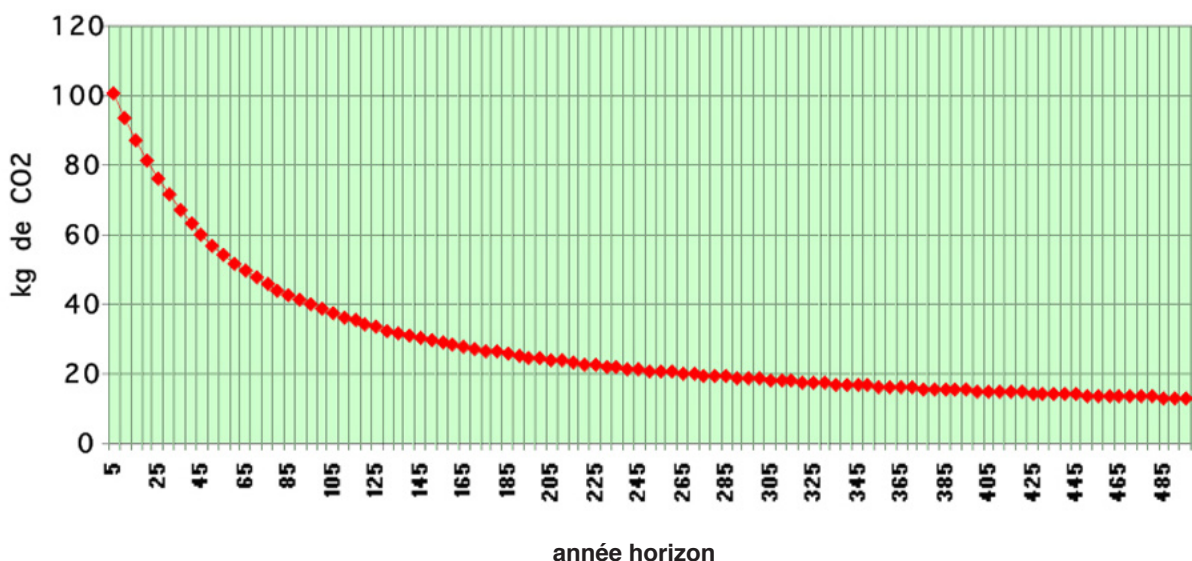
Le cumul des effets respectifs de chaque émission évitée tout le long de la période entre l'année de l'action et l'année horizon est obtenu en faisant la somme des PRG «absolus» du CH4 et du CO2.

Le rapport des effets cumulés permet de comparer entre elles une action de réduction pérenne des émissions de CH4 et une action de réduction pérenne des émissions de CO2.

La figure 3 montre les résultats obtenus pour chaque année horizon entre 0 et 500 ans, par pas de 5 ans, d'une suppression définitive de 1kg de CH4 (21kgeq CO2 avec la règle actuelle) réalisée l'année 0.

Figure 3

Action CO2 de même effet que l'action CH4



Le tableau 2 indique pour des années horizons significatives les valeurs en kg de CO₂ de l'émission évitée de CO₂ de façon pérenne à l'année 0 qui a le même effet sur le réchauffement climatique sur la période horizon que la suppression définitive d'une émission de 1 kg de CH₄ l'année 0.

Tableau 2 : Valeur de l'action CO₂ de même effet que l'action CH₄ aux différents horizons

Année horizon	20	50	100	250	500
kg CO ₂	81	57	39	21	13

Aux horizons de 20 et de 50 ans la sous estimation des effets engendrée par l'utilisation du PRG de 21 est donc très élevée (respectivement d'un facteur 3,9 et 2,7); elle reste encore d'un facteur 1,9 à l'horizon de 100 ans et n'atteint la valeur 1 qu'au bout de 250 ans.

Comparaison de politiques de réduction des émissions

Le même calcul peut être effectué pour différentes années de l'action de suppression d'une émission de CH₄ et de CO₂, ces années pouvant être différentes pour chacun des gaz et s'étaler sur des périodes différentes. On peut également étudier des suppressions d'émissions pérennes ou bien limitées dans le temps.

