

## L'exemple du système européen d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre

Depuis 2005, un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre existe dans l'Union européenne. Il concerne uniquement les grandes installations industrielles (production de l'énergie, des produits minéraux, du papier ou de la pâte à papier et transformation des métaux ferreux).

Les quotas d'émission de gaz à effet de serre sont affectés pour une durée de trois ans à compter du 1er janvier 2005, puis par période de cinq ans. L'allocation initiale des quotas est définie par chaque État dans un Plan national d'allocation des quotas (PNAQ), soumis à la Commission européenne. Celui-ci précise :

- le montant total d'émissions sur lequel porte le marché d'échange des quotas d'émission ;
- la répartition de ce total entre les différents secteurs d'activités couverts par le marché, puis à l'intérieur de chacun de ces secteurs entre les installations couvertes.

Le système européen permet également aux entreprises de se constituer des crédits d'émission grâce à des projets réalisés dans le cadre des mécanismes de développement propre (MDP) et de mises en œuvre conjointe (MOC).

### Le système européen : un instrument pour respecter les engagements du Protocole de Kyoto.

Les États allouent aux installations concernées une enveloppe de quotas d'émission compatible avec les objectifs de réduction du protocole de Kyoto. Pour la première phase du système (2005-2007), 50% des émissions de CO<sub>2</sub> (2,2 milliards de tonnes) de l'Union européenne étaient prises en compte dans le système.

Les PNAQ pour la deuxième période (2008-2012), sont en cours d'analyse. Mi-mai 2007, 21 PNAQ ont déjà reçu l'accord de la Commission. Le plan d'allocation français, d'un montant total de 132,8 Mt de CO<sub>2</sub>, a été approuvé par la commission le 26 mars 2007.

A moins d'un an de la fin de la première période d'engagement, plusieurs constats peuvent être établis :

- signe du bon fonctionnement du marché, le volume de quotas échangé depuis 2005 est en forte croissance et correspond, après 2 ans, à environ 50% de l'allocation initiale ;
- le système d'échange de quotas a induit un développement important des MDP : les projets en cours pourraient générer 1 036 millions de crédits d'ici 2012 (152 MtCO<sub>2</sub>/an) ;
- le système d'échange de quotas a permis de fixer un prix à l'émission d'une tonne de CO<sub>2</sub>. Pour la première période, le prix d'une tonne de CO<sub>2</sub> a varié dans la fourchette de 10€ à 30€ jusqu'en avril 2006. Depuis le marché a été marqué par une chute importante du prix du CO<sub>2</sub> (0,5€ fin avril). Cette baisse du cours de la tonne de CO<sub>2</sub> s'explique par la surallocation des quotas attribués aux industriels pour la première période. Pour la seconde période, le cours des contrats à terme reste relativement stable autour de 19€.

## La proposition de la Commission pour inclure l'aviation au système européen d'échange de quotas d'émission

Le système européen d'échange de quotas d'émission concerne actuellement des sources fixes en nombre limité, avec une relative stabilité des acteurs. Pour sa part, le secteur aérien se distingue par des sources mobiles et son fort dynamisme.

Pour tenir compte de ces particularités, la Commission a proposé des adaptations pour permettre l'inclusion du transport aérien :

- les quotas d'émission seront attribués aux compagnies aériennes pour l'ensemble de leur flotte (et non aux avions individuellement) ;
- compte tenu de la dynamique de croissance du secteur, le plafonnement correspond à la moyenne annuelle des émissions de CO<sub>2</sub> des années 2004-2006 (contre un objectif de -8% par rapport à 1990 pour l'ensemble des activités) ;

- contrairement à ce qui se passe dans le système existant, la méthode d'allocation est harmonisée au niveau européen pour éviter les problèmes de distorsion de concurrence entre acteurs d'États différents ;

- l'allocation est basée sur l'activité passée des exploitants et non sur leurs émissions. Ainsi, deux compagnies ayant le même niveau d'activité recevront une quantité de quotas identique. La compagnie émettant le plus de CO<sub>2</sub> devra alors acheter davantage de quotas sur le marché. Cette méthode d'allocation permet de valoriser les efforts des compagnies les plus efficaces énergétiquement ;

- le système d'échange de quotas sera semi-ouvert : les exploitants aériens pourront acheter des quotas aux exploitants des autres secteurs industriels, mais ces derniers ne pourront pas utiliser des quotas " aviation " pour s'acquitter de leurs obligations annuelles.

Le système devrait couvrir tous les vols intracommunautaires à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2011 et être étendu à l'ensemble des vols au départ ou à l'arrivée des aéroports européens à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2012.

### Quels impacts ?

L'intégration de l'aviation dans le système européen d'échange de quotas permettra une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> de 183 millions de tonnes en 2020<sup>15</sup>.

