

RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE : IMPORTANCE DU METHANE

Benjamin DESSUS, Bernard LAPONCHE, Hervé LE TREUT

(28 janvier 2008) – Publié dans « La Recherche », n° 417, mars 2008.

*

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.

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

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.

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 du PRG

Le calcul des PRG aux différents horizons présenté a été fait sur la base des dernières indications du GIEC⁹&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.

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).

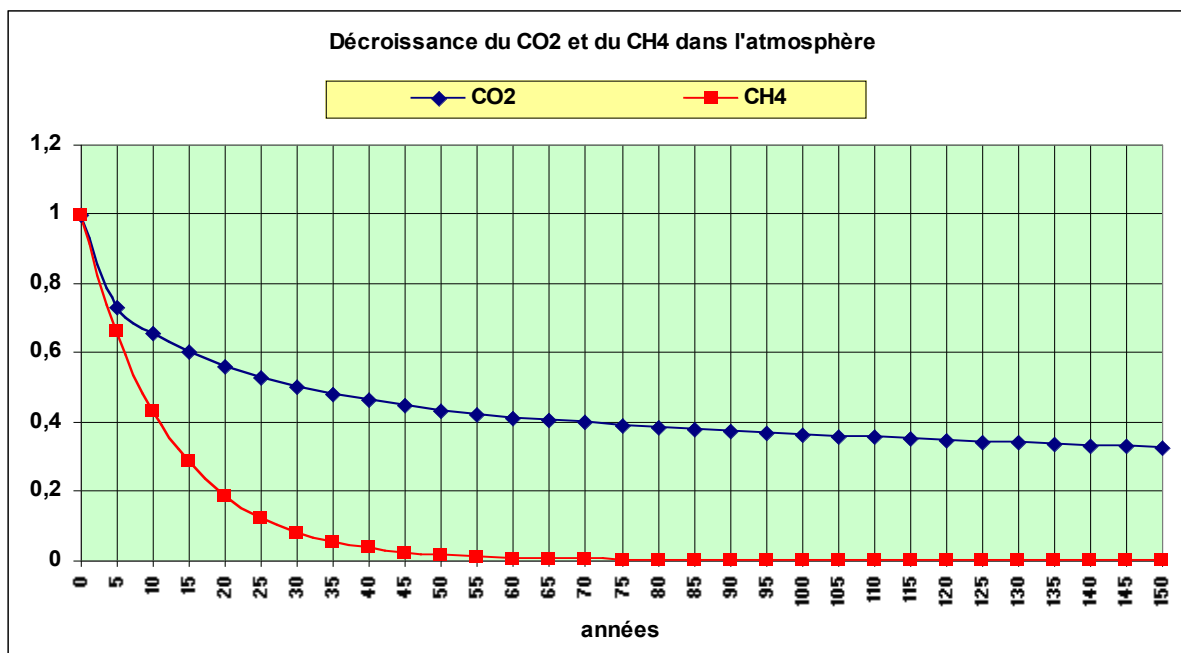
⁸ Voir tableau 1.

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.

Figure 1¹²

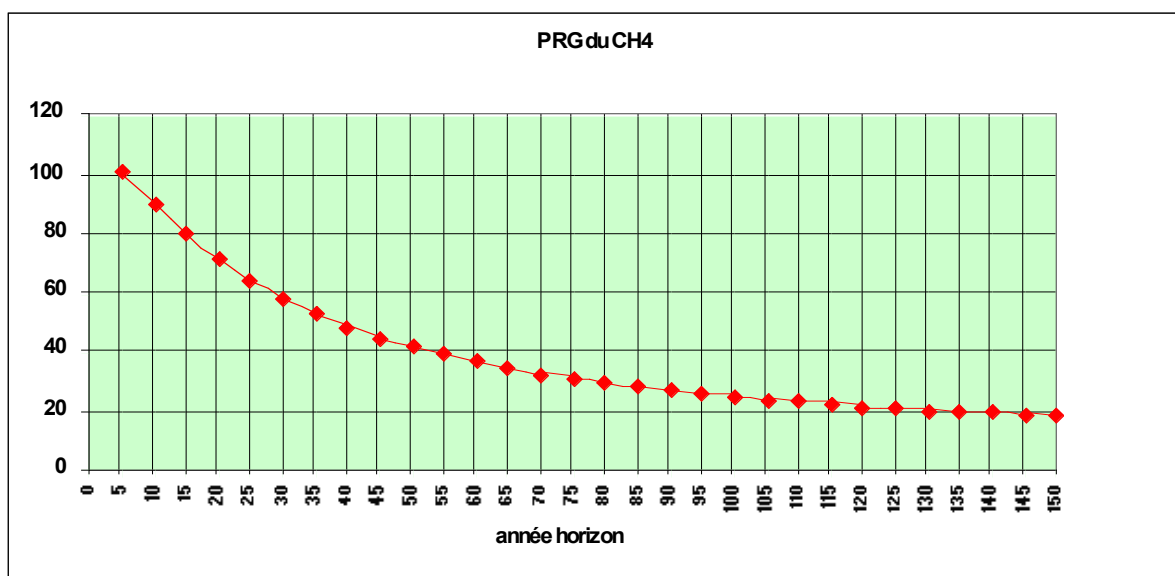


Les valeurs du PRG ainsi obtenues¹³ sont égales aux valeurs fournies par le GIEC pour 20, 100 et 500 ans (respectivement 72, 25 et 7,6)¹⁴. Elles figurent dans le tableau 1 et la figure 2.

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



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.

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 :

- 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.
- 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.

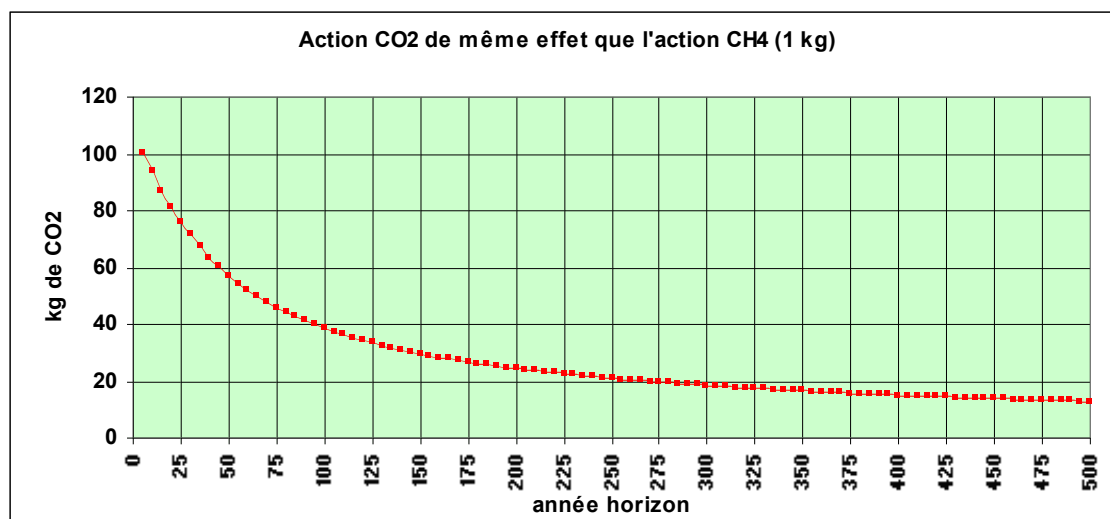
Nous calculons les effets comparés sur le réchauffement climatique de chaque action aux divers horizons à partir de l'année horizon 1.

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.

Figure3



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 CO2	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 inadéquates 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.