

UNE APPLICATION DU PRG DU METHANE A UN HORIZON DONNE TH

Bernard Laponche, Global Chance, 5 décembre 2020

*

1. LE POTENTIEL DE RECHAUFFEMENT GLOBAL (PRG) DU METHANE (CH₄)

Il existe de très nombreux gaz dont les émissions sont responsables du renforcement de l'effet de serre. Chacun de ces « gaz à effet de serre » (GES) présente des caractéristiques propres d'absorption du rayonnement (efficacité radiative) et de durée de vie dans l'atmosphère après son émission. Chaque émission est exprimée en kg ou en tonne (t) du GES concerné.

Afin de permettre une simplification de l'appréciation globale de l'incidence des émissions des différents GES, il a été décidé (sommet de Kyoto en 1997) de définir une règle d'équivalence entre les émissions des différents gaz et celles du plus important, le gaz carbonique CO₂. Les émissions seraient alors exprimées en « tonne équivalent CO₂ » et l'on raisonnerait alors sur un seul gaz, « équivalent CO₂ », cela permettant, outre la simplification, le traitement de ce gaz unique en termes économiques¹.

Sur proposition du GIEC, le choix de la règle d'équivalence s'est porté sur l'utilisation du « potentiel de réchauffement global », le PRG, qui indique la contribution au réchauffement de l'atmosphère à un horizon donné d'une émission ponctuelle en début de période d'un kg d'un GES particulier par comparaison avec la contribution sur la même période d'une émission ponctuelle d'un kg de CO₂². Le PRG du gaz CH₄ à l'horizon TH et pour une émission ponctuelle l'année 0 est le rapport de l'intégrale de 0 à TH de la fonction de décroissance dans le temps du CH₄, multipliée par l'efficacité radiative du CH₄, à l'intégrale de 0 à TH de la fonction de décroissance du CO₂ sur la même période, multipliée par l'efficacité radiative du CO₂.

Le GIEC fournit les valeurs du PRG pour différentes valeurs de TH et on peut les calculer soi-même à partir des courbes de décroissance du CO₂ et de chaque autre GES et de leurs efficacités radiatives respectives.

Afin de permettre la simplification recherchée, il a été choisi de prendre comme coefficient d'équivalence le PRG à 100 ans : la valeur en teqCO₂ d'une émission ponctuelle de 1 kg une année n est donnée par la valeur du PRG de ce GES à l'horizon n+100. Pour l'émission d'un GES de chaque année, son effet pris en compte est celui ressenti 100 ans plus tard. Ainsi, une émission en 2020 est comptabilisée par son effet en 2120, une émission en 2030 en 2130, etc. Par cette méthode, l'équivalence réelle avec une émission de CO₂ n'est correcte que dans le cas d'une émission ponctuelle se produisant précisément 100 ans avant l'année horizon considérée comme intéressante.

Chaque GES est caractérisé par son efficacité radiative et sa décroissance dans l'atmosphère qui est de type exponentiel. A partir de ces deux données, le GIEC calcule le PRG de chacun de ces gaz et en publie les valeurs aux horizons de 20 ans et de 100 ans³.

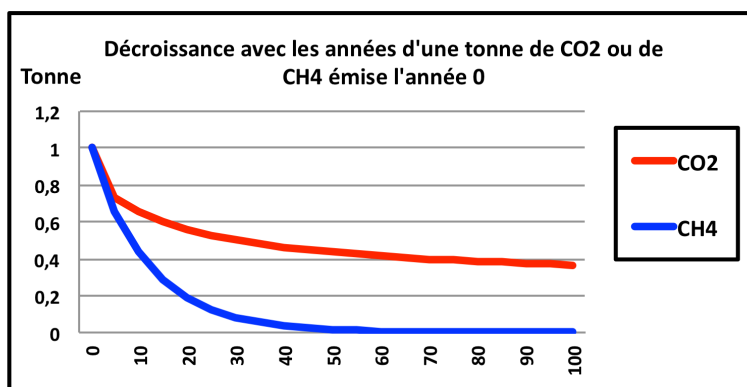
¹ Ne considérer qu'un seul gaz, eqCO₂, permet entre autres de mettre en place des mesures de type « taxe » sur les émissions, ou de donner une valeur à la teqCO₂ économisée.

