

# Le marché du carbone au défi des réalités de la physique de l'atmosphère.

Global Chance

La négociation de Kyoto avait abouti à la définition de quotas d'émissions à respecter par les pays industrialisés (dits pays de l'annexe 1) pour la période 2008-2012 et de mécanismes dits de « flexibilité » fondés sur l'échange entre pays pour faciliter le respect global de ces quotas.

Deux choix importants, à savoir :

- Une obligation en termes d'objectifs quantitatifs d'émissions (et non pas en termes de moyens) portant sur 6 gaz, non différenciée par gaz à effet de serre, portant sur des quantités « d'équivalent CO<sub>2</sub> », ce qui suppose la définition de règles d'équivalence précises gaz par gaz.
- La mise en place de 3 mécanismes d'échange, fondée sur l'idée que seul le résultat global compte pour le climat et que l'échange permet d'adopter des engagements juridiquement contraignants, est potentiellement porteur d'économies financières importantes et peut fournir une incitation à l'action dans les PED qui n'ont pas d'engagement.

Ces mécanismes sont au nombre de trois :

- Les permis d'émission négociables (PEN) : chaque pays participant s'est vu attribuer des droits d'émission (quota exprimé en tonnes équivalent carbone pour les cinq années 2008 à 2012). Il peut, tout au cours de la période, acheter ou céder des quotas à un autre pays en fonction de son anticipation de ses besoins réels. Il devra en fin de période détenir sur son registre national un montant de quotas au moins égal à ses émissions réelles sur cinq ans.
- La mise en œuvre conjointe (MOC) : un pays peut participer à un investissement dans un autre pays sous quota (annexe 1), générer ainsi des réductions d'émission mesurables et rapatrier les crédits d'émission correspondants. Ces crédits peuvent être utilisés au même titre que les quotas initiaux pour couvrir les émissions réelles du pays sur la période d'engagement. Ils sont déduits du quota initial sur le registre du pays hôte.
- Le mécanisme de développement propre (MDP) : même principe que la mise en œuvre conjointe, mais le « pays hôte » est un pays en développement, sans objectif quantifié de référence, ce qui confère une importance plus grande à la question de savoir dans quelle mesure des réductions d'émission ont réellement été induites par le projet (notion d'additionalité).

Dans le cas des mécanismes projet (MOC et MDP) et pour les investissements à vie longue, la génération de certificats est limitée à une période prédéfinie (10 ans ou 3 fois 7 ans pour les infrastructures). Mais les crédits ne sont utilisables qu'à mesure de leur « production » par le projet (par exemple, chaque année en fonction de la production d'électricité effective d'un parc éolien).

Pour les deux mécanismes projet comme pour les PEN, la comptabilisation des droits d'émission repose sur un système d'équivalence entre les différents gaz à effet de serre proposé par le GIEC dès 1995. Il consiste à caractériser chaque gaz par un coefficient sensé représenter son potentiel de réchauffement global en comparaison au gaz carbonique sur une période de temps déterminée. « La tonne équivalent CO<sub>2</sub> » est ainsi sensée exprimer dans une seule unité l'ensemble des quantités de gaz à effet de serre qui ont des caractéristiques d'absorption et de durées de vie très diverses, dans une démarche analogue à celle qui a conduit à exprimer toutes les énergies sous forme de « tonnes équivalent pétrole » à travers des coefficients propres à chaque source d'énergie.

Ainsi, pour tenir son engagement, un pays peut par exemple indifféremment accentuer ses efforts de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et être plus laxiste sur le méthane, ou l'inverse. Il peut aussi financer un projet de réduction des émissions de gaz fluorés, et rapatrier des crédits d'émission en tonnes équivalent CO<sub>2</sub> pour couvrir ses émissions de transport (CO<sub>2</sub>) ou de décharge (CH<sub>4</sub>).

Ces choix ont été et continuent à faire l'objet de nombreuses analyses qui portent à la fois sur l'équité et sur l'efficacité du système ainsi mis en place.

Dans la suite de cet article, nous concentrons notre analyse, à partir des considérations issues de la physique des deux articles précédents, sur le degré de pertinence de cette approche (quotas multigaz et marché en tonnes eq CO<sub>2</sub>) pour répondre au défi climatique auquel nous sommes confrontés.

Faire face à ce défi climatique requiert en effet des efforts multiples, sur différents gaz à effet de serre, dans des secteurs divers, répondant à des logiques économiques et décisionnelles dissemblables, et avec des échelles de temps différentes.

## Les questions qui relèvent de la physique

### *L'ambiguïté de la notion d'équivalent CO<sub>2</sub> pour les émissions de GES*

La première question qui se pose est celle de la définition des quotas d'émission en équivalent CO<sub>2</sub>. Autant en effet la notion de concentration en équivalent CO<sub>2</sub> ne comporte aucune ambiguïté (c'est la concentration de CO<sub>2</sub> qui aurait le même impact sur le climat à un moment donné que celle du mélange des différents gaz à effet de serre), autant celle d'émissions en équivalent CO<sub>2</sub> est ambiguë, car elle suppose impérativement de fixer une période sur laquelle s'exerce l'équivalence en question (voir l'article « Réchauffement climatique, importance du méthane » page 44 dans ce numéro).