La comparaison des effets se traduit, pour chaque année ou période de réalisation de l'action CH₄ et pour chaque année horizon, par une quantité de kg de CO₂ dont l'émission supprimée de façon pérenne la même année ou durant la même période de réalisation de l'action (action CO₂) donnerait le même effet sur le réchauffement climatique à la même année horizon que l'action CH₄ de réduction pérenne d'émission de 1kg de CH₄ pour cette période de réalisation de l'action.

Cette méthode permet par conséquent de comparer entre elles des politiques de réduction des émissions de CH₄ et des politiques de réduction des émissions de CO₂, pour des réductions d'émissions pérennes ou limitées dans le temps.

Que conclure de cette démonstration?

D'abord qu'il faut prendre pleine conscience que l'utilisation du «Pouvoir de Réchauffement Global à 100 ans» pour comptabiliser les émissions des gaz à effet de serre autres que le CO₂ n'est pas bien adaptée au cas de mesures pérennes ou à longues durées de vie dont on veut envisager l'efficacité à un horizon déterminé et qu'elle contribue dans ce cadre à minorer fortement l'importance d'une diminution des émissions de gaz à durée de vie courte. C'est ainsi par exemple que le méthane que l'on continue à ne pas émettre sur la période 2020-2100 parce que l'on a supprimé une décharge en 2020 aura un effet (par rapport au maintien de cette décharge) d'autant plus fort que l'on s'approche de 2100, par rapport à une source de CO₂ que l'on a aussi supprimé de manière pérenne et dont on évalue l'effet de manière équivalente.

L'utilisation des PRG n'est pertinente qu'appliquée, année après année, aux horizons considérés comme préoccupants ou décisifs par les études climatiques et donc en particulier 2050, 2100 et 2150. C'est d'autant plus important que les préoccupations actuelles des climatologues les conduisent à préconiser non seulement de stabiliser à long terme des concentrations de GES, mais aussi d'éviter au maximum les dépassements intermédiaires de cette concentration au cours du siècle qui vient.

Enfin, on constate que des politiques d'évitement du CH₄ engagées à court terme peuvent garder une influence à long terme plus importante que ne le laisserait supposer la simple prise en compte du PRG actuel. Négliger plus ou moins fortement l'effet du méthane pour des raisons comptables inadaptées affecte le caractère plus ou moins exclusif du lien qui peut exister entre le problème des gaz à effet de serre et celui de l'énergie. Par ailleurs, si l'augmentation de la concentration du méthane dans l'atmosphère, très rapide après le début de l'ère industrielle, s'est ralentie depuis quelques années pour des raisons encore débattues, un retour à un accroissement rapide, en cas de dégel des régions arctiques par exemple reste tout à fait possible.

Il est donc important, au moment où le dernier rapport du GIEC met en évidence les conséquences d'une dérive climatique à moyen terme, que des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre soient définies pour chacun des principaux gaz ; CH₄ mais aussi N₂O, sur la base de leurs émissions réelles, en accord avec les scénarios étudiés par les experts qui étudient les changements climatiques et en fonction des objectifs de concentrations qu'ils recommandent d'atteindre à des horizons donnés. Il ne faudrait pas en effet que des considérations purement économiques et financières liées aux marchés des permis d'émission, viennent masquer l'importance de politiques vigoureuses vis-à-vis des autres gaz que le CO₂. En particulier, en plus de l'indispensable effort de réduction des émissions de CO₂, une plus grande attention doit être donnée à la réduction à court terme des émissions de méthane, dont les effets sont élevés à l'horizon de quelques décennies. La période de deux ans de négociation sur l'après 2012 décidée à la récente Conférence de Bali devrait donc être mise à profit pour engager une nouvelle réflexion sur ce sujet.

Notes

¹ GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (IPCC en anglais).

² GWP, Global Warming Potential en anglais.

³ AGWP, Absolute Global Warming Potential en anglais.

⁴ Le coefficient 21 a été adopté notamment par le Protocole de Kyoto sur la base des publications du GIEC de 1995 et maintenu depuis.

⁵ L'équivalence CO₂ pour les concentrations et l'équivalence CO₂ pour les émissions sont deux concepts différents.

⁶ Cela signifie que la courbe de décroissance du CH₄ dans l'atmosphère est l'exponentielle $e^{-t/12}$ (et non que la moitié du CH₄ émis a disparu au bout de 12 ans).