² La « tonne équivalent CO₂ », teqCO₂ qui en résulte dépend par conséquent de l'horizon choisi TH et n'est donc pas comparable dans son concept même, à la tep (tonne équivalent pétrole), confusion que l'on rencontre souvent.

³ Référence : WGIAR5_Chapter08_FINAL.pdf (page 714).

La valeur en tonne équivalent CO2 (teqCO2) de l'émission l'année 0 d'un GES autre que le CO2 à un horizon donné est le produit de sa valeur en kg multipliée par la valeur du PRG à cet horizon.

Figure 1 – Décroissances du gaz carbonique et du méthane après une émission ponctuelle l'année 0



Le tableau 1 présente les demi-vies⁴ et les valeurs du PRG à ces deux horizons pour le gaz carbonique (CO2) et le méthane (CH4) qui sont les deux GES les plus importants, le CO2 étant la référence pour la comptabilité en teqCO2 et le CH4 un bon exemple de l'utilisation du PRG.

Tableau 1 – Décroissance et PRG (GIEC)

	Demi-vie	PRG		
	Année	Horizon 20 ans	Horizon 100 ans	Facteur (20/100)
CO2	*	1	1	1
CH4	12,4	84	28	3

* La courbe de décroissance du CO2, pour une émission de 1 l'année 0 : 0,217+ exponentielles de demi-vies : 173 ans (26%), 18,5 ans (34%), 1,2 ans (2%). Voir Figure 1.

2. VALEURS DU PRG DU CH4 EN FONCTION DE L'ANNEE D'EMISSION ET DE L'ANNEE HORIZON

Pour chaque année d'émission et pour une année horizon choisie (2050 ou 2100), on a une valeur du PRG. Le tableau 2 présente la valeur du PRG du méthane aux différents horizons pour une émission ponctuelle l'année 0, par pas de cinq ans.

Tableau 2 – PRG du CH4 à horizon TH

TH	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
PRG	119,6	114,2	104,2	93,6	83,9	75,4	68,1	61,9	56,7	52,2	48,4
TH	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
PRG	45,1	42,3	39,8	37,6	35,6	33,9	32,3	30,9	29,6	28,5	

⁴ Demi-vie : nombre d'années après émission où il ne reste dans l'atmosphère que la moitié de la valeur initiale.

On retrouve bien la valeur de 84 pour le PRG à 20 ans et 28,5 pour le PRG à 100 ans, valeur très voisine de la valeur du GIEC (28).

A partir de ces valeurs, on établit l'abaque (en Annexe) qui donne la valeur du PRG en fonction de l'année d'émission et de l'année horizon.

L'abaque donne les valeurs tous les 5 ans et si on veut des valeurs annuelles, il suffit de faire une variation linéaire entre deux valeurs à 5 ans.

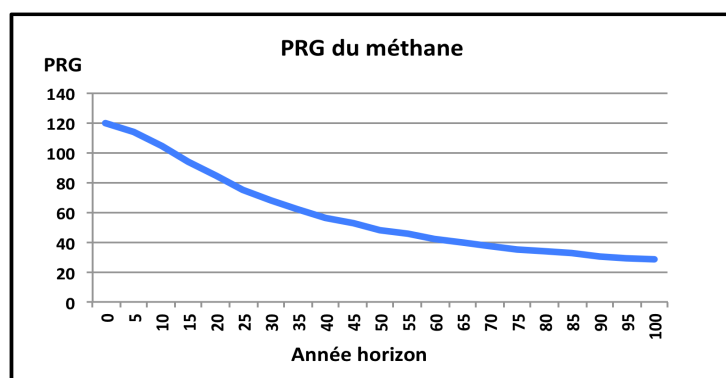
Si on veut raisonner sur un programme de réduction pour une période de 5 ans par exemple, on peut soit raisonner par année ou bien prendre la valeur moyenne du PRG sur cette période.

Tableau 3 – PRG du CH4 à horizon TH

TH	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
PRG	119,6	114,2	104,2	93,6	83,9	75,4	68,1	61,9	56,7	52,2	48,4
TH	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
PRG	45,1	42,3	39,8	37,6	35,6	33,9	32,3	30,9	29,6	28,5	

On retrouve bien la valeur de 84 pour le PRG à 20 ans et 28,5 pour le PRG à 100 ans, valeur très voisine de la valeur du GIEC (28).