#### ▷ L'aviation serait globalement un acheteur de quotas

Il existe peu de solutions technologiques pour réduire les émissions de l'aérien à court terme, et la plupart ont déjà été mises en œuvre compte tenu du prix élevé du kérosène. Pour un même prix du quota, les compagnies aériennes disposent ainsi de moins de marges de manœuvre que les industries déjà présentes sur le marché. La plus grande partie des réductions liées à l'introduction de l'aviation dans le système se ferait ainsi en dehors du secteur aérien. A plus long terme, le système d'échange de quotas d'émission inciterait les acteurs du secteur aérien à privilégier l'efficacité énergétique, lors du renouvellement des flottes.

#### ▷ Le prix des billets devrait augmenter

Les compagnies aériennes répercuteraient vraisemblablement le prix des quotas achetés sur les passagers, provoquant ainsi une hausse des tarifs. Pour un cours de la tonne de CO<sub>2</sub> à 30€, ces hausses de prix pourraient atteindre 5€ pour un aller-retour court-courrier, 9€ pour un aller-retour moyen-courrier et 40€ pour un aller-retour long-courrier type Paris-New-York<sup>15</sup>.

#### ▷ La demande de transport aérien pourrait baisser faiblement

Cette augmentation des tarifs aurait un impact direct sur la demande de transport aérien. D'après la Commission, l'intégration de l'ensemble des vols concernant l'Europe conduirait à une croissance de +135% entre 2005 et 2020 au lieu de +142% (pour un prix du quota à 30€)<sup>15</sup>.

#### ▷ Les résultats financiers des compagnies varieraient faiblement

L'impact sur les résultats des compagnies est complexe :  
 - les compagnies seraient confrontées à une augmentation des coûts liés aux actions de réduction des émissions et à l'achat de quotas ;  
 - la diminution du trafic aérien, liée à l'augmentation des prix, conduirait à la fois à une baisse des recettes et des coûts d'exploitation ;  
 - la répercussion d'une partie de la valeur des quotas reçus gratuitement sur les passagers, générerait des recettes additionnelles. Selon IATA<sup>16</sup>, en 2012, les bénéfices des compagnies pourraient ainsi faiblement diminuer pour le réseau intra-communautaire et légèrement augmenter pour les autres destinations.

#### ▷ Le prix des quotas sur le marché devrait rester relativement stable

La proposition de directive de la Commission européenne prévoit que les compagnies aériennes aient accès aux mécanismes de projet<sup>17</sup>. Selon la Commission, la demande de quotas de l'aviation se traduirait par un recours accru à ces mécanismes. L'introduction de l'aviation dans le système ne devrait ainsi avoir aucune incidence notable sur les prix des quotas.

# TRANSPORT AÉRIEN ET CHANGEMENT CLIMATIQUE, VERS UNE INTÉGRATION DE L'AVIATION AU SYSTÈME D'ÉCHANGE DE QUOTAS D'ÉMISSION

Le changement climatique est un des principaux enjeux du XXI<sup>ème</sup> siècle. En l'absence de mesure, le réchauffement lié à l'activité humaine aura des conséquences catastrophiques. La communauté internationale estime nécessaire de limiter la hausse des températures à 2° par rapport à la période préindustrielle. Un tel objectif suppose de diviser les émissions par deux au niveau mondial et par quatre dans les pays industrialisés à l'horizon 2050.

Dans ce contexte de réduction mondiale des émissions, le développement rapide du transport peut s'avérer problématique. Actuellement, la contribution du transport aérien aux émissions de gaz à effet de serre reste faible, de l'ordre de 1,6% des émissions mondiales. Sous l'effet de la croissance du secteur, la part de l'aviation pourrait atteindre 2,8% des émissions mondiales en 2050, voire davantage.

Le progrès technique et le changement des comportements des acteurs sont des leviers essentiels pour concilier croissance du transport aérien et environnement. Pour accélérer leur mise en œuvre, les politiques publiques peuvent faire appel à des outils incitatifs, tels que les systèmes d'échange de quotas d'émission.

L'intégration de l'aviation au système européen d'échange de quotas d'émission à partir de 2011-2012, proposée par la Commission européenne, constitue un instrument efficace des points de vue environnemental et économique pour répondre au défi du changement climatique.

## Aujourd'hui, une contribution modeste aux émissions de gaz à effet de serre

Au niveau mondial, le transport aérien contribue à hauteur de 1,6%<sup>1</sup> des émissions de gaz à effet de serre, ce qui équivaut à 2,0% des émissions mondiales de CO<sub>2</sub><sup>2</sup>.

En 2000, le transport aérien a émis 664 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit 11,5% des émissions du secteur des transports.