Donnons en un exemple : l'Allemagne s'est engagée à une réduction de 21 % de ses émissions (en tonnes eq CO<sub>2</sub>) en 2008-2012 par rapport à celles de 1990.

Le tableau 1 montre la répartition de ces émissions en 1990 pour les trois principaux gaz à effet de serre :

**Tableau 1 : Emissions des trois principaux gaz à effet de serre en Allemagne en 1990**

Allemagne 1990	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Total
Quantités Mt	976	4,16	0,266	
Mteq CO <sub>2</sub>	976	87	83	1146

L'objectif de réduction de Kyoto doit donc se traduire par une réduction de 240 Mt eq CO<sub>2</sub> en 2008-2012. Dans la logique des accords de Kyoto, cet objectif peut être indifféremment atteint par une réduction sur le seul CO<sub>2</sub> ou sur des réductions de plusieurs de ces gaz, si la condition des 21 % de réduction en teq CO<sub>2</sub> soit respectée.

Le tableau 2 décrit deux politiques contrastées possibles :

Dans le premier cas, tout l'effort porte sur le CO<sub>2</sub> et l'Allemagne se contente de stabiliser ses émissions de méthane. Dans le second cas, l'Allemagne répartit ses efforts sur le CO<sub>2</sub> et le méthane.

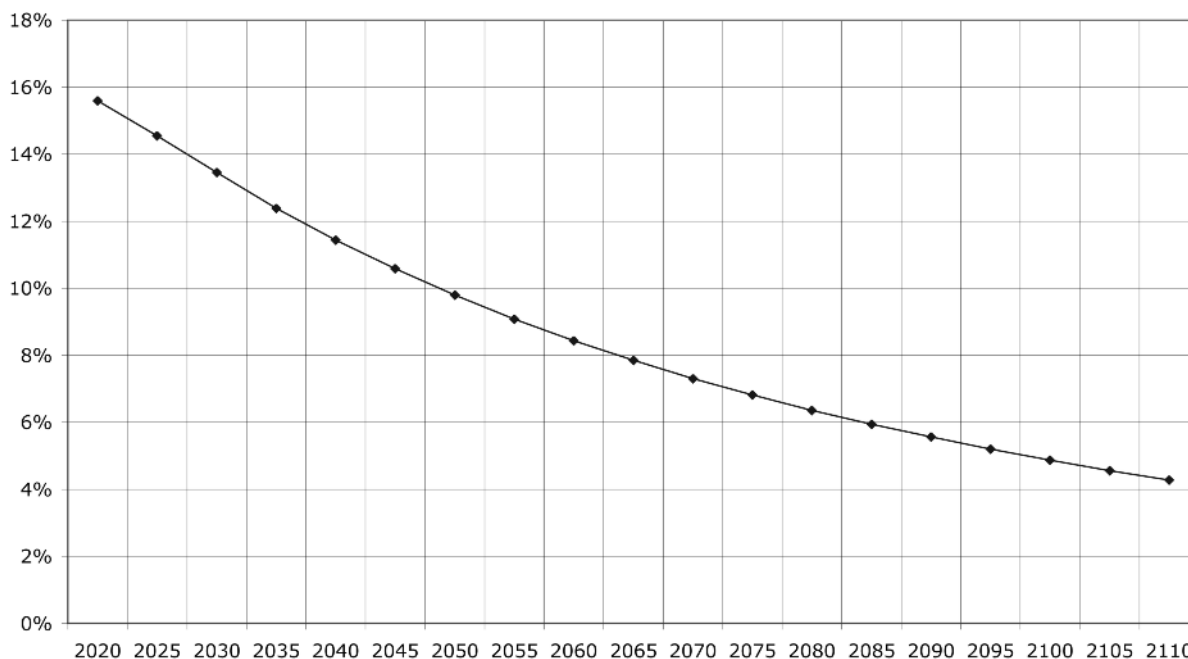
**Tableau 2 : Deux solutions des réduction de GES en Allemagne respectant l'accord de Kyoto**

Allemagne 2010	CO <sub>2</sub>	Δ	Δ %	CH <sub>4</sub>	Δ	Δ %	N <sub>2</sub> O	Δ %	Total Eq CO <sub>2</sub> (100 ans)
Sc 1 Mt	736	- 240	- 28 %	4,16	0	0 %	0,266	0 %	
Mteq CO <sub>2</sub>	736			87			83		906
Sc 2	777	- 199	- 20 %	2,2	- 1,96	- 47 %	0,266	0 %	
Mteq CO <sub>2</sub>	777			46,2			83		906

Dans le premier scénario, l'Allemagne doit réduire ses émissions de CO<sub>2</sub> sur la période de 28 % et maintenir constantes ses émissions de méthane. Dans le second cas, la réduction de 47 % des émissions de méthane<sup>(1)</sup> permet de limiter l'effort sur le CO<sub>2</sub> à 20 % de réduction.

Il est intéressant de mesurer l'impact réel de ces deux stratégies sur le forçage radiatif du climat au cours du présent siècle. C'est l'objet de la figure 1

(1) Signalons que les réductions des émissions de méthane déjà acquises en 2004 étaient déjà de 43% et celles de CO<sub>2</sub> de 14%.

