



**Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire**

**\* \* \***

**Diplôme d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement**

**Travail de Fin d'Etudes**

**Prise en compte des émissions de l'aviation civile internationale dans un régime post-Kyoto.**

**Présenté par Arnaud Brohé en vue de l'obtention du grade académique de  
Diplômé d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement**

**Directeur : M. Etienne Hannon**

**Assesseurs :**

**M. Walter Hecq**

**M. Jacques Kummer**

**M. Philippe Renaudière**

**Mme Els Van den broeck**

**M. Edwin Zaccai**

**Année académique : 2005-2006**

# REMERCIEMENTS

Premièrement, je remercie mon directeur de mémoire, M. Etienne Hannon, pour m'avoir proposé un sujet aussi captivant. Je lui suis également très reconnaissant pour le travail d'accompagnement régulier qu'il a su fournir malgré un emploi du temps très chargé. Ce suivi fut une véritable source de motivation et a sensiblement contribué au résultat final du travail.

Véronique Choquette et Sandrine Meyer du CEESE (ULB) ont été d'une aide précieuse, principalement dans le cadre de l'enquête auprès des participants du groupe *ABC Impacts*.

Ensuite je remercie, l'ensemble des participants du groupe *ABC Impacts* pour avoir su trouver le temps nécessaire afin de répondre à mon questionnaire.

Merci aussi à Jean-Yves Saliez et Luc Wittebolle, anciens collègues chez *PricewaterhouseCoopers*, pour leur partage des connaissances en matière de politiques climatiques. Merci également à Johan Pype, nouveau collègue chez *Tractebel Engineering*, pour m'avoir offert l'opportunité d'assister à deux séminaires directement en rapport avec mon sujet de mémoire (*CEPS/IETA* en mai 2006 et *Environmental Finance* en juillet 2006).

Je remercie Michel Quicheron pour son travail de relecture et ses conseils judicieux.

Merci Amandine pour ton travail de révision et les sacrifices consentis ces dernières semaines.

# RESUME

Le transport aérien a connu une croissance spectaculaire ces dernières décennies et a un effet positif sur le développement économique. Cependant l'aviation contribue également au changement climatique. En conséquence de la croissance du secteur, l'impact sur le climat s'aggrave. Alors que les émissions totales de l'UE, réglementées par le protocole de Kyoto, ont diminué de 4,8% entre 1990 et 2004, les émissions de gaz à effet de serre dues au trafic aérien international ont augmenté de 86% dans l'UE.

L'objectif de ce mémoire est de décrire, analyser et classer les différentes mesures politiques devant permettre de réduire les émissions de l'aviation dans un régime post-Kyoto, en particulier en internalisant les coûts environnementaux.

Après une courte introduction, le deuxième chapitre décrit la problématique en détails. Les différents éléments scientifiques (émissions de dioxyde de carbone et oxydes d'azote, traînées de condensation et cirrus, influence de l'altitude de croisière, influence des saisons...), économiques (impact de l'aviation sur le PNB et l'emploi) et réglementaires (protocole de Kyoto, législation européenne...) y sont analysés. Il apparaît ainsi que les émissions de l'aviation ont un impact global sur le climat deux à quatre fois supérieur à l'effet résultant des seules émissions de CO<sub>2</sub> et que les émissions du transport aérien international ne sont pas prises en compte par le protocole de Kyoto.

Le troisième chapitre, après un rappel de la théorie économique et des principes du droit de l'environnement, qui justifient l'intervention politique, présente une dizaine de mesures. L'efficacité environnementale et l'efficacité économique de ces mesures fiscales et non fiscales (marché de droits d'émissions, accords volontaires, transfert modal, développement de biocarburants...) sont évaluées dans ce chapitre.

Le dernier chapitre est un exercice de synthèse qui peut aider à la prise de décision. Sur base d'une consultation de parties prenantes et des informations présentées dans les sections précédentes, nous avons identifié les mesures les plus prometteuses. Finalement, l'intégration de tous les vols au départ et à l'arrivée de l'UE dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission apparaît comme la mesure à privilégier. La mise en place de redevances de route représente néanmoins une alternative intéressante. Une taxe sur les billets d'avion n'est pas un instrument intéressant. Bien que ne contribuant pas à l'internalisation des coûts environnementaux, des mesures opérationnelles, des accords volontaires, le soutien de la recherche de technologies plus propres et des investissements en infrastructures fluviale et ferroviaire sont d'autres instruments complémentaires à développer. L'encadrement réglementaire des programmes de compensation de CO<sub>2</sub> volontaires pourrait devenir si nécessaire si ces programmes se développaient davantage et devenaient un argument commercial.