Pour l'Europe, le secteur des transports (hors transport international) représente 21% des émissions de gaz à effet de serre en 2004. Les émissions de CO<sub>2</sub> du transport aérien s'élèvent à 130 millions de tonnes, dont 52 millions liées au trafic intérieur à l'Union européenne<sup>3</sup>. Ces émissions représentent 2,7% des émissions à effet de serre de l'Union européenne et 11,3% du secteur des transports.

En France, les transports (hors transport international) ont émis 26,6% des gaz à effet de serre en 2005. Le transport aérien intérieur (y compris la desserte de l'Outre-mer) représente 0,9% des émissions totales et 3,3% du secteur des transports. En incluant le trafic international, la part du transport aérien de la France s'élève à 3,7% des émissions de gaz à effet de serre (20,9 millions de tonnes) et 12,3% des transports (contre 2,3% et 9,5% en 1990).

Cette part est plus importante que dans les autres pays de l'Union européenne compte tenu de l'utilisation importante de l'énergie nucléaire pour la production d'électricité en France.<sup>4</sup>

Dans l'analyse des émissions du transport aérien, il convient de distinguer le transport aérien intérieur et le transport aérien international. En effet, les émissions du trafic international ne sont pas couvertes par les engagements du Protocole de Kyoto et figurent "hors total".

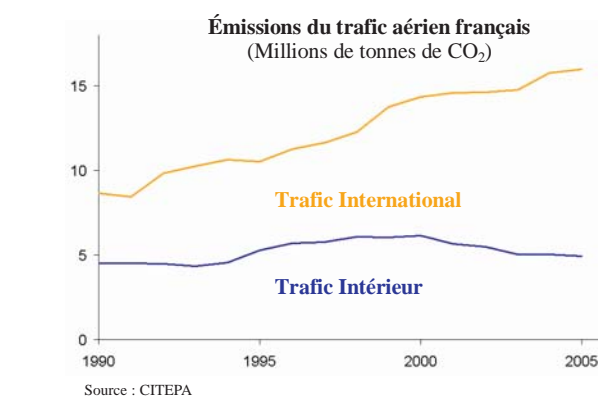
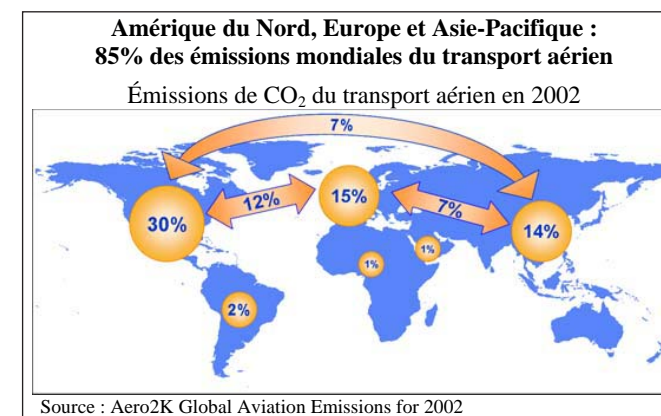
#### ▷ Le trafic international, principale source de l'augmentation des émissions

Le développement du transport aérien et des émissions de CO<sub>2</sub> depuis 1990 est principalement lié aux déplacements internationaux à longue distance, pour lesquels aucun mode de transport n'est substituable à l'avion.

Au niveau mondial, le trafic aérien international est à l'origine de 56% des émissions totales du transport aérien.

En France, la situation est comparable. Depuis 2000, les émissions de CO<sub>2</sub> liées au trafic intérieur sont en nette diminution : 6,2 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> émises en 2000 et 4,9 millions de tonnes en 2005. Cette situation s'explique principalement par la baisse du trafic intervenue dans l'intervalle.

Les émissions du transport aérien international ont connu une forte croissance entre 1990 et 2000 (+5,2% par an), suivie par une période de stagnation résultant des attentats à New York en 2001, du conflit en Iraq et des épidémies en Extrême Orient. Depuis 2004, le rattrapage dont a bénéficié le trafic international s'est traduit par une augmentation des émissions (16 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2005).



<sup>1</sup> Source : World Resources Institute (WRI)  
 L'année 2000 constitue l'année la plus récente pour laquelle les données d'émissions de tous les gaz à effet de serre sont disponibles pour tous les pays.  
<sup>2</sup> En 2000, les émissions de CO<sub>2</sub> représentaient 77% des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

<sup>3</sup> Estimation Eurocontrol  
<sup>4</sup> En France, 78% de l'électricité est d'origine nucléaire contre 30% pour l'Union européenne. La production d'électricité représente ainsi 12,7% des émissions de gaz à effet de serre en France et 30% pour l'Union européenne.

<sup>15</sup> Etude d'impact de la Commission européenne, 2006  
<sup>16</sup> Financial impact of extending the EU ETS to airlines, IATA 2007

<sup>17</sup> Voir page 6

### ► Une efficacité énergétique en nette progression

Le développement du trafic aérien s'est accompagné d'une amélioration continue de l'efficacité énergétique des modules exploités.