**Figure 1 Forçage radiatif supplémentaire entraîné par le scénario 1 par rapport au scénario 2****(Scénario 1 - Scénario2)/Scénario 2**

On constate sur ce graphique que la stratégie 1 provoque un forçage 16 % plus intense en 2020, 10 % plus intense en 2050, et 5 % plus intense en 2100 que la stratégie 2. Il faut attendre le milieu du siècle prochain pour voir les deux stratégies se rejoindre.

*L'emploi de l'équivalence méthane CO<sub>2</sub> proposée par le GIEC est donc source d'ambiguïté, puisque deux stratégies, considérées comme équivalentes sur cette base, ont en fait des conséquences différentes sur le climat.*

### **L'indispensable prise en compte de la durée de vie des mesures de réduction envisagées.**

Les scénarios des climatologues analysent les conséquences de politiques de réduction des différents gaz à effet de serre sur l'évolution du climat. Ces politiques, qui se traduisent par une variation au cours du temps des concentrations des différents gaz à effet de serre (voir article «Les conséquences de la sous-estimation systématique du CH<sub>4</sub> dans les politiques de lutte contre le changement climatique» page 50 de ce numéro), sont le résultat de politiques de réduction d'émissions de ces différents gaz. Les mesures associées à ces politiques ont des durées de vie très contrastées, depuis la suppression «définitive» d'une émission jusqu'à sa diminution pour un petit nombre d'années (par exemple par substitution par un appareil plus performant à courte durée de vie, lampe etc.), en passant par des mesures touchant les grandes infrastructures dont les durées de vie excèdent souvent la centaine d'années (urbanisme, logement, infrastructures de transport).

Intuitivement, on sent bien que les conséquences de ces actions sur le climat, même si elles se traduisent par des effets annuels de même ampleur et sur un seul gaz (par exemple une économie d'émission de 1 kg de CO<sub>2</sub>), auront des conséquences très différentes sur le climat.

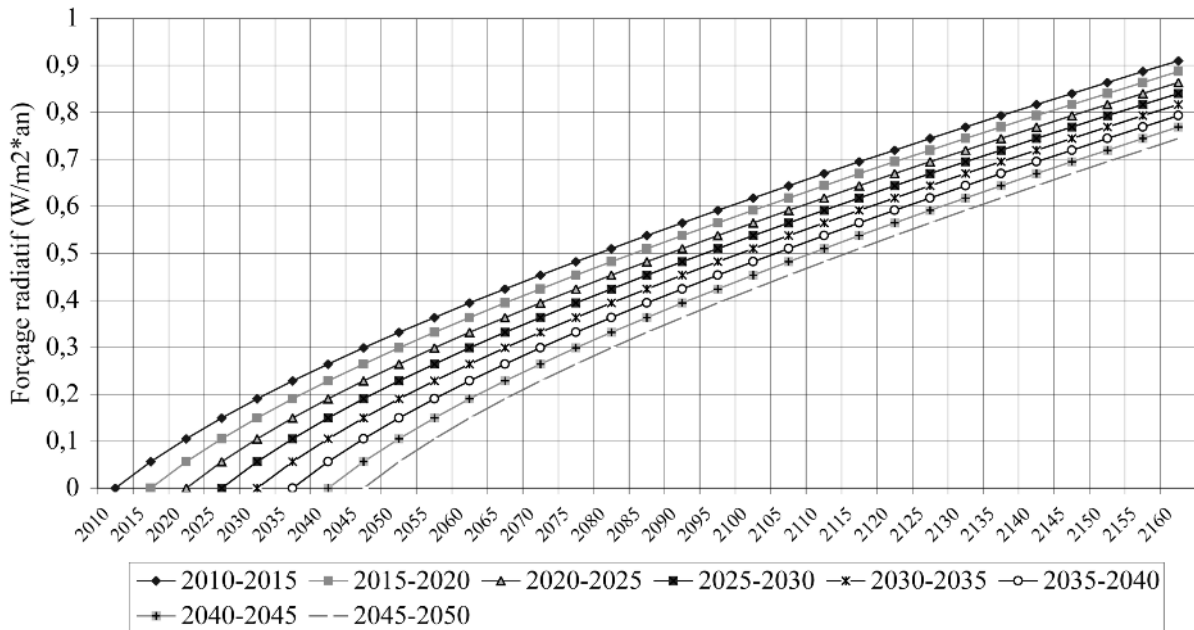
### **La prise en compte de la durée de vie des mesures de réduction d'émissions : les cas du CO<sub>2</sub> et du méthane**

L'analyse à laquelle nous nous sommes livrés dans l'article «Réchauffement climatique : importance du méthane» (page 44 de ce numéro), permet d'apporter une réponse chiffrée à cette question.

Nous allons l'illustrer à partir d'un exemple simple.