# SAMENVATTING

Luchtvervoer heeft de laatste decennia een spectaculaire groei gekend en heeft een positieve invloed op de economische ontwikkeling. De luchtvaart draagt helaas ook bij tot klimaatverandering. Als gevolg van de groei van de sector stijgt eveneens invloed van de luchtvaart op het klimaat. Terwijl de totale EU emissies die onder het Kyoto Protocol vallen in de periode 1990-2004 met 4,8% daalden, zijn in de EU de broeikasgasemissies van de internationale luchtvaart met 86% gestegen.

Deze thesis stelt zich tot doel om de verschillende beleidsmaatregelen ter vermindering van luchtvaartemissies in een post-Kyoto regime - in het bijzonder door middel van de internalisering van de milieukosten van luchtvaartemissies - te beschrijven, te analyseren en te ordenen.

Na een korte inleiding, geeft het tweede hoofdstuk een gedetailleerde beschrijving van de problematiek. De verschillende wetenschappelijke (emissies van kooldioxide en stikstofdioxide, condensatiesporen en cirruswolken, invloed van de kruishoogte, invloed van de seizoenen,...), economische (de invloed van de luchtvaartsector op het BNP en de werkgelegenheid) en juridische (Kyoto Protocol, Europese wetgeving, ...) aspecten worden hier geanalyseerd. Hieruit blijkt ondermeer dat de invloed van de luchtvaart op het klimaat zo'n 2 tot 4 maal groter is dan de impact van haar CO<sub>2</sub>-emissies alleen en dat de emissies van het internationale luchtvervoer niet onder het Kyoto Protocol vallen.

Na een overzicht van de economische theorie en de principes van het milieurecht die samen voor een tussenkomst van de beleidsmaker pleiten, stellen we in het derde hoofdstuk een tiental maatregelen voor. De milieueffectiviteit en economische efficiëntie van deze fiscale en niet fiscale maatregelen (o.a. systeem van verhandelbare emissierechten, vrijwillig gesloten overeenkomsten, modal shift, ontwikkeling van biobrandstoffen...) worden in dit hoofdstuk geëvalueerd.

Het laatste hoofdstuk biedt een samenvattende analyse ter ondersteuning van de besluitvorming. Op basis van een raadpleging van de belanghebbende partijen en de informatie voorgesteld in de vorige onderdelen, hebben we de meeste interessante maatregelen geïdentificeerd. Uiteindelijk, blijkt de integratie van alle vluchten - zowel vanuit als naar de EU - in het Europese systeem van verhandelbare emissierechten als de meest belovende maatregel. Emissieheffingen op vluchtroutes vormen eveneens een interessante optie. Belastingen op vliegtuigtickets lijken minder aantrekkelijk. Hoewel zij niet noodzakelijk leiden tot de internalisering van de milieukosten van luchtvaartemissies, kan de ontwikkeling van volgende instrumenten een dienstige aanvulling betekenen: beter beheer van het luchtverkeer, vrijwillig gesloten overeenkomsten, steun aan onderzoek naar een schoner luchtvervoer en investeringen in spoor- en waterwegen. Het tot stand brengen van een reglementair kader ter regulering van vrijwillige CO<sub>2</sub> compensatieprogramma's zou noodzakelijk kunnen worden met de verdere ontwikkeling van dergelijk programma's voor commerciële doeleinden.

# ABSTRACT

Air transport has seen dramatic growth in the last decades and has a positive impact on economic development. However, aviation also contributes to climate change. As a result of the sector's growth, the climate impact of aviation is on the rise. Whilst the EU's total emissions covered by the Kyoto Protocol fell by 4.8% from 1990 to 2004, its greenhouse gas emissions from international aviation increased by 86%.

The purpose of this paper is to describe, analyse and grade several policy measures that could reduce emissions from aviation in a post-Kyoto regime, particularly through the internalisation of environmental costs.

After a brief introduction, the second chapter describes the issue in details. Scientific (carbon oxide and nitrogen oxide emissions, importance of cruise altitude, importance of season...), economical (impact of aviation on GDP/employment) and legal aspects (Kyoto Protocol, European law) are analysed here. It appears that the total impact of aviation is about 2 to 4 times greater than the effect stemming from CO<sub>2</sub> emissions alone and that greenhouse gas emissions from international air transport are not covered under Kyoto Protocol.

In the third chapter, after an overview of the economic theory and principles of environmental law, that, taken together, call for regulation, we explain a dozen of policy measures. The environmental effectiveness and economic efficiency of these fiscal and non-fiscal measures (emission trading scheme, voluntary agreements, modal shift, development of biofuels...) are assessed in this chapter.