Au niveau mondial, les émissions du transport aérien ont augmenté de 30% entre 1990 et 2004, alors que le trafic progressait de 94%. L'efficacité énergétique du transport aérien s'est ainsi améliorée de 33% en 14 ans.

#### Émissions de CO<sub>2</sub> et croissance du transport aérien mondial

Millions de tonnes	Émissions de CO <sub>2</sub>			Trafic aérien (TKT)
	1990	2004	1990/2004	1990/2004
International	294	400	+ 36%	+128%
Domestique	252	306	+ 22%	+ 47%
Trafic Total	546	706	+ 30%	+ 94%

Source : Agence Internationale de l'Énergie et OACI

Au niveau français, entre 1990 et 2005, le trafic aérien intérieur a augmenté de 54% et les émissions de 9%. Le trafic aérien international est sur une tendance de croissance encore plus forte : il a progressé de 153% et les émissions de CO<sub>2</sub> liées de 86%. En 15 ans, l'efficacité énergétique du transport aérien a progressé de 27%.

En 2005, un passager a émis, en moyenne, 97g de CO<sub>2</sub> au kilomètre pour un vol international et 161g pour un vol intérieur à la métropole.

## L'aviation, un impact particulier sur le changement climatique

L'influence de l'aviation sur le changement climatique est de plusieurs natures. Le GIEC<sup>5</sup> a identifié trois phénomènes ayant un impact sur le changement climatique.

### ► La modification de la quantité des gaz à effet de serre dans l'atmosphère de manière directe (CO<sub>2</sub>) ou indirecte (oxydes d'azote)

Le CO<sub>2</sub> est un des principaux produits de la combustion du kérosène. Sa production est reliée à la masse de carburant par un ratio constant : une tonne de kérosène produit toujours 3,15 tonnes de CO<sub>2</sub>.

Les oxydes d'azote (NOx) ne sont pas des gaz à effet de serre, mais ils interviennent de manière indirecte sur le changement climatique. Ils sont responsables de la création d'ozone et de la destruction du méthane, tous deux des gaz à effet de serre.

L'état des connaissances scientifiques ne permet pas d'évaluer l'impact des NOx de manière satisfaisante. Le GIEC s'accorde cependant pour dire qu'il va dans le sens d'un léger réchauffement.

### ► La formation de traînées de condensation

Associées aux émissions de vapeur d'eau, les émissions d'oxydes de soufre et de particules entraînent la formation de traînées de condensation. Celles-ci couvrent environ 0,1% de la surface de la Terre, avec des variations importantes dues à la localisation des flux de trafic. Similaires à de fins nuages d'altitude, elles réchauffent l'atmosphère par leurs propriétés optiques.

### ► La modification de la nébulosité des cirrus

Lorsque les traînées de condensation deviennent persistantes, elles se transforment en cirrus, des nuages d'altitude qui recouvrent de manière naturelle environ 30% de la surface de la Terre. Les cirrus produits par les traînées de condensation recouvriraient entre 0% et

0,2% de la surface du globe. Les mécanismes associés à leur formation dans l'atmosphère sont très mal connus, et nécessitent des recherches approfondies.

Compte tenu de ces différents phénomènes, le GIEC estime l'impact de l'aviation à 3,5% du forçage radiatif<sup>6</sup> d'origine humaine en 1992.

Pour décrire l'effet radiatif global du transport aérien, le GIEC utilise un coefficient multiplicateur qui s'applique à l'effet des émissions cumulées de CO<sub>2</sub> depuis l'origine de l'aviation. Pour l'aviation, il est estimé à 2,7 en 1992, une valeur supérieure à celle de l'ensemble de l'activité humaine (1,5). Des études plus récentes<sup>7</sup> estiment ce coefficient à 1,9 en 2000.

Toutefois, ce coefficient doit être utilisé avec précaution. Tout comme le forçage radiatif, il mesure les effets des émissions passées de l'aviation et varie dans le temps. Il ne peut donc être utilisé pour estimer l'impact futur des émissions hors CO<sub>2</sub> de l'aviation.

La notion de PRG (Potentiel de Réchauffement Global<sup>8</sup>), utilisée pour comparer les gaz du protocole de Kyoto, ne peut, selon le GIEC, être appliquée telle quelle pour l'aviation. En effet, l'impact des traînées de condensation et des NOx est variable selon les conditions, notamment météorologiques, de leur émission.

Des recherches complémentaires apparaissent donc nécessaires pour préciser les aspects spécifiques de l'effet radiatif du transport aérien mais aussi pour définir un nouvel outil de mesure de l'impact des émissions.

## Le transport aérien, un secteur en croissance dans un contexte de réduction des émissions

Tous les acteurs du secteur aérien s'accordent sur une poursuite de la croissance à long terme du trafic et des émissions.