⁷ La courbe de décroissance de la présence du CO₂ émis dans l'atmosphère est la somme d'une constante et de trois exponentielles dont l'une correspond à une décroissance très rapide (temps de vie inférieur à 2 ans).

⁸ Voir tableau 1.

⁹ Référence : » Climate Change 2007 : Working Group I: The scientific Basis».

¹⁰ ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf

¹¹ Pour une même unité de masse présente dans l'atmosphère, l'efficacité radiative du CH₄ est égale à 73 fois celle du CO₂.

¹² Source : GIEC 2007.

¹³ Le calcul du PRG du CH₄ sur la base du rapport du GIEC de 2007 prend en compte les effets induits de la décroissance de ce gaz dans l'atmosphère.

¹⁴ La même vérification a été faite pour le N₂O.

GLOBAL WARMING : THE SIGNIFICANCE OF METHANE

Benjamin DESSUS, Bernard LAPONCHE, Hervé LE TREUT

(February 19, 2008)

*

1. CLIMATE CHANGE TARGETS

At its meeting on 30 October 2007, the EU Environment Council adopted the recommendation to avoid global warming of more than 2°C and recognised that "*stabilisation of the concentration of greenhouse gases in the atmosphere [...] to about 450 ppmv CO2 eq*" is required. The Environment Council underlined that "*this will require global greenhouse gas emissions to peak within the next 10 to 15 years, followed by substantial global emission reductions to at least 50% below 1990 levels by 2050*". Finally, the Council stresses that achieving this target, "*would require the group of developed countries collectively to reduce their emissions in a range of 25-40 % below 1990 levels by 2020*", noting that "*the EU's proposal for emission reduction commitments of the group of developed countries is consistent with this level of effort*".

In this text, the “concentration of 450 ppmv of CO2 equivalent” means the simultaneous presence of a set of greenhouse gases (CO2, CH4, N2O, etc) in the atmosphere in varying concentrations which do not have the same impact on global warming. However, their impact can be estimated as being equivalent to what the 450 ppmv concentration of CO2 alone would have caused.

There are several gases whose emissions are responsible for enhancing the greenhouse effect: CO2, CH4, N2O, CFC, etc. Each one of these “greenhouse gases” (GHGs) has its own particular properties in terms of infrared absorption and atmospheric lifetime after being emitted. In their simulation models, the experts who study climate change use data on emissions and concentrations of each of these GHGs in different scenarios in order to anticipate climate change.

The recommendation for stabilisation at “450 ppmv CO2 equivalent” is thus based on results of scenarios that anticipate emission reductions of the different GHGs needed at different time horizons in order to limit global warming to around 2°C at the beginning of the next century: for example, a factor two reduction of CO2 emissions, a 30% reduction of CH4 and N2O in 2050 compared to 2000 levels. It is obvious that if this simultaneous effort to reduce emissions of the different gases is not made, the CO2 reduction envisaged will not be enough alone to reach the 450 ppmv CO2 equivalent target and thus to limit global warming to 2°C.

However, in the same conclusions of the EU Environment Council of 30 October 2007 on reduction efforts needed, only CO2 emission reduction efforts are cited. Non CO2 GHGs (CH4, N2O, etc) are not specifically mentioned at all. Similarly, as part of the French national consultation to reform environmental policy (*Grenelle de l'Environnement*), conducted in 2007, after it was declared that the EU recommendations would be complied with, all the measures proposed focus on CO2 emission reductions. The final document does not once mention CH4.

2. TAKING METHANE EMISSIONS INTO ACCOUNT AND THE "GLOBAL WARMING POTENTIAL"

This lack of apparent interest for the other GHGs is probably linked to the use of highly simplified tools for assessing their role in reduction policies. Calculating emissions of the different GHGs in “tons of CO₂ equivalent”, which rapidly became the norm with policy-makers, has a very specific meaning but it is not suitable for all contexts and may, in certain cases, lead to an optical effect of distorting the issue at stake. In order to simplify the overall assessment of the impact of emissions of these different GHGs on climate change, it was decided to use rules of equivalence to make it possible to take into account emissions of non CO₂ GHGs within one single unit: the ton of CO₂ equivalent (t CO₂ eq). It is commonly defined on the basis of the relative impact of each gas on global warming compared to that of CO₂, calculated over a determined period of time which follows the emission of each GHG, for example 100 years. This climate impact is determined as the cumulative radiative forcing linked to a given GHG over the period under consideration.