The last chapter is aimed at helping the decision-making process. On the basis of a consultation of stakeholders and the information introduced in the previous sections, we identify the most promising measures. Finally, it appears that including all flights arriving to as well as departing from EU airports is the best option. En route or emission charges are also a promising way to address the climate impact of aviation. Airline ticket taxes do not appear as an interesting instrument. Although not addressing the internalisation of environmental costs, operational measures, voluntary agreements, support of research into cleaner air transport, investments in rail and waterways are interesting complementary measures. Framing voluntary carbon offset programmes may become necessary if they expand for commercial purposes.

# TABLE DES MATIERES

<b>I</b>	<b>Méthodologie et objectifs .....</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>La Problématique.....</b>	<b>2</b>
<b>II.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>II.2</b>	<b>Effet de serre et changements climatiques .....</b>	<b>6</b>
II.2.1	Description du phénomène physique .....	6
II.2.2	L'influence anthropique .....	6
II.2.3	Identification et comparaison des différents GES.....	7
II.2.4	Conséquences du changement climatique .....	8
II.2.5	Perception de l'opinion publique .....	10
<b>II.3</b>	<b>L'impact climatique du secteur aérien .....</b>	<b>11</b>
II.3.1	Influence de l'altitude.....	11
II.3.2	Les émissions de CO <sub>2</sub> (+).....	12
II.3.3	Les émissions de NO <sub>x</sub> (+).....	12
II.3.4	Les particules de sulfate (-).....	13
II.3.5	L'émission de suies (+) .....	13
II.3.6	Les traînées de condensation et la couverture de cirrus (+) .....	13
II.3.7	L'impact des avions supersoniques.....	15
II.3.8	L'impact climatique global du secteur aérien.....	15
II.3.9	Synthèse : le modèle DPSIR.....	16
<b>II.4</b>	<b>L'impact du secteur aérien dans l'économie mondiale.....</b>	<b>17</b>
II.4.1	Emplois et secteur aérien.....	17
II.4.2	Poids économique du secteur aérien .....	18
<b>II.5</b>	<b>Le cadre institutionnel de la lutte contre les CC .....</b>	<b>19</b>
II.5.1	Les Nations-Unies .....	19
II.5.2	L'Union Européenne .....	20
II.5.3	La Belgique.....	27
<b>II.6</b>	<b>Le cadre juridique de la navigation aérienne civile .....</b>	<b>29</b>
II.6.1	La Convention de Chicago .....	29
II.6.2	Le Comité pour l'Aviation et la Protection de l'Environnement.....	29
<b>III</b>	<b>Les instruments politiques .....</b>	<b>32</b>
<b>III.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>32</b>
III.1.1	Légitimité de l'intervention du pouvoir politique.....	32

III.1.2	Les imperfections du marché.....	32
III.1.3	Le droit comme vecteur de légitimation.....	36
III.1.4	Perspectives .....	38
<b>III.2</b>	<b>Les normes.....</b>	<b>40</b>
III.2.1	Principe.....	40
III.2.2	Efficacité environnementale .....	41
III.2.3	Efficacité économique.....	42
III.2.4	Obstacles à l'implémentation.....	43
III.2.5	Analyse .....	44
<b>III.3</b>	<b>Redevances de route.....</b>	<b>46</b>
III.3.1	Principe.....	46
III.3.2	Efficacité environnementale .....	46
III.3.3	Efficacité économique.....	46
III.3.4	Obstacles à l'implémentation.....	47
III.3.5	Analyse .....	47
<b>III.4</b>	<b>Redevances d'atterrissage.....</b>	<b>48</b>
III.4.1	Principe.....	48
III.4.2	Efficacité environnementale .....	48
III.4.3	Efficacité économique.....	48
III.4.4	Obstacles à l'implémentation.....	49
III.4.5	Analyse .....	49
<b>III.5</b>	<b>Taxation du kérosène .....</b>	<b>50</b>
III.5.1	Principe.....	50
III.5.2	Efficacité environnementale .....	50
III.5.3	Efficacité économique.....	51
III.5.4	Obstacles à l'implémentation.....	52
III.5.5	Analyse .....	53
<b>III.6</b>	<b>Taxation des billets.....</b>	<b>55</b>
III.6.1	Principe.....	55
III.6.2	Analyse .....	55
<b>III.7</b>	<b>Marché de droits d'émissions .....</b>	<b>57</b>
III.7.1	Principe.....	57
III.7.2	Efficacité environnementale .....	66
III.7.3	Efficacité économique.....	67
III.7.4	Obstacles à l'implémentation.....	68