À moyen terme (2020), les émissions mondiales de l'aviation devraient progresser au rythme de +3,3% l'an<sup>9</sup>. Au niveau européen, la Commission européenne estime que les émissions du trafic aérien devraient progresser plus rapidement, de l'ordre de +4% l'an d'ici à 2020<sup>10</sup>.

Pour la France, à l'horizon 2020, les perspectives de croissance du trafic de passagers sont faibles pour le trafic intérieur (de l'ordre de +1% l'an) et plus élevées pour le trafic international (+3,3% l'an pour l'Union européenne et de +3,4% à +4,2% l'an pour le reste du trafic international).

Compte tenu du renouvellement des flottes et du progrès technologique, les émissions du transport aérien de la France atteindraient ainsi 27 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2020, en croissance de +1,8% l'an<sup>11</sup>.

À long terme (2050), les scénarios d'évolution du transport aérien sont plus contrastés. Ils prévoient cependant un ralentissement de la croissance du transport aérien après 2025.

Sur la base du scénario médian de l'étude Consave 2050<sup>12</sup>, les émissions de CO<sub>2</sub> devraient augmenter de +2,4% l'an entre 2000 et 2050, soit une multiplication des émissions par 3,3 en 50 ans.

En l'absence de politique mondiale de lutte contre le changement climatique, la part de l'aviation civile dans les émissions de gaz à effet de serre, passerait de 1,6% en 2000 à 2,8% en 2050.

Si l'objectif de division par deux des émissions mondiales en 2050 est atteint, et sans mesure spécifique à l'aérien, la part de l'aviation en 2050 pourrait atteindre 7%.

<sup>5</sup> Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

<sup>6</sup> Voir page 5

<sup>7</sup> SAUSEN et al., 2005

<sup>8</sup> Voir page 5

<sup>9</sup> AERO2K, 2002

<sup>10</sup> Étude d'impact de la Commission européenne, 2006

<sup>11</sup> Quatrième Communication Nationale sur le changement climatique, 2006

<sup>12</sup> Réalisée pour la Commission européenne en 2005

## Le transport aérien face au défi du changement climatique

### ► Au niveau mondial, des réflexions sous l'égide de l'OACI

Dans le cadre du protocole de Kyoto, il est demandé aux pays industrialisés de chercher, au sein de l'organisation de l'aviation civile internationale (OACI), à limiter ou à réduire leurs émissions internationales. Le groupe CAEP (Comité de la Protection de l'Environnement en Aviation) a ainsi été chargé d'étudier divers instruments économiques ou opérationnels adaptés à la maîtrise des émissions.

Sur la base de ces travaux, l'Assemblée de l'OACI a reconnu en 2004 que les systèmes régionaux d'échanges de quotas d'émission constituaient un moyen efficace de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>.

Les discussions se poursuivent pour déterminer s'il est possible pour un État ou une région d'imposer à des compagnies étrangères de participer à son système d'échange de quotas. En février 2007, le CAEP a convenu de propositions d'orientations permettant aux états, sans trancher sur cette question, d'inclure l'aviation dans des systèmes d'échange de quotas d'émission.

Sur la base de ces propositions, l'Assemblée de l'OACI débatta de nouveau du sujet en septembre 2007.

### ► Au niveau européen, vers une inclusion de l'aviation au système d'échange de quotas d'émission

Depuis 1999, la Commission européenne se penche sur l'impact de l'aviation sur le changement climatique.

Dans un premier temps, elle a envisagé l'introduction d'une taxation du kérosène. La mise en œuvre généralisée de cette mesure est apparue comme très difficile. Elle nécessiterait en effet la renégociation de tous les accords bilatéraux et entraînerait de probables distorsions de concurrence défavorables aux transporteurs européens.

Par la suite, en septembre 2005, la Commission européenne s'est prononcée, en faveur de la mise en place d'un système européen d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour l'aviation. En décembre 2005, le Conseil européen des ministres de l'environnement a conclu que ce projet constituait la meilleure solution du point de vue économique et environnemental pour limiter l'impact de l'aviation sur le changement climatique.

La Commission a rendu public, le 20 décembre 2006, un projet de directive pour l'intégration de l'aviation dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission.

Les impacts de l'aviation hors CO<sub>2</sub> seront traités par ailleurs via d'autres outils. La Commission devrait faire une proposition avant la fin de l'année 2008 en vue de traiter les émissions d'oxydes d'azotes de l'aviation.

Ces propositions sont proches des positions françaises, reprises dans un memorandum adressé à la Commission européenne dès juin 2005, sur la base du rapport Giblin<sup>13</sup>.

## Quelles marges de manoeuvre pour maîtriser les émissions de l'aviation ?

Pour réduire l'impact de l'aviation sur le changement climatique, les acteurs du transport aérien pourront mettre en œuvre des mesures techniques et opérationnelles.