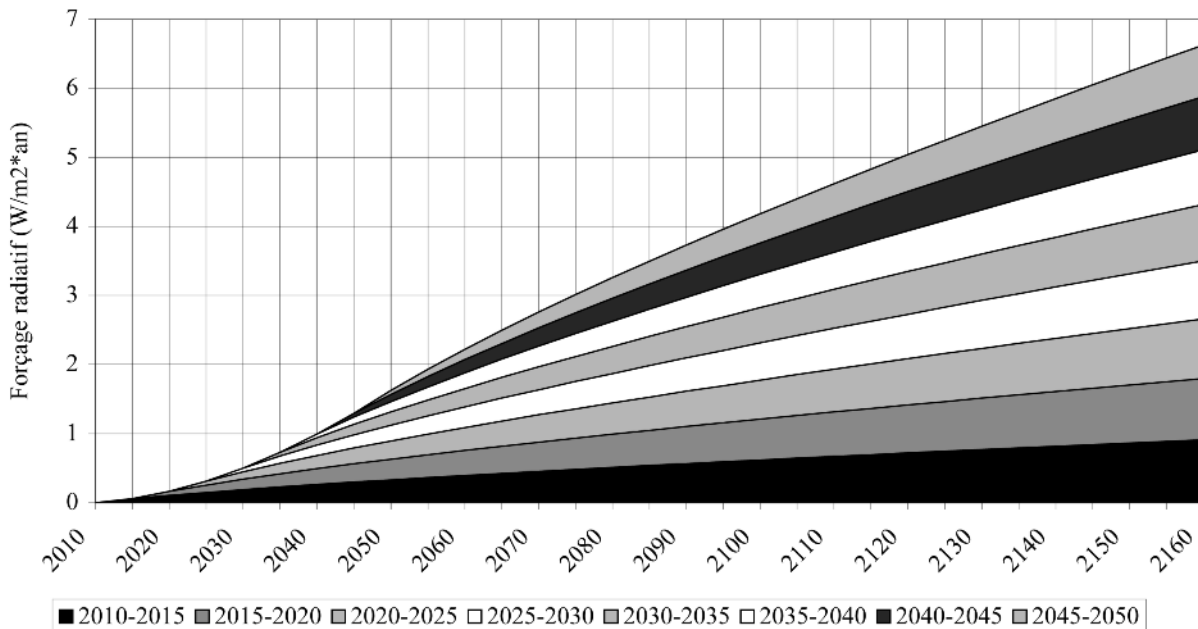
Imaginons une mesure de réduction d'émission de CO<sub>2</sub> de 1 kg par an mise place à partir de 2010 et dont la durée de vie est de 40 ans. Sur la figure 2 on voit l'évolution du forçage intégré d'une économie de 1 kg de CO<sub>2</sub> par pas de 5 ans successifs pendant 40 ans.

Figure 2 : Forçage radiatif évité par chacune des périodes successives de 5 ans d'une mesure de suppression d'une unité de masse de CO<sub>2</sub> pendant 40 ans.



La figure 3 représente l'évolution du forçage engendré par le cumul de ces mesures, sur 10, 15, 20... 40 ans. Avec une valeur de 0,9 W/m²/an à 150 ans il n'atteint que 40 % de sa valeur à 500 ans.

Figure 3 : Forçage radiatif évité par une mesure de suppression d'une unité de masse de CO<sub>2</sub> pendant 40 ans



Sur ce graphique, on peut observer que le forçage radiatif cumulé de la mesure croît lentement avec le temps puisque, en 2160, il est encore loin d'avoir atteint son maximum et continue encore à croître significativement.

C'est très différent pour le méthane comme le montrent les figures 4 et 5. Les pentes initiales des courbes sont beaucoup plus raides : le forçage cumulé de la mesure de 40 ans croît très vite. Il atteint son asymptote dès 2070 ou 2080 avec plus de 99 % de sa valeur à 500 ans.

Figure 4 : Forçage radiatif évité par chacune des périodes successives de 5 ans d'une mesure de suppression d'une unité de masse de CH<sub>4</sub> pendant 40 ans.