III.7.5	Analyse .....	71
<b>III.8</b>	<b>Programme de compensation (<i>Carbon offset</i>) .....</b>	<b>73</b>
III.8.1	Principe.....	73
III.8.2	Efficacité environnementale .....	74
III.8.3	Efficacité économique.....	74
III.8.4	Obstacles à l'implémentation.....	75
III.8.5	Analyse .....	75
<b>III.9</b>	<b>Utilisation de biocarburants .....</b>	<b>76</b>
III.9.1	Principe.....	76
III.9.2	Efficacité environnementale .....	78
III.9.3	Efficacité économique.....	78
III.9.4	Obstacles à l'implémentation.....	79
III.9.5	Analyse .....	79
<b>III.10</b>	<b>Accords volontaires .....</b>	<b>80</b>
III.10.1	Principe.....	80
III.10.2	Efficacité environnementale .....	81
III.10.3	Efficacité économique.....	81
III.10.4	Obstacles à l'implémentation.....	81
III.10.5	Analyse .....	82
<b>III.11</b>	<b>Politique de Recherche &amp; Développement .....</b>	<b>83</b>
III.11.1	Principe.....	83
III.11.2	Efficacité environnementale .....	84
III.11.3	Efficacité économique.....	84
III.11.4	Obstacles à l'implémentation.....	85
III.11.5	Analyse .....	85
<b>III.12</b>	<b>Transfert modal.....</b>	<b>86</b>
III.12.1	Principe.....	86
III.12.2	Efficacité environnementale .....	86
III.12.3	Efficacité économique.....	87
III.12.4	Obstacles à l'implémentation.....	87
III.12.5	Analyse .....	87
<b>IV</b>	<b>Les choix politiques .....</b>	<b>89</b>
<b>IV.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>89</b>
<b>IV.2</b>	<b>Résultats de la consultation.....</b>	<b>90</b>
IV.2.1	Présentation du questionnaire et taux de participation.....	90

IV.2.2	Analyse de la première partie du questionnaire .....	91
IV.2.3	Analyse de la seconde partie du questionnaire .....	97
<b>IV.3</b>	<b>Synthèse .....</b>	<b>101</b>
IV.3.1	Complémentarité entre les différentes mesures .....	101
IV.3.2	Classement des différentes mesures .....	102
IV.3.3	Autres mesures et perspectives .....	104
<b>V</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>106</b>
<b>VI</b>	<b>Bibliographie .....</b>	<b>108</b>
VI.1	Articles académiques, études, ouvrages et textes officiels .....	108
VI.2	Articles et communiqués de presse .....	115

# LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Evolution des émissions de CO <sub>2</sub> dans l'UE (objectif).....	4
Figure 2 : Effet de serre.....	6
Figure 3 : Impact climatique (CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , H <sub>2</sub> O) en fonction de l'altitude .....	12
Figure 4 : Le modèle DPSIR appliqué à l'impact de l'aviation internationale sur le climat .....	17
Figure 5 : Coût marginal de la lutte en 2010 contre le CO <sub>2</sub> (euros/tonne, prix de 1990).....	22
Figure 6 : Indicateur distance to target pour les Etats membres en 2003 (en %) .....	22
Figure 7 : Externalités négatives à la consommation.....	34
Figure 8 : Externalités négatives à la production.....	35
Figure 9 : Evolution de la consommation par passager-kilomètre-transporté.....	83
Figure 10 : Méthode d'évaluation consultative ex-ante (Delphi) .....	89
Figure 11 : répartition des participants par catégorie.....	91
Figure 12 : Inclusion du transport aérien dans l'effort de lutte contre le CC.....	92
Figure 13 : Internalisation des coûts externes.....	92
Figure 14 : Incitants économiques .....	93
Figure 15 : Efficacité des instruments économiques.....	94
Figure 16 : Entité(s) dans le SCEQE.....	96
Figure 17 : Surveillance et rapportage des émissions de CO <sub>2</sub> ? .....	97
Figure 18 : Autres instruments politiques .....	98
Figure 19 : Système séparé pour l'aviation .....	99
Figure 20 : Autres secteurs (1).....	99
Figure 21 : Benchmarking .....	100
Figure 22 : Vente de quotas aux enchères .....	100

# LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Pouvoir radiatif global des principaux GES.....	8
Tableau 2 : Connaissance du changement climatique en Belgique .....	11
Tableau 3 : Emplois et PNB induits par l'aviation en Europe (2004) .....	19
Tableau 4 : Partage de la « bulle » européenne .....	21
Tableau 5 : Effets d'une norme et d'une redevance sur les émissions.....	41
Tableau 6 : Effets d'une norme et d'une redevance sur les TKP et l'emploi.....	43
Tableau 7 : Recettes fiscales d'une norme et d'une redevance .....	43
Tableau 8 : Impact du prix du pétrole et d'une nouvelle taxe sur le prix et la demande .....	51
Tableau 9 : Eléments clés d'un système de quotas d'émissions pour le secteur aérien.....	64
Tableau 10 : Aperçu des 3 options étudiées par CE Delft.....	66
Tableau 11 : Réduction des émissions .....	67
Tableau 12 : Effet par rapport à un scénario <i>business as usual</i> en 2012.....	67
Tableau 13 : Hausse du prix du billet (en €) en 2012 pour un ticket A/R.....	67
Tableau 14 : Mécanismes de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat à CT/MT .....	94
Tableau 15 : Mécanismes de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat à LT .....	95
Tableau 16 : Distorsion de concurrence .....	95
Tableau 17 : Catégorisation des différentes mesures .....	102
Tableau 18 : Classement des mesures économiques (perspective UE).....	103

# LISTE DES ABREVIATIONS

AAU	<i>Assigned Amount Unit</i> (voir UQA)
ATAG	<i>Air Transport Action Group</i>
BA	<i>British Airways</i>
CAEP	<i>Committee on Aviation Environmental Protection</i>
CCPIE	Comité de Coordination de la Politique Internationale de l'Environnement
CDM	<i>Clean Development Mechanism</i> (voir MDP)
CER	<i>Certified Emission Reduction</i>
CFDD	Conseil Fédéral du Développement Durable
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations-Unies sur les Changements Climatiques
COP	<i>Conference of the Parties of the UNFCCC</i>
CWEDD	Conseil wallon de l'environnement pour le développement durable
Defra	<i>Department for Environment, Food and Rural Affairs</i>
Dft	<i>Department for Transport</i>
DPSIR	<i>Driver, Pressure, State, Impact, Response</i>
ECCP	<i>European Climate Change Programme</i>
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ERU	<i>Emission Reduction Unit</i>
EUA	<i>European Union Allowance</i>
<i>EU ETS</i>	<i>European Union Emission Trading Scheme</i> (voir SCEQE)
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GWP	<i>Global Warming Potential</i> (voir PRG)
HSCT	<i>High-Speed Civil Transport</i>
IACA	<i>International Air Carrier Association</i>
IATA	<i>International Air Transport Association</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> (voir OACI)
IETA	<i>International Emission Trading Association</i>
IEW	Inter-environnement Wallonie
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
JI	<i>Join Implementation</i> (voir MOC)
J.O.	Journal Officiel
LTO	Landing Take-Off
MB	Moniteur belge
MDP	Mécanisme pour un Développement Propre
Minaraad	Milieu- en Natuurraad van Vlaanderen
MOC	Mise en Oeuvre Conjointe
OACI	Organisation de l'Aviation Civile Internationale
OEF	<i>Oxford Economic Forecasting</i>
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
ONG	Organisation non-gouvernementale
PNB	Produit National Brut
PRG	Pouvoir de Réchauffement Global
PSI	<i>Performance Standard Incentives</i>

RTK	<i>Revenue Tonne Kilometres (voir TKP)</i>
SCEQE	Système communautaire d'échange de quotas d'émission
SPF	Service Public Fédéral
TGV	Turbine Gaz Vapeur
TKP	Tonne Kilomètre Payante
TTC	Toutes Taxes Comprises
UE	Union européenne
UQA	Unités de Quantités Attribuées
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change (voir CCNUCC)</i>

# I Méthodologie et objectifs

## ***Un travail interdisciplinaire de vulgarisation pouvant aider à la prise de décision***

Ce mémoire est réalisé dans le cadre d'un programme interdisciplinaire de 3<sup>ème</sup> cycle en gestion de l'environnement. L'objet de ce travail est d'établir un état des lieux sur la question de la prise en compte des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation internationale dans un régime post-Kyoto.

L'objectif de ce travail consiste donc à traiter de façon interdisciplinaire une question à l'agenda politique : l'établissement d'un régime politique visant la réduction de l'impact de l'aviation sur le climat.

S'il est aujourd'hui prouvé scientifiquement que l'aviation contribue au réchauffement climatique, nous verrons que la quantification de ce phénomène et les mesures à prendre pour l'atténuer sont encore l'objet de virulents débats dans les différentes sphères de la société (monde académique, monde politique, monde associatif, monde des entreprises).