To achieve this, the IPCC¹ put forward the concept of Global Warming Potential (GWP). The GWP indicates the relative contribution to global warming over a given period (for example 100 years) of a pulse emission at the start of the period of 1 kg of a specific GHG in comparison to the contribution, over the same period, of an emission of 1 kg of CO₂. The GWPs calculated for different time intervals take into account the differences in atmospheric lifetimes of the different GHGs.

The GWP of CH₄ at the time horizon TH for emissions in the year 0 is the ratio of the integral 0 to TH of the function of the decline in CH₄ over time, multiplied by the radiative efficiency of CH₄, to the integral 0 to TH of the function of the decline in CO₂ over the same period, multiplied by the radiative efficiency of CO₂. The numerator of this ratio is the “absolute global warming potential” or AGWP for CH₄, and the denominator the “absolute global warming potential” or AGWP, for CO₂”

To say that the GWP of CH₄ over a 100-year period is 21, means that the emission of 1 unit of mass of CH₄ has a climate impact equivalent to that of the emission of 21 unit of mass of CO₂ over the 100 year period following these emissions.

The convenience of using the t CO₂ eq as a single unit has very quickly led to its widespread use, whether it be for past emissions that have been observed or future emissions anticipated (particularly in climate policy targets) as cumulated emissions over a specific (past or future) period. In most documents setting out climate change mitigation programmes, it appears as if there were only one GHG involved, the “CO₂ equivalent” whose emissions need to be reduced.

3. THE DANGERS OF USING GWP TOO DIRECTLY

Whereas the First Conference of the Parties (COP 1 1995) merely stated that “Parties may use global warming potentials to reflect their inventories and projections in carbon-dioxide-equivalent terms. In such cases, the 100-year time-horizon values provided by the Intergovernmental Panel on Climate Change in its 1994 Special Report should be used”, the use of GWPs over a 100-year period very quickly became the norm. The pulse emission of 1 t of CH₄ in 2000 is counted as 21 t CO₂ eq² on the basis of the cumulative effects respectively of CH₄ and CO₂ between 2000 and 2100, and the emission of 1 t of CH₄ in 2020 for example

¹ Intergovernmental Panel On Climate Change.

² The coefficient 21 was adopted in particular by the Kyoto Protocol on the basis of the IPCC publications in 1995 and has been retained ever since.

is counted as 21 t CO₂ eq on the basis of the cumulative effects respectively of CH₄ and CO₂ between 2020 and 2120: the impacts of a CH₄ emission compared to those of an emission of the same volume of CO₂ are each year put back 100 years.

Adopting such a rule has significant consequences on the relative assessment of the role of the different GHGs. While the use of the concept of CO₂ equivalent, as previously shown, does not present any ambiguity to estimate concentrations, using it to estimate emissions necessarily implies that a reference is made to an integration period from when the emission is made³.

As the atmospheric lifetime of CH₄ is short compared to that of CO₂, the GWP of CH₄ varies considerably depending on the period of time chosen.

With the rule of the equivalence coefficient being 21 (GWP over a 100-year period following the date of emission), it is therefore impossible to estimate the impact at a given time horizon (2020, 2050, 2100) of a CH₄ emission. To make this estimate, it is necessary to take into account the difference between the year of emission and the year of the time horizon since the equivalence coefficient (the GWP) rapidly varies depending on the time period chosen to measure the respective impacts of CO₂ and CH₄ on global warming.

Furthermore, it is vital to bear in mind the fact that the GWP concept applies to climate impacts of a pulse emission at a given point in time. To apply it without caution to measures which continue over time in order to estimate the impact at a given time horizon may thus lead to serious errors of assessment.

4. CALCULATING THE GWP

The GWP calculation for CH₄ at different time horizons was made on the basis of the most recent IPCC indications^{4 & 5}, by a three step method:

- a) by reconstituting the CO₂ and CH₄ decline curves in the period 0-500 years;
- b) from there, by calculating the AGWPs of CO₂ and CH₄ using values of the radiative efficiency of these two GHGs provided by the IPCC⁶;
- c) then calculating the GWP of CH₄ as the ratio of the AGWP for CH₄ to the AGWP for CO₂, for the same unit of mass, for example 1 kg.