Afin de réduire la consommation et la gêne occasionnée, les aviateurs et les motoristes ont accentué la recherche et le développement. La consommation par siège kilomètre a ainsi diminué de 60% entre 1960 et 2000, principalement grâce à l'amélioration des moteurs (40%) et de l'aérodynamisme des appareils (17%).

<sup>13</sup> «Maîtrise des émissions des gaz à effet de serre de l'aviation civile». Conseil général des Ponts et Chaussées 2005

A l'avenir, les marges de manoeuvres viendront des évolutions technologiques des appareils et des moteurs, de l'utilisation de kérosène de synthèse à base de biomasse (cf Les Notes Thématiques n°1) et de l'amélioration de l'aérodynamisme. Le renouvellement des flottes diffuse le progrès technique et constitue une voie de maîtrise des gaz à effet de serre de l'aviation.

D'autre part, une partie des progrès accomplis au cours des dernières décennies pour réduire les émissions provient des mesures opérationnelles.

En matière de navigation aérienne, il s'agit de réduire les sources d'inefficacité, principalement la congestion et les retards. L'optimisation des routes et la régulation de la congestion (en route et au niveau des aéroports) pourraient réduire les émissions de gaz à effet de serre de 8% en moyenne (Eurocontrol).

Parallèlement, les compagnies aériennes peuvent mettre en place des mesures opérationnelles. L'exploitation des aéronefs est un domaine où l'initiative des compagnies aériennes est primordiale. Parmi ces mesures, on peut citer l'optimisation de la masse embarquée ou l'optimisation des vitesses. Ces mesures pourraient conduire à des réductions de l'ordre de 2 à 6% selon le GIEC.

## Quels instruments pour atteindre les objectifs environnementaux ?

Pour répondre au défi environnemental du transport aérien, les pouvoirs publics disposent d'instruments pour accélérer la mise en œuvre des marges de manoeuvre technique et opérationnelle. Il s'agit notamment d'encourager la recherche et d'utiliser des instruments économiques (taxes, redevances et systèmes d'échange de quotas d'émission).

### ► Encourager la recherche pour accélérer le progrès technique

Le conseil pour la recherche aéronautique en Europe (ACARE) regroupe les constructeurs et les représentants des administrations des 27 pays membres de l'Union européenne. L'un de ses objectifs cibles pour les deux prochaines décennies, est une " aviation Ultra Verte " : avec une réduction de 50% du bruit, de 80% des NOx et de 50% du CO<sub>2</sub><sup>14</sup>.

Dans le cadre du 7ème Programme Cadre de Recherche et de Développement (PCRD) européen, un groupe d'industriels de l'aéronautique a proposé un projet appelé «CLEAN SKY». L'objectif de ce projet est de démontrer et valider les ruptures technologiques nécessaires pour atteindre les objectifs environnementaux d'ACARE. La décision de la Commission européenne au sujet de la sélection de ce projet est attendue pour le premier semestre 2007.

### ► Les instruments économiques : un moyen efficace d'intégrer les préoccupations environnementales aux raisonnements économiques des acteurs

Les échanges de quotas d'émission constituent l'instrument privilégié par la Commission européenne pour répondre à ses engagements. Son objectif est d'inciter les participants à mettre en place des mesures pour réduire leurs émissions (voir encadré page suivante).

Le fonctionnement du système consiste à attribuer, gratuitement ou non, des quotas d'émission à chacun des participants au système. A la fin de chaque année, chaque exploitant doit restituer, sous peine de sanction, un nombre de quotas égal à ses émissions de gaz à effet de serre. Afin d'atteindre leurs objectifs, les exploitants ont le choix entre la réduction de leurs émissions et l'acquisition sur le marché de quotas d'émission. Les réductions d'émissions ont donc lieu dans les secteurs où leur coût est le plus faible.

L'impact environnemental du système est déterminé a priori par la quantité totale de quotas alloués en début de période.

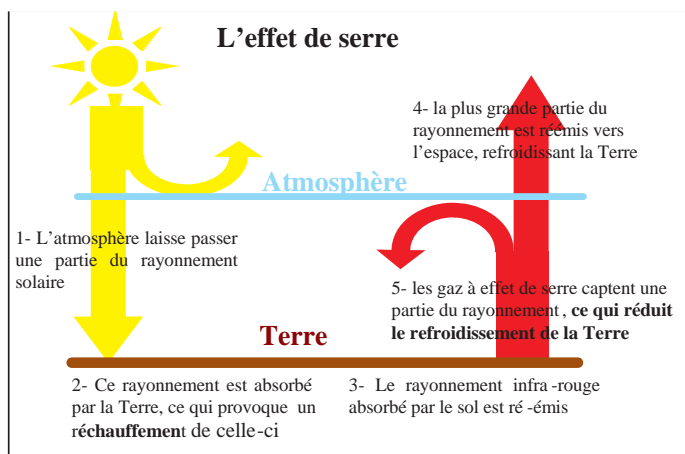
<sup>14</sup> Par PKT (passager-kilomètre-transporté)