Avant de présenter et évaluer les différentes mesures possibles, nous commencerons par vulgariser une thématique complexe qui implique des disciplines aussi variées que la chimie de l'atmosphère, l'économie, le droit mais aussi les aspects psychologiques ou sociopolitiques qui influencent les positions des différents acteurs. Ce travail de vulgarisation se fera autant que possible à partir de sources de premières mains ou de sources communément utilisées par les climatologues ou décideurs internationaux (rapport du GIEC ou revues scientifiques avec comité de lecture). Des références seront aussi faites aux derniers développements politiques (rapports de la Commission européenne, rapports de l'OACI et prises de position des groupes de pression).

Une fois le décor établi, le lecteur aura les cartes en mains pour juger de la question. Nous argumenterons alors en faveur de l'intervention politique pour favoriser l'internalisation des externalités environnementales (essentiellement climatiques) du secteur aérien et développerons les différents instruments à la disposition du pouvoir politique. Au vu de l'actualité politique européenne et du régime climatique déjà en place au niveau international (protocole de Kyoto), la mise en place d'un système d'échange de droits d'émissions impliquant le secteur aérien recevra une attention particulière.

Dans la dernière partie, nous discuterons des avantages et inconvénients des différentes options, et de leur éventuelle complémentarité. En particulier, nous consulterons les avis des experts d'un groupe multipartite *ad hoc* établi dans le cadre du projet *ABC Impacts – Aviation and the Belgian Climate Policy: Integration Options and Impacts*<sup>1</sup>. Les opinions ainsi formulées nous assisteront dans la rédaction de la synthèse des différentes options politiques.

---

<sup>1</sup> Ce programme de recherche est mené par une équipe scientifique interdisciplinaire, et financé par la politique scientifique fédérale (programme de recherche « La science pour un développement durable » 2005-2009)

# II La Problématique

## II.1 Introduction

### *Une croissance exponentielle dans une atmosphère finie*

La problématique des émissions de gaz à effet de serre par l'aviation civile a été étudiée en détails dans un rapport du *Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat*<sup>2</sup>, institution de référence sur les aspects scientifiques de la question climatique. Publié en 1999, ce rapport sur *l'aviation et l'atmosphère planétaire*<sup>3</sup>, écrit à la demande de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), fait un état des lieux des connaissances scientifiques sur le sujet. Le résumé du rapport constatait un développement rapide du secteur, nettement supérieur à la croissance de l'économie mondiale<sup>4</sup> (avec des émissions augmentant de plus de 40% entre 1990 et 2000). Cette croissance élevée et continue du trafic aérien est un élément central du problème<sup>5</sup>. Car si l'aviation civile représentait environ 3,5% du *forçage radiatif*<sup>6</sup> imputable aux activités humaines en 1992, des scénarii du GIEC indiquent que la part du transport aérien pourrait atteindre dans les pays développés 20 à 30 % des émissions d'origine anthropique en 2050. De marginal, l'impact relatif du transport aérien deviendrait alors très important.

Les données les plus récentes ne contredisent pas les prévisions de 1999. Dans l'Union européenne, les derniers chiffres publiés indiquent que les émissions de gaz à effet de serre (GES) dues au trafic aérien international ont augmenté de 86% entre 1990 et 2004, passant de 61,3 à 114,3 Mt CO<sub>2</sub> alors que, dans ce temps, les émissions totales de l'UE reprises dans les inventaires nationaux, qui ne comptabilisent pas les émissions du transport aérien international,

---

<sup>2</sup> Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'évolution du Climat (en anglais, IPCC pour Inter-governmental Panel on Climate Change) est une organisation qui a été mise en place en 1988, à la demande du G7, par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM) et le Programme pour l'Environnement des Nations-Unies. Le rôle du GIEC est "*d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme*". Il ne s'agit donc pas d'un laboratoire de recherche, mais d'un organisme où l'on expertise et synthétise des travaux de recherche menés dans les laboratoires du monde entier. Tout chercheur travaillant dans un domaine impliqué, même quelqu'un qui remettrait en cause l'influence de l'homme sur le climat, peut demander à ce que ses travaux soient étudiés dans le cadre des procédures d'expertise organisées par le GIEC. A ce jour, toutes les publications officielles du GIEC ont été approuvées à l'unanimité par les pays représentés dans l'assemblée du GIEC. Pour plus de détails sur le GIEC, voir Shackley, S. (1997), "Institutions for global environmental change : The IPCC", *Global Environmental Change*, Vol. 7, n°1, pp. 77-79.

<sup>3</sup> IPCC (1999), *Aviation and the Global Atmosphere*, Cambridge University Press, Cambridge.