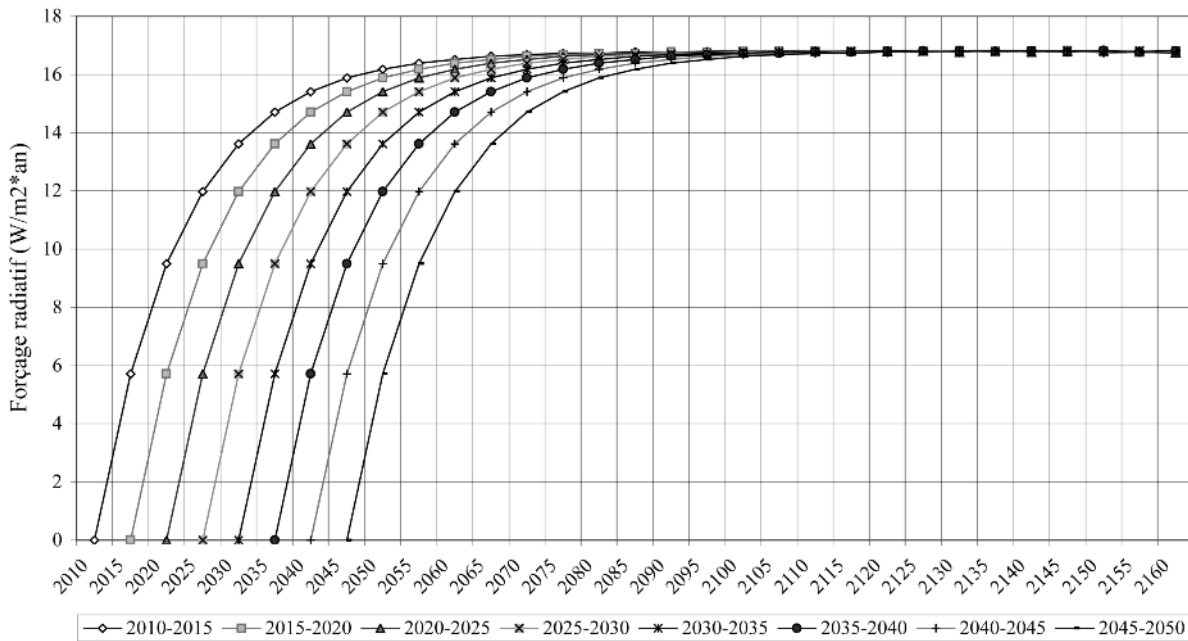
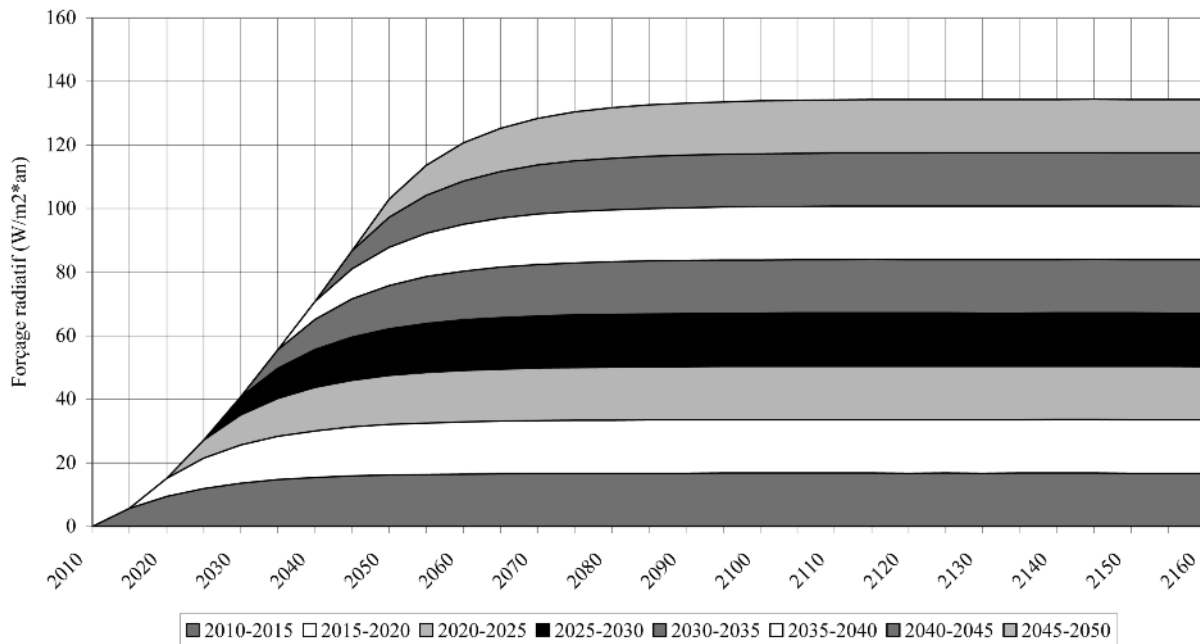


Figure 5 : Forçage radiatif évité par une mesure de suppression d'une unité de masse de CH<sub>4</sub> pendant 40 ans



L'influence de la durée de vie d'une mesure de réduction d'émission est donc très différente pour le CO<sub>2</sub> et le méthane.

Le tableau 3 illustre l'importance de cette remarque.

Ce tableau se lit ainsi : sur une période de 100 ans, le forçage radiatif engendré par l'émission de 1 kg de CH<sub>4</sub> pendant les 30 premières années est équivalent à l'émission de 30 kg de CH<sub>4</sub> la première année. Mais, sur la même période de 100 ans, le forçage radiatif engendré par l'émission pérenne de 1 kg de CH<sub>4</sub> n'est équivalent qu'à celui d'une émission de 87,9 kg de CH<sub>4</sub> la première année (au lieu de 100 kg comme on aurait pu l'imaginer).

De même sur une période de 100 ans, le forçage radiatif engendré par l'émission de 1 kg de CO<sub>2</sub> pendant les 30 premières années est équivalent à l'émission de 26,5 kg de CO<sub>2</sub> la première année, et le forçage radiatif engendré par l'émission pérenne de 1 kg de CO<sub>2</sub> n'est équivalent qu'à celui d'une émission de 53,5 kg de CO<sub>2</sub> la première année (au lieu de 100 kg comme on aurait pu l'imaginer).