# EFFET DE SERRE, CHANGEMENT CLIMATIQUE : POINTS DE REPÈRES

## Qu'est-ce que l'effet de serre ?

L'effet de serre est un phénomène naturel provoqué par la présence, dans l'atmosphère, de gaz qui piègent une partie de la chaleur émise par le soleil. La présence de ces gaz maintient sur la Terre une température moyenne de 15°C. Sans eux, la température serait de -18°C, ce qui rendrait la Terre totalement inhabitable.

Les principaux gaz ayant un impact sur le rayonnement sont la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) et l'ozone (O<sub>3</sub>) et les gaz à effet de serre industriels (hydrofluorocarbures - HFC, hydrocarbures perfluorés - PFC, hexafluorure de soufre - SF<sub>6</sub>).



Le GIEC est chargé d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique sur le risque de changement climatique provoqué par l'homme. Dans le " Bilan 2007 des changements climatiques - les bases scientifiques physiques ", il indique que le réchauffement climatique est sans équivoque et se traduit par l'accroissement des températures moyennes de l'atmosphère et de l'océan, la fonte généralisée de la neige et de la glace, et l'élévation du niveau moyen de la mer. Le GIEC conclut que l'accroissement des températures observé est très vraisemblablement (avec un probabilité >90%) dû à l'augmentation des gaz à effet de serre d'origine humaine.

### ► Les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère ont augmenté du fait de l'activité humaine

Le dioxyde de carbone est le plus important des gaz à effet de serre (77% des émissions). Ses émissions annuelles ont fortement augmenté, passant de 23,5 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> par an pour la période 1990-1999 à 26,4 milliards pour la période 2000-2005. Les concentrations de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère sont passées d'environ 280 ppm<sup>18</sup> pour la période préindustrielle (1750) à 379 ppm en 2005, avec une accélération au cours des 10 dernières années.

## Comment mesurer l'effet de serre ?

L'augmentation de la quantité de gaz à effet de serre de l'atmosphère conduit à une modification du bilan énergétique du système Terre-Atmosphère. Le forçage radiatif (Wm<sup>-2</sup>) mesure les variations du bilan radiatif par rapport à la période préindustrielle. Il s'agit d'une mesure instantanée de l'effet des gaz présents dans l'atmosphère actuelle. Le forçage radiatif est proportionnel au changement de température et constitue donc un bon indicateur du changement climatique.

Cependant les gaz n'ont pas tous la même durée de vie ; ainsi le CO<sub>2</sub> restera dans l'atmosphère environ 100 ans contre 12 ans pour le méthane. Le forçage radiatif ne permet pas de distinguer les effets de long terme et de court terme des émissions.

Afin de comparer les impacts des émissions de plusieurs gaz, on utilise généralement le potentiel de réchauffement global (PRG). Il se définit comme le forçage radiatif cumulé sur une période généralement fixée à 100 ans, d'une quantité de gaz donnée.

Cette valeur s'exprime souvent relativement au CO<sub>2</sub>. Le PRG à 100 d'un gaz mesure donc le rapport entre l'effet de serre induit par ce gaz et celui créé par la même quantité de CO<sub>2</sub> (par exemple, le PRG du CH<sub>4</sub> s'élève à 21, ce qui signifie que les effets sur 100 ans d'une tonne de CH<sub>4</sub> sont équivalents à ceux de 21 tonnes de CO<sub>2</sub>).

### Potentiel de Réchauffement Global des six gaz à effet de serre définis par le protocole de Kyoto (horizon de 100 ans, source GIEC)

CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>
1	21	310	140 à 11 700	6 500 à 9 500	23 900

## Réchauffement climatique : quelles perspectives pour le XXIème siècle ?

D'après les scénarios d'émissions du GIEC, en l'absence d'initiatives complémentaires pour limiter le changement climatique, la température sur Terre devrait augmenter de +1,8° à +4,0° d'ici à 2100<sup>19</sup>. Par rapport à l'augmentation des températures de +0,7° observée au siècle passé, ces scénarios traduisent une accentuation du réchauffement climatique.

Même les valeurs les plus faibles d'augmentation des températures envisagées par le GIEC entraîneraient des conséquences importantes au niveau planétaire : problèmes de santé, risques de famines, montée du niveau de la mer, augmentation des événements climatiques extrêmes... L'intensité des dommages du changement climatique est liée au niveau d'élévation des températures : plus l'augmentation de la température sera élevée, plus les dommages seront importants.