The decrease of CO₂ and CH₄ in the atmosphere

The decline curve for CH₄ emitted in the atmosphere is the exponential $e^{-t/12}$.

The decline curve of CO₂ emitted in the atmosphere is the sum of a constant and three exponential curves, one of which corresponds to a very rapid decline (less than two years' lifetime).

The two decline curves are presented in figure 1, for an emission of 1 unit of mass at year 0.

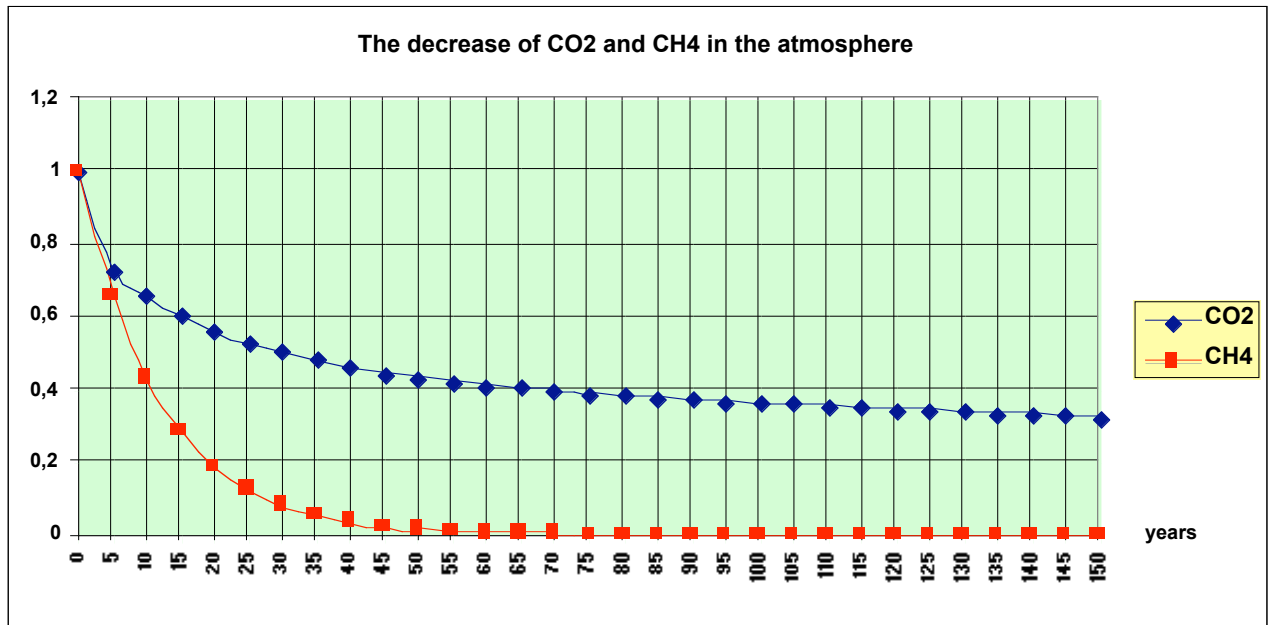
³ The CO₂ equivalence for concentrations and the CO₂ equivalence for emissions are two different concepts.

⁴ Reference : " Climate Change 2007 : Working Group I: The Scientific Basis".

⁵ ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf

⁶ For the same unit of mass present in the atmosphere, the radiative efficiency of CH₄ is equal to 73 times that of CO₂.