Figure 2 – Le PRG du méthane en fonction de l'année horizon



3. DEUX ETUDES DE CAS

3.1 Un programme de réduction des émissions sur la période 2020-2050

Arthur Riedacker a proposé d'étudier un programme de réduction d'une émission de méthane de 4 Gt de CH4 en 2020 à 2 Gt CH4 en 2050, exprimées GtCO2eq, avec l'utilisation « officielle » du PRG à 100 ans du CH4, soit 28 pour le GIEC, par un programme de réduction de ces émissions de 0,4 GT tous les 5 ans.

La première étape a consisté à calculer les émissions physiques du méthane pour chaque année, en multipliant les émissions en t CO2eq par le PRG à 100 ans.

Puis nous avons calculé les émissions de chaque année en prenant le PRG à 20 ans.

Ensuite, nous avons calculé les émissions de chaque année, en utilisant l'abaque, à l'horizon TH à 2050 et l'horizon TH à 2100.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.

Tableau 4 – Valeurs des émissions du programme de réduction avec différents PRG

Emission	CH4	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Réduc.
Physique	Gt	0,14	0,13	0,12	0,11	0,1	0,08	0,07	0,07
PRG à 100 ans	Gt CO2eq	4	3,67	3,33	3	2,67	2,34	2	2
PRG à 20 ans	Gt CO2eq	11,75	10,99	9,98	8,98	7,97	6,96	6,04	5,71
PRG à TH 2050	Gt CO2eq	9,53	9,88	9,98	10,02	9,9	9,48	8,61	0,92
PRG à TH 2100	Gt CO2eq	4,75	4,66	4,47	4,26	4,02	3,74	3,49	1,26

Ces résultats sont intéressants:

- La ligne PRG à 20 ans est sans surprise: le PRG (valeur fixe) étant presque le triple à 20 ans qu'à 100 ans, on trouve des valeurs doubles chaque année et donc une réduction double en 2050.

- La ligne avec PRG à horizon 2050 tient compte du fait que si la valeur de l'émission physique diminue, sa valeur en GtCO2eq augmente avec la proximité de l'année d'émission à l'année horizon.

La compensation est telle que la baisse de la valeur de l'émission est beaucoup plus faible: seulement 0,9 GtCO2eq.

- A la ligne PRG à horizon 2100, qui nous paraît la plus significative car c'est bien à cet horizon que l'on s'intéresse (les 1,5°C), on retrouve le même effet que précédemment mais atténué car la distance entre l'année d'émission et l'année horizon est plus grande. La réaction d'émission est un peu plus forte (1,26 Gt CO2eq) mais reste plus faible que pour le calcul avec PRG à 100ans.

3.2 Une émission constante de méthane sur la période 2020-2050

Nous avons fait les mêmes calculs, cette fois-ci avec une émission constante de méthane sur la période 2020-2050, de 4 Gt CO2eq avec le PRG « officiel » à 100 ans.

Les résultats figurent dans le tableau 5.

Tableau 5 – Valeurs des émissions considérées comme constantes avec différents PRG

Emission	CH4	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	Réduc.
Physique	Gt	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0
PRG à 100 ans	Gt CO2eq	4	4	4	4	4	4	4	4
PRG à 20 ans	Gt CO2eq	11,75	11,75	11,75	11,75	11,75	11,75	11,75	0
PRG à TH 2050	Gt CO2eq	9,53	10,56	11,75	13,1	14,59	15,99	16,74	7,21
PRG à TH 2100	Gt CO2eq	4,75	4,98	5,26	5,57	5,92	6,31	6,78	2,03

Ces résultats peuvent surprendre :

- Emission constante en physique et évidemment en PRG à 100 ans et PRG à 20 ans.
- En PRG à horizon 2050, la valeur de l'émission de CH₄ en GtCO₂eq augmente considérablement. L'augmentation de l'émission de CO₂ équivalent de 9,5 Gt en 2020 à 16,7 Gt en 2050.
- Même phénomène en PRG à horizon 2100, évidemment amoindri : augmentation de l'émission de CO₂ équivalent de 4,8 en 2020 à 6,8 Gt en 2050.