Rapport disponible sur Internet : <http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/>

<sup>4</sup> « *L'aviation a connu une expansion rapide en parallèle avec la croissance de l'économie mondiale. Le trafic de passagers (exprimé en passagers-kilomètres payants) a augmenté depuis 1960 de près de 9 pour cent par an, 2,4 fois le taux de croissance moyen du Produit intérieur brut (PIB). (...) Les émissions totales de l'aviation ont augmenté, car la demande accrue de transport aérien a progressé plus vite que les réductions dans les émissions spécifiques dues à des améliorations constantes de la technologie et des procédures opérationnelles.* » in Rapport spécial du GIEC (1999), *L'aviation et l'atmosphère planétaire - Résumé à l'intention des décideurs*. La période évaluée dans ce rapport va jusqu'à l'horizon 2050.

<sup>5</sup> Sur les projections de la consommation de carburant par l'aviation civile, voir notamment Olsthoorn, X. (2001), "Carbon dioxide emissions from international aviation : 1950-2050", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 7, pp. 87-93

<sup>6</sup> Le forçage radiatif donne une indication de l'ampleur d'un mécanisme de changement potentiel du climat. Il exprime la perturbation ou le changement dans l'équilibre énergétique du système atmosphérique de la terre, en watts par mètre carré (W.m<sup>-2</sup>). Des valeurs positives de forçage radiatif sous-entendent un réchauffement net, des valeurs négatives un refroidissement.

ont diminué de 0,6%<sup>7</sup> (passant de 4.252 à 4.227 MteCO<sub>2</sub><sup>8</sup>). Le développement de l'aviation civile risque donc de réduire à néant le bénéfice des réductions d'émissions réalisées par les autres secteurs d'activités pour lutter contre les changements climatiques.

Or, le risque climatique, dont les prémices se ressentent déjà aujourd'hui, représente une véritable épée de Damoclès pour le développement humain<sup>9</sup>. Les concentrations de gaz à effets de serre ont sensiblement augmenté depuis la révolution industrielle et cette augmentation est en grande partie imputable à la combustion d'énergies fossiles par l'homme. Face à ce risque, la communauté internationale a commencé à s'organiser en adoptant, lors du Sommet de la Terre à Rio (1992), la Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dont l'objectif ultime est de « *stabiliser (...) les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique.* »<sup>10</sup> Souvent critiqué<sup>11</sup>, le protocole à la convention, signé à Kyoto en décembre 1997, est aujourd'hui le seul accord fixant des objectifs chiffrés en matière de maîtrise des émissions de GES.

Pour atteindre l'objectif de stabilisation évoqué dans la CCNUCC, les Etats membres de l'UE ont officiellement convenu qu'il fallait limiter à 2°C au maximum l'augmentation de la température mondiale par rapport au niveau préindustriel. Dans le 6<sup>ème</sup> programme-cadre communautaire pour l'environnement, il est précisé que cela exigera probablement de réduire d'au moins 70% les émissions de CO<sub>2</sub> à long-terme. En mars 2005, se basant sur les simulations des climatologues, le Conseil européen a conclu « *qu'il conviendrait d'envisager pour le groupe des pays développés des profils de réduction de l'ordre de 60 à 80% d'ici à 2050 par rapport aux valeurs de référence prévues dans le protocole de Kyoto.* [c'est-à-dire par rapport aux émissions de 1990] »<sup>12</sup>.

En considérant que le secteur aérien poursuive sa croissance et reste exclu des réglementations des émissions (scénario « *business as usual* »), on constate que l'effort de réduction des autres secteurs, serait en grande partie compromis par les émissions dues à l'aviation. Un calcul rapide indique même que les autres secteurs devraient fournir un effort de réduction de 86% pour atteindre la réduction globale de 60% précitée<sup>13</sup>. Le graphique ci-dessous, qui a le défaut

---

<sup>7</sup> European Environment Agency (2006), Technical report, *Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2004 and inventory report 2006 – Submission to the UNFCCC Secretariat*, Version 7 June 2006

<sup>8</sup> On constate cependant une hausse des émissions de l'UE-15 de 1,7%, ou 72 Mte CO<sub>2</sub> entre 2002 et 2004. En prenant en compte, les nouveaux Etats membres, la baisse des émissions globales de 1990 à 2004 est de 4,8%.