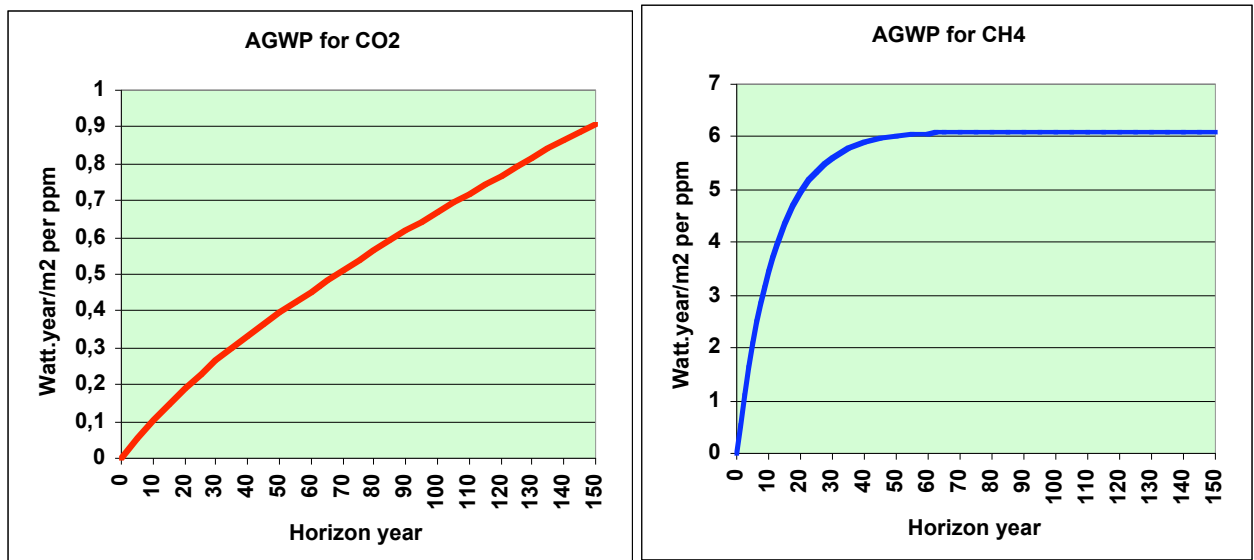
Figure 1⁷



The AGWP of CO2 and CH4

For the calculation of the AGWP for CH4, we take into account the indirect effect on global warming caused by the decline of CH4 in the atmosphere, on the basis of the 2007 IPCC report. The values of AGWP presented in figure 2 are given for 1 ppm⁸.

Figure 2



The value of the GWP for CH4

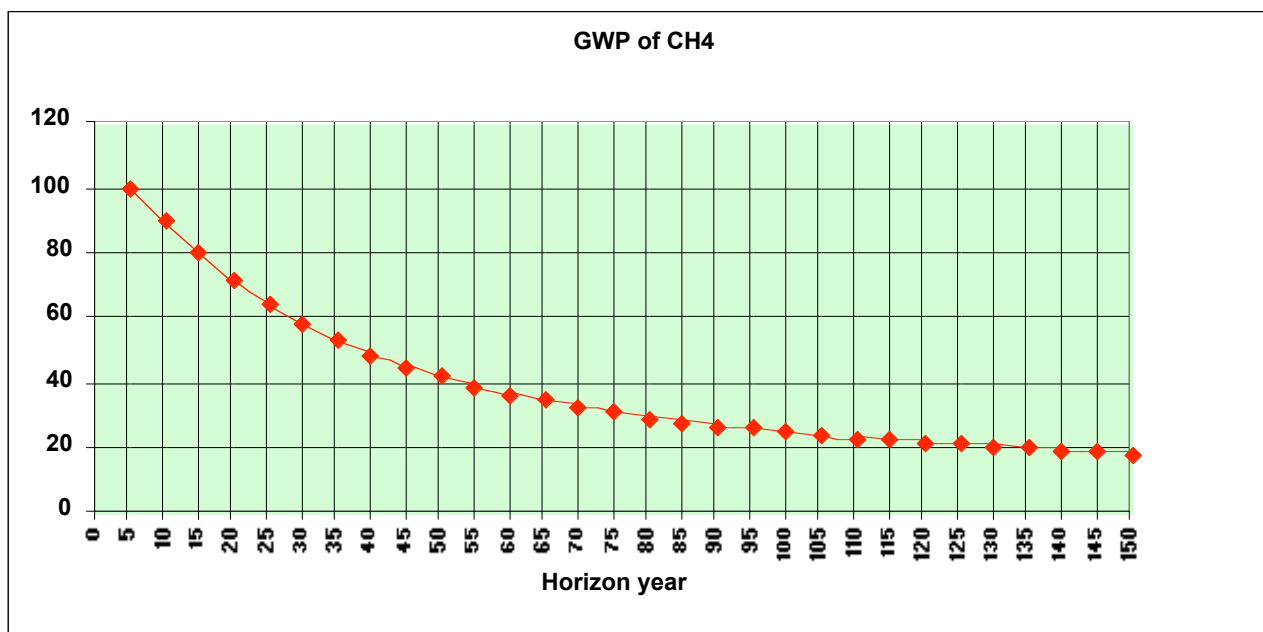
The GWP for CH4 is calculated as the ratio of the AGWP of CH4 to the AGWP of CO2, for an emission of 1 kg of each gas at year 0⁹.