**Tableau 3**

		Horizon									
Durée de vie		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>CH<sub>4</sub></b>	10 ans	5,5	8,6	9,5	9,8	9,9	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	20 ans	5,5	12,5	17,1	18,8	19,5	19,8	19,9	20,0	20,0	20,0
	30 ans	5,5	12,5	20,5	26,1	28,3	29,3	29,7	29,9	29,9	30,0
	40 ans	5,5	12,5	20,5	29,3	35,4	38,0	39,2	39,6	39,8	39,9
	50 ans	5,5	12,5	20,5	29,3	38,6	45,1	47,9	49,1	49,6	49,8
	60 ans	5,5	12,5	20,5	29,3	38,6	48,2	54,9	57,8	59,0	59,6
	pérenne	5,5	12,5	20,5	29,3	38,6	48,2	58,0	67,9	77,9	87,9
			Horizon								
Durée de vie		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>CO<sub>2</sub></b>	10 ans	5,2	7,8	8,6	9,0	9,2	9,4	9,4	9,5	9,6	9,6
	20 ans	5,2	10,7	14,2	15,9	16,8	17,4	17,8	18,0	18,3	18,5
	30 ans	5,2	10,7	16,3	20,3	22,6	23,9	24,9	25,6	26,1	26,5
	40 ans	5,2	10,7	16,3	22,0	26,3	29,0	30,7	32,0	32,9	33,7
	50 ans	5,2	10,7	16,3	22,0	27,7	32,2	35,2	37,3	38,8	40,0
	60 ans	5,2	10,7	16,3	22,0	27,7	33,4	38,1	41,3	43,6	45,4
	pérenne	5,2	10,7	16,3	22,0	24,9	30,6	36,3	42,0	47,8	53,5

Note : l'échelle horizontale de ce tableau représente les périodes de temps sur lesquelles on souhaite évaluer les conséquences intégrées d'une émission de CH<sub>4</sub> ou de CO<sub>2</sub>, l'échelle verticale, la durée d'émission depuis le début de période.

Deux constats par conséquent :

- L'effet global d'une émission sur le climat à un horizon donné dépend du profil temporel de l'émission.
- La variation dans le temps de cet effet est spécifique à chaque gaz : dans le cas du CH<sub>4</sub>, les écarts d'effet entre une émission ponctuelle en début de période ou répartie sur plusieurs années ou décennies restent faibles. Ce n'est pas le cas pour le CO<sub>2</sub>, pour lequel les différences sont beaucoup plus sensibles.

En résumé, la physique des phénomènes conduit à deux constats déterminants :

- Le choix d'objectifs multiGES exprimés en teq CO<sub>2</sub> occulte le fait que des stratégies d'action qui ne mettent pas l'accent sur les mêmes GES ont un impact différent sur le climat, quand bien même elles seraient considérées comme équivalentes au regard de leur bilan en tonnes eq CO<sub>2</sub>, ce qui est évidemment de nature à remettre en cause l'emploi de ce concept.
- Le postulat selon lequel il serait légitime d'établir, via une unité de mesure commune, telle que la teq CO<sub>2</sub>, des équivalences entre des actions très diverses (sectoriellement ou géographiquement) est infirmé dès lors que l'on prend vraiment en compte le temps de vie des investissements de réduction des émissions, avec de surcroît, des évolutions spécifiques à chacun des gaz.

## Les questions qui relèvent de l'activité économique et du développement.

Tous les secteurs de l'activité socio-économique sont concernés par l'effort de réduction des émissions. Il est donc essentiel d'en analyser les enjeux sectoriels et leurs caractéristiques spécifiques pour évaluer l'adéquation des outils de flexibilité de Kyoto à la lumière du chapitre précédent.

Par ailleurs, la réduction des émissions des GES envisagée par le Protocole de Kyoto, si elle concerne au premier chef les pays de l'annexe 1 (pays développés ayant accepté des engagements quantifiés et contraignants), s'adresse aussi, à travers le mécanisme de développement propre (MDP) aux autres économies, émergentes et moins avancées.

## Les pays industrialisés de l'annexe 1.

### Le CO<sub>2</sub>

La répartition des émissions de GES de ces pays selon les secteurs socio économiques n'est pas constante. Néanmoins on peut la représenter dans ses grandes lignes par le tableau suivant pour les trois principaux gaz à effet de serre.

**Tableau 4 : Répartition des émissions par secteur, pour 3 gaz, pour les pays industriels**

Secteurs	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Transformation de l'énergie	10 à 35 %	15 à 30 %	10 à 12 %
Industrie (yc déchets)	15 à 25 %	15 à 25 %	10 à 20 %
Habitat tertiaire	20 à 25 %	Négligeable	Négligeable
Transports	25 à 30 %	1 à 2 %	2 à 6 %
Agriculture (yc compris déchets agricoles) sylviculture	5 à 10 %	45 à 65 %	65 à 75 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>

Les émissions de CO<sub>2</sub> du secteur de l'énergie varient beaucoup selon les pays (en particulier selon leur recours plus ou moins important aux énergies renouvelables et au nucléaire pour la production d'électricité). Par contre les fourchettes sont beaucoup plus étroites pour les secteurs habitat-tertiaire et transports qui se partagent en général plus de 50 % du total des émissions de CO<sub>2</sub>.