Si l'on généralise ce raisonnement et que l'on suppose que l'on réduise à 0 les émissions de CO₂ en 2050 et que l'on réduise de moitié les émissions de CH₄ en 2050 mais que l'on ne les réduise pas par la suite, l'effet en 2100 des émissions constantes de méthane entre 2050 et 2100 (si on y arrive) sera considérable.

4. UN SCENARIO MONDIAL

Imaginons maintenant un scénario mondial d'une baisse linéaire des émissions de CO₂ à partir de 2020 pour arriver à 0 en 2050, accompagnée par une baisse linéaire des émissions de CH₄ de moitié sur la période 2020-2050, puis une valeur constante des émissions annuelles de 2050 à 2100.

Nous prenons comme valeurs initiales en 2020 celles de 2016⁵ :

- Avec PRG à 100 ans (28) : 39 Gt CO₂eq de CO₂ et 10,64 Gt CO₂eq de CH₄.
- En valeurs physiques : 39 Gt de CO₂ et 0,38 Gt de CH₄.

A partir de ces données, nous calculons les valeurs des émissions de ces deux gaz dans le cas du scénario proposé. Le tableau 6 présente les résultats.

Tableau 6 – Emissions de CO₂ et CH₄ suivant différents PRG

Emissions	Unité	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050			
CO ₂	Gt	39	32,5	26	19,5	13	6,5	0			
CH ₄	Gt	0,38	0,35	0,32	0,29	0,26	0,23	0,2			
PRG à 100 ans	Gt CO ₂ eq	10,64	9,8	8,96	8,12	7,28	6,44	5,6			
PRG à 20 ans	Gt CO ₂ eq	31,92	29,4	26,88	24,36	21,84	19,32	16,8			
PRG à TH 2100	Gt CO ₂ eq	12,88	12,46	12,03	11,54	11	10,37	9,68			
Emissions	Unité	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2085	2090	2095	2100
CO ₂	Gt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CH ₄	Gt	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
PRG à 100 ans	Gt CO ₂ eq	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32	5,32
PRG à 20 ans	Gt CO ₂ eq	15,96	15,96	15,96	15,96	15,96	15,96	15,96	15,96	15,96	15,96
PRG à TH 2100	Gt CO ₂ eq	9,92	10,77	11,76	12,94	14,33	15,94	17,78	19,8	21,7	22,72

⁵ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2019-05/datalab-46-chiffres-cles-du-climat-edition-2019-novembre2018.pdf>

La comptabilité « officielle » des émissions de méthane traduites en émissions de CO₂ avec le PRG à 100 ans du CH₄ (28) nous donne bien des émissions constantes du CH₄ de 5,32 Gt CO₂eq sur la période 2050-2100, considérées comme « équivalentes » par leur effet sur le réchauffement de l'atmosphère à des émissions annuelles de 5,32 Gt de CO₂, selon la définition même du PRG et considérées comme telles par de nombreuses publications d'information sur les politiques de lutte contre le changement climatique.

L'utilisation du PRG à 20 ans, dont les résultats apparaissent dans certaines publications (dont celles du gouvernement français), donne sans surprise une valeur trois fois plus élevée, mais toujours constante sur la période. Cela peut permettre une sensibilisation sur les effets des émissions de méthane sur le court terme mais n'est pas plus logique que le choix à 100 ans et souffre des mêmes défauts.

Nous avons vu que le respect de la définition même du PRG conduit à calculer sa valeur, pour chaque année d'émission, en fonction de la distance temporelle entre l'année de l'émission et l'année horizon qui nous intéresse pour la situation climatique, soit 2100.

Les résultats obtenus en calculant l'émission de chaque année avec le PRG à horizon 2100 (et non pas à horizon de 100 ans) sont impressionnants : les équivalences en Gt de CO₂ augmentent de presque 10 Gt en 2020 (le PRG vaut alors 33,9) à près de 23 Gt en 2100, soit les deux-tiers des émissions de CO₂ en 2020.

S'il n'est pas concevable de modifier la comptabilité internationalement admise des émissions des autres gaz à effet de serre en équivalent CO₂ en utilisant le PRG à 100 ans, on pourrait recommander de faire également figurer, non pas des émissions calculées avec un PRG à 20 ans comme c'est quelquefois le cas mais ne représente pas une amélioration, mais plutôt la valeur des émissions calculées avec le PRG à l'horizon 2100, en utilisant l'abaque en annexe.