⁷ Source : IPCC 2007.

⁸ The AGWPs for a 1 kg emission have also been calculated for each gas.

⁹ The value of the GWP for CH4 and for an emission of 1 kg of both gases is equal to the ratio of the AGWPs per ppm (figure 2) multiplied by 44/16.

Figure 3



The GWP values thus obtained are equal to the values provided by the IPCC for 20, 100 and 500 years (respectively 72, 25 and 7.6)¹⁰. They are presented in Table 1 and Figure 3.

Table 1 : The value of the GWP of CH4 depending on the time horizon (year of emission : 0)

Year	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
PRG	101	90	80	72	64	58	53	49	45	42
Year	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
PRG	39	37	35	33	31	30	28	27	26	25
Year	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150
PRG	24	23	23	22	21	21	20	19	19	18

This shows that the effect on global warming due to the emission of 1 kg of CH4 in year 0 is the same, over a period of 100 years, as the effect of the emission of 25 kg of CO2 in year 0; over a period of 20 years, of the emission of 72 kg of CO2 in year 0; and over a period of 50 years of the emission of 42 kg of CO2 in year 0.

5. COMPARISON OF TWO MEASURES TO REDUCE CH4 AND CO2 EMISSIONS

The example given below shows the order of magnitude of the assessment errors that are likely to be made by using “the 100 years equivalence”.

We consider two measures to reduce CH4 and CO2 emissions:

- firstly, in the year 0, putting a permanent end to the source of an annual emission of 1 kg of CH4 (which would continue if this measure were not implemented), ie 21 kg CO2 eq according to current methodology). We call this “CH4 measure”: from year 1, the CH4 emission avoided is thus 1 kg each year.
- secondly, in the same year 0, putting a permanent end to the source of an annual emission of 1 kg of CO2 (which would be permanent if this measure were not implemented). We call this “CO2 measure”: from year 1, the CO2 emission avoided is thus 1 kg each year.

¹⁰ The same verification was conducted for N2O.

We calculate the compared impacts on global warming of each measure at different time horizons starting from the horizon year 1.

The respective cumulative effects of each emission avoided during the whole of the period between the year in which the measure was implemented and the horizon year is obtained by adding together the “absolute” GWPs of CH4 and CO2.

The ratio of the cumulative effects allows us to draw a comparison between a permanent CH4 emission reduction measure and a permanent CO2 emission reduction measure.

Figure 4 shows the results obtained, for each horizon year between 0 and 500 years, in five-year stages, for putting a permanent end to an emission of 1 kg of CH4 (21 kg CO2 eq according to current methodology) in the year 0.