Dans chacun des secteurs, les investissements à la tonne de CO<sub>2</sub> évitée sont également variables dans des fourchettes larges. Cependant, on constate des différences encore plus marquées entre secteurs qu'à l'intérieur même de chaque secteur.

Enfin, les investissements dans ces secteurs ont des durées de vie très différents : 20 à 60 ans dans les industries de transformation de l'énergie et l'industrie manufacturière lourde, 5 à plus de 100 ans dans l'habitat tertiaire (5 à 10 pour l'électroménager, 20 pour les chaudières, plus de 100 pour les investissements de gros œuvre), 10 ans pour les voitures, plus de 100 pour les infrastructures de transport, voire plus encore pour les infrastructures d'urbanisme.

Le cas des infrastructures lourdes, du transport et du bâtiment, mérite une attention particulière. Une grande partie des émissions de GES provient en effet d'infrastructures – production d'électricité, bâtiments, transports, usines – dont le cycle de vie se mesure en décennies, voire en siècles. Ainsi, les efforts à faire dans ce domaine, indépendamment de leur coût, doivent débiter maintenant et accompagner le rythme de renouvellement de ces infrastructures, voire l'accélérer, si l'on veut limiter les dégâts climatiques dans la deuxième partie du siècle. Quels que soient les efforts d'économie d'énergie, un scénario compatible avec les objectifs 2050 doit par exemple comporter un système de production d'électricité à très faible émission. Il existe diverses options – emploi massif des renouvelables, capture et stockage de carbone, électronucléaire – avec leurs avantages et inconvénients respectifs. Mais quelle que soit la combinaison des technologies, arriver à un système viable en 2050 implique que, à partir de maintenant, la grande majorité des nouvelles centrales à construire soit faiblement émissive (la moitié du parc électrique européen sera renouvelée d'ici 2030, et ces centrales seront encore présentes en 2100). Par exemple, si des centrales à charbon avec capture et stockage de carbone devaient jouer un rôle significatif avant 2050, il faudrait réaliser des infrastructures importantes de transport du CO<sub>2</sub>, depuis les centrales jusqu'aux lieux de stockage (puits de pétrole etc.) analogues aux gazoducs actuels.

De même la création d'un secteur de transport faiblement émissif suppose à la fois :

- Le transfert massif vers des modes de transport peu émissif : rail et transport fluvial pour le fret ; transport en commun (bus et train) pour les passagers ;
- L'utilisation elle aussi massive de carburants dé-carbonisés pour les besoins de transport qui doivent utiliser des voitures et camions.

#### **Le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O**

Pour le CH<sub>4</sub> et le N<sub>2</sub>O, c'est l'agriculture qui domine (environ 2/3 des émissions). Viennent ensuite pour le CH<sub>4</sub> les déchets urbains et les fuites du système énergétique qui peuvent être importantes pour les pays producteurs (mines et puits de pétrole et de gaz). Pour le N<sub>2</sub>O, les émissions hors agriculture proviennent principalement de l'industrie énergétique et chimique et, plus marginalement, des transports.

Les investissements de réduction de CH<sub>4</sub> actuellement réalisés, le sont généralement aujourd'hui sur la base d'une valorisation du CH<sub>4</sub> qui répond à des critères de rentabilité d'une substitution à un combustible fossile (et donc sans rapport avec une valorisation des émissions évitées autre que celle du CO<sub>2</sub> évité par la combustion du bio-gaz) et cela dans un secteur très particulier, celui du traitement des ordures ménagères.

**En résumé donc, des caractéristiques d'investissement (coût, durée de vie) extrêmement variés pour chacun des secteurs et chacun des GES, des acteurs et des logiques d'action très diversifiées.**

#### **Les pays émergents et les PMA**

Ces pays sont concernés aujourd'hui à travers le mécanisme de développement propre.

### **Le CO<sub>2</sub>**

Ces pays sont confrontés à la nécessité de construction d'infrastructures lourdes ; urbanisme, logement, infrastructure de transport, production transport de l'électricité et du gaz, infrastructures portuaires etc., indispensables à leur développement. Pour ceux qui se développent le plus vite, les taux de croissance observés, de l'ordre de 10 % par an, signifient un doublement du patrimoine d'infrastructures tous les 10 ans. A l'horizon 2050 et bien au delà, les émissions de CO<sub>2</sub> de ces pays dépendront donc (bien plus que dans les pays industrialisés dont la plupart des grandes infrastructures sont déjà réalisées) très largement de la nature des infrastructures réalisées entre 2010 et cette époque.

D'autre part, pour nombre de pays en développement dont les besoins alimentaires ou les besoins d'exportation de bois d'œuvre augmentent rapidement, la déforestation est une source importante d'émissions de gaz carbonique.

### **Les autres GES**

En ce qui concerne le méthane, l'évolution dépend d'abord des pratiques agricoles qui représentent dans la majorité des cas plus de la moitié des émissions. Mais cette évolution dépend aussi du développement de la collecte et de la mise en décharge des ordures ménagères ou du traitement des eaux usées liés à l'urbanisation, des émissions fugitives liées au développement des systèmes énergétiques centralisés (mines, réseaux de transport et distribution du gaz, puits pétroliers et gaziers), et enfin de la déforestation (émissions de méthane lors des feux de forêt).