<sup>18</sup> Ppm (parties par million) désigne le rapport du nombre de molécules de gaz à effet de serre au nombre de molécules d'air sec

<sup>19</sup> A ces valeurs médianes sont respectivement associées les plages de vraisemblance de [+1,1 ; +2,9] et de [+2,4 ; +6,4]

Fin 2006, le rapport de l'économiste britannique Nicholas Stern, présente une analyse des conséquences du changement climatique et les coûts économiques associés. Il estime que si rien n'est fait, **les coûts du changement climatique pourraient s'élever entre 5% et 20% du PIB mondial par an.**

Pour limiter l'ampleur des dommages, il envisage un objectif de stabilisation de la concentration de gaz à effet de serre entre 500 et 550 ppm d'équivalent CO<sub>2</sub> en 2050. Si des actions fortes sont mises en œuvre rapidement, **le coût de cette stabilisation est évalué à 1% du PIB mondial.** Tout délai dans sa mise en œuvre serait dangereux et augmenterait les coûts de la limitation.

Le rapport Stern rappelle que le défi climatique nécessite une action internationale basée sur une compréhension des enjeux de long terme et un accord sur un cadre international pour la mise en œuvre des actions.

## Quelles politiques pour lutter contre le changement climatique ?

Le sommet de la terre de Rio en juin 1992 marque le début de la coopération internationale sur le sujet. Il a abouti à la signature par 176 États de la Convention-Cadre des Nations-Unies sur le Changement Climatique dont l'objectif ultime est de stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre à un niveau qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique.

**Le Protocole de Kyoto**, entré en vigueur le 16 février 2005, a traduit ces objectifs en engagements quantitatifs juridiquement contraignants. Il fixe aux pays développés **un objectif de réduction de leurs émissions de gaz à effet de serre pour la période 2008-2012 d'au moins 5% par rapport à 1990.** L'Union européenne a réparti entre les États membres son objectif de réduction de -8% des émissions. Pour la France, cet objectif se traduit par une stabilisation de ses émissions au niveau de 1990.

A ce jour, 161 pays l'ont ratifié à l'exception des États-Unis et de l'Australie (qui émettaient respectivement 22,9% et 1,4% des émissions de CO<sub>2</sub> en 2003).

Pour atteindre les objectifs de réduction le plus efficacement possible, le protocole de Kyoto prévoit plusieurs mécanismes dits de flexibilités :

- **les systèmes d'échange de quotas d'émission** permettent de vendre ou d'acheter des quotas d'émission entre pays industrialisés ;
- **les mécanismes de projet** permettent de financer des projets de réduction d'émission dans un pays tiers et de bénéficier des crédits d'émission. La mise en œuvre conjointe (MOC) concerne uniquement les pays de l'Annexe 1 ; les mécanismes de développement propres (MDP), les autres pays.

L'objectif de ces deux mécanismes est d'encourager la diffusion des technologies économes.

Le protocole de Kyoto doit être perçu comme une étape dans les politiques de lutte contre le changement climatique. L'enjeu actuel des négociations sur le climat porte sur la définition de l'« après Kyoto ». L'incertitude liée à l'absence de cadre défini pour lutter contre le changement climatique après 2012 est pénalisante pour la mise en place d'actions concrètes.

## ▷ La priorité de l'Union européenne : limiter l'augmentation de la température à 2°C

L'objectif de la Commission européenne est de limiter l'augmentation de la température mondiale moyenne à 2°C. Au delà de ce seuil, les effets du changement climatique seraient très importants.

Cet objectif suppose que les émissions mondiales de gaz à effet de serre diminuent de 50% d'ici à 2050. Compte tenu de leurs émissions par habitant et de leurs capacités d'action plus élevées, les pays développés doivent agir les premiers et viser une division par quatre de leurs émissions d'ici 2050: **c'est le Facteur 4.**

A moyen terme, l'UE vise une réduction de ses émissions de gaz à effet de serre d'au moins 20% d'ici 2020 et souhaite parvenir à un engagement de tous les pays industrialisés à réduire leurs émissions d'au moins 30% d'ici 2020 (Communication du 10 janvier 2007).

Pour faciliter l'atteinte de ces objectifs, l'Union européenne a décidé de mettre en place à partir de 2005 un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre.

## ▷ La France soutient la définition d'un objectif de division par 2 des émissions mondiales de gaz à effet de serre

Au niveau national, le facteur 4 est un objectif clé de la politique de lutte contre le changement climatique. Cet objectif a été clairement confirmé dans le Plan Climat validé par le gouvernement en juillet 2004.

### LES UNITÉS

- 1 tonne de kérosène = 3,15 tonnes de CO<sub>2</sub>
- 1 tonne de kérosène = 1250 litres de kérosène
- 1 tonne de kérosène = 7,9 barils de kérosène