Figure 4

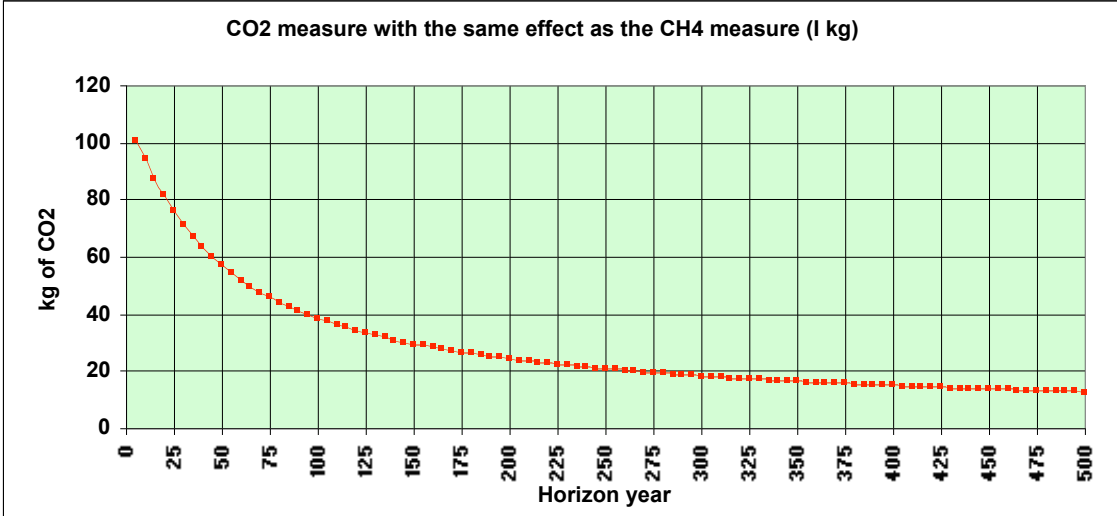


Table 2 indicates for the significant horizon years the values in kg CO2 of permanently avoided CO2 emissions in the year 0 which has the same impact on global warming at the time horizon as putting a permanent end to the emission of 1 kg of CH4 in the year 0.

Table 2: Value of the CO2 measure with the same effect as the CH4 measure at different time horizons

Horizon year	20	50	100	250	500
kg CO2	81	57	39	21	13

At 20 and 50 year time horizons, the underestimated impacts of using the GWP of 21 is thus highly significant (respectively a factor of 3.9 and 2.7). It is still a factor of 1.9 at a horizon of 100 years and does not reach the value of 1 until 250 years have elapsed.

6. COMPARISON OF EMISSION REDUCTION POLICIES

The same calculation may be made for different years in which the measure to put an end to a CH4 and a CO2 emission is implemented. These years may be different for each GHG and be spread over different periods. It is also possible to examine stopping emissions permanently or over a limited period of time.

For each year or period that the CH4 measure is implemented and for each horizon year, comparing the impacts results in a quantity of CO2 whose emission that stopped permanently in the same year or in the same period the measure was implemented (CO2 measure) would have the same effect on global warming in the same horizon year as the CH4 measure to

permanently reduce the emission of 1 kg CH₄ for this period in which the measure was implemented.

This method thus enables comparisons to be drawn between CH₄ and CO₂ emission reduction policies, for reductions that are permanent or limited in time.

7. WHAT ARE THE CONCLUSIONS OF THIS DEMONSTRATION?

Firstly, it is important to be fully aware that using the "100-year GWP" to measure non CO₂ GHG emissions is not well suited to the case of permanent or long lifetime measures whose effectiveness is to be assessed at a given time horizon. In this context, it contributes to significantly playing down the importance of reducing emissions of GHGs with short atmospheric lifetimes. Thus, for example, methane which is not emitted over the period 2020-2100 as a result of a landfill site being closed in 2020 will have an impact (as opposed to if the site remained in operation) that would be far greater towards 2100 compared to a CO₂ emission source that has also been stopped permanently and whose climate impact is measured in an equivalent manner.

Using the GWP is only appropriate if applied year after year to time horizons considered to be of concern or decisive by climate studies, thus in particular 2050, 2100 and 2150. This is all the more significant as climate experts' current concerns lead them not only to advocate long-term stabilisation of GHG concentrations but also to avoid as far as possible intermediate exceedances of these concentrations over the coming century.

Finally, it is noted that CH₄ prevention policies implemented in the short term may continue to have a long-term impact greater than merely taking into account the current GWP would imply. To more or less ignore the impact of CH₄ as it is unsuitable for accounting purposes affects the exclusive character of the link that may exist between the issue of GHGs and that of energy. Furthermore, if the increase in atmospheric concentrations of CH₄ which was significant following the onset of the industrial revolution, has slowed down in the last few years for reasons that are still being debated, a renewed sharp increase in the event of the Arctic region melting, for example, remains quite possible.

It is thus important, now that the most recent IPCC report points to the consequences of climate change in the medium term, that GHG emission reduction policies be defined individually for each GHG : both CH₄ and N₂O, on the basis of their real emissions, consistent with the scenarios used by climate experts and depending on the concentration levels they recommend be achieved at given time horizons. Purely economic and financial considerations linked to the emissions trading markets must not mask the importance of robust policies aimed at non CO₂ GHGs. Specifically, in addition to the vital CO₂ emissions reduction effort, greater attention must be paid to short-term reductions of CH₄ emissions whose impacts are significant at a time horizon of a few decades. Climate experts and policy-makers should make the most of the two-year negotiating period on the post 2012 regime, officially launched at the recent Bali Climate Conference, to give thought to this issue.