Pour le N<sub>2</sub>O, c'est encore l'agriculture qui apparaît au premier plan avec l'utilisation accrue des engrais azotés, suivie de l'industrie (les combustions à haute température) et les transports.

Pour les CFC c'est le secteur industriel qui est tout d'abord concerné.

### **Quelques conclusions provisoires**

A l'issue de cette analyse, on voit bien que se fixer des objectifs multigaz et les traduire par un objectif en tonnes eq CO<sub>2</sub> pour atteindre les profils de stabilisation proposés par les climatologues (basés sur des profils d'émission sur chaque gaz) n'est pas neutre puisque :

- Si l'on réduit plus le CH<sub>4</sub> à court terme, au détriment de l'effort sur le CO<sub>2</sub>, les conséquences se feront sentir à long terme (au-delà de 100 ou 150 ans) avec le risque de ne pas stabiliser les émissions sur la trajectoire visée.
- Si l'on réduit plus le CO<sub>2</sub> en relâchant l'effort sur le CH<sub>4</sub>, on renforce le risque d'overshoot et de déclenchement de phénomènes irréversibles et cumulatifs.

### **Il faut donc définir des objectifs gaz par gaz en fonction des messages des climatologues.**

D'autre part, on a vu que pour un gaz donné, le profil temporel d'émission n'est pas non plus neutre, avec une sensibilité différente selon les gaz. En même temps, on est bien conscient que le profil possible des efforts de réduction est très variable selon les secteurs, et fortement dépendant de rythmes parfois très longs de déclasserment/développement d'infrastructures : pour certains secteurs, la flexibilité temporelle des décisions d'investissement est donc très faible.

Dans ces conditions, la fixation de quotas à moyen terme ne répond que partiellement au problème dans la mesure où elle ne fait pas la différence entre une tonne évitée sur la période par un équipement à vie courte (lampe) ou un comportement de restriction, et une tonne évitée par une infrastructure à vie longue (il y aura d'autres tonnes sur les périodes futures). La fixation de quotas fermes à plus long terme (horizon 40 ou 50 ans) est quant à elle très probablement illusoire politiquement.

Le recours aux instruments de marché, qui peut être très efficace lorsqu'il vise des acteurs dont la rationalité économique répond au « signal » (typiquement électricité/secteurs productifs gros consommateurs) et permet aux industriels de gérer une contrainte continue en fonction de leurs opportunités d'investissement, ne peut cependant pas résoudre l'ensemble des problèmes posés. En effet même dans le cas du seul CO<sub>2</sub>, placer des secteurs aux caractéristiques temporelles ou aux logiques d'acteur très différentes sous un même marché peut conduire à échanger des actions dans un secteur (investissement centrale électrique) contre des actions dans un autre (agrocarburants) apparemment équivalents en tonnes de CO<sub>2</sub> sur la période considérée, mais absolument pas en termes de profil futur d'émissions et d'impact global ;

Enfin pour les pays en développement, outre les difficultés reconnues du MDP à accompagner l'ensemble d'entre eux sur la voie du développement durable, on constate deux lacunes supplémentaires :

- Du fait du traitement multigaz, le MDP survalorise des effets d'aubaine pour le secteur privé sur des actions à très bas coût (mais grande valeur sur le marché) qui résultent d'un déficit de gouvernance, au détriment d'investissements de développement durable ET au détriment de l'action globale de prévention du risque climatique (substitution massive entre émissions de différents gaz).



- Du fait de son principe même (marché guidé par la valeur carbone) le MDP couvre un champ d'intervention étroit et n'est pas opérationnel face aux défis d'investissement de développement dans les infrastructures. C'est d'autant plus dommageable pour les pays émergents dans cette période de construction intense des infrastructures qui les caractérise que les erreurs de choix d'investissement dans ces domaines auront des conséquences en termes d'émissions de CO<sub>2</sub> qui s'étendront souvent largement au delà de la fin du vingt et unième siècle.

Il faut donc impérativement réfléchir à des moyens d'action complémentaires au marché du carbone, par exemple la recherche d'un accord sur un objectif indicatif de long terme, qui guide les anticipations des acteurs économiques même si les valeurs exactes ne sont pas connues (on joue sur le risque plus que sur la rentabilité propre et la mise en place de politiques sectorielles spécifiques guidées par la compréhension des mécanismes d'investissement à déclencher sur période longue).

Il serait en effet dommage que le réalisme économique et financier, revendiqué par le groupe 3 du GIEC dans son dernier rapport « *While GWPs do not necessarily lead to the most cost-effective stabilization solution (given a long-term target), they can still be a practical choice : **in real-life policies** an exchange metric is needed to facilitate emissions trading between gases within a specified time period. Allowing such exchanges creates the opportunity for cost savings through « what and where flexibility »<sup>(2)</sup>* et une confiance abusive dans les vertus universelles du marché, justifient le choix de politiques largement déphasées des réalités de la physique et des processus de décision économique et industriels.

(2) Source : IPCC Fourth Assessment Report, Working Group III Report « Mitigation of Climate »