<sup>9</sup> La classification du risque climatique comme risque de type "Damoclès", c'est-à-dire un risque en suspens de grande ampleur potentielle provient de Klinke, A. and O. Renn (2001), "Precautionary principle and discursive strategies ; classifying and managing risks", *Journal of Risk Research* 4 (2), pp. 159-173

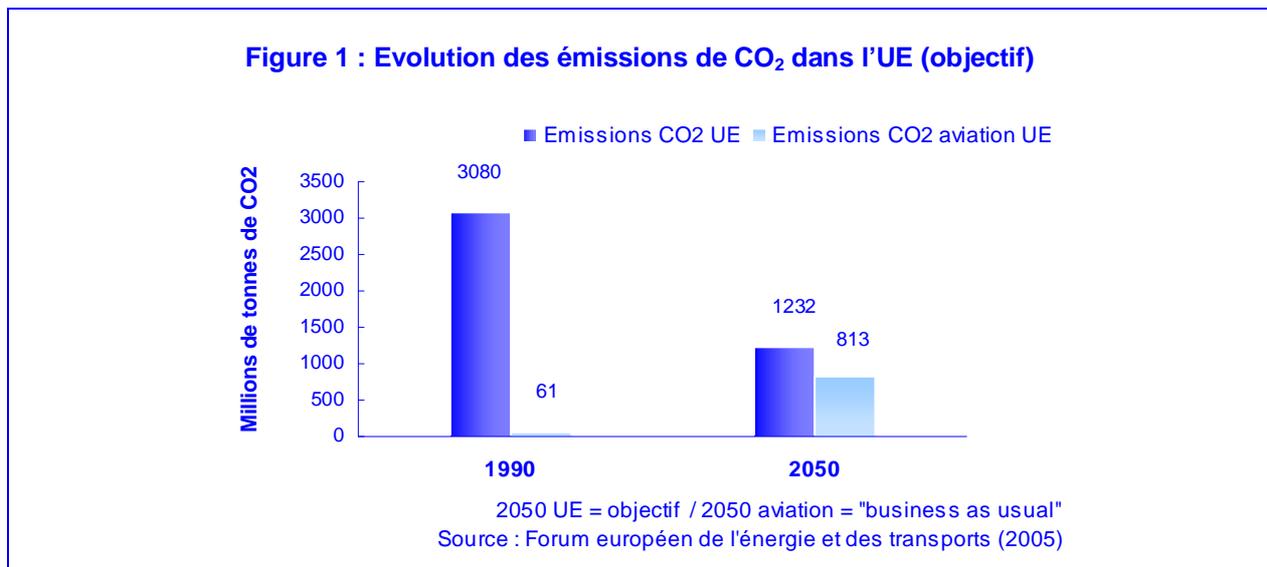
<sup>10</sup> Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (New-York, 9 mai 1992), article 1<sup>er</sup>.

<sup>11</sup> Le Protocole de Kyoto est victime de nombreuses critiques : tantôt pour son manque d'ambition par certains écologistes, tantôt pour son impact sur la croissance économique par certains acteurs politiques ou économiques. Pour une analyse des critiques du protocole, voir Grubb, M. (2001), "The Seven Myths of Kyoto", *Climate Policy*, Vol.1, pp. 269-272. Voir aussi Bonduelle, A. (2001), "Les dix défauts du Protocole de Kyoto" in Yves Petit (ed.) (2002), *Le Protocole de Kyoto. Mise en œuvre et implications*, Presses Universitaires de Strasbourg, Strasbourg, pp. 71-84 ?

<sup>12</sup> Discours de Jean-Claude Juncker sur le bilan des résultats du Conseil européen des 22 et 23 mars 2005 devant le Parlement européen. Remarque : créé en 1974 et institutionnalisé par l'Acte Unique européen en 1986, le Conseil européen fixe les grandes orientations et donne les impulsions sur les sujets les plus importants. Il est composé des chefs d'Etat ou de Gouvernement des pays membres de l'Union européenne et du président de la Commission européenne.

<sup>13</sup> Forum Européen de l'Energie et des Transports (2005), *Transport aérien et changement climatique: Taxation du kérosène et autres solutions fondées sur le marché*. La création de ce Forum fut décidée le 11 juillet 2001 par la

de comparer des données de scénario *business as usual* (c'est-à-dire croissance soutenue du secteur) pour l'aviation avec un scénario ultra ambitieux (60% de baisse des émissions de GES en 2050) pour le reste de l'industrie est utilisé par les décideurs européens pour illustrer la nécessité de réglementer le secteur. Remarque : les chiffres utilisés dans la comparaison ci-dessous concerne uniquement les émissions de CO<sub>2</sub> (les 4.252 MteCO<sub>2</sub> cités plus haut comprennent les 6 GES pris en considération dans le protocole de Kyoto).



Compte tenu de la part relativement faible aujourd'hui de l'aviation dans le total des émissions de GES, le secteur aérien considère généralement que les décideurs devraient résoudre le problème climatique en concentrant leur attention sur d'autres secteurs d'activités<sup>14</sup>. Cette demande de laissez-faire est en partie imputable au protocole de Kyoto qui, en différant l'inclusion des émissions des vols internationaux dans les inventaires d'émissions nationaux, donne un mauvais signal au secteur<sup>15</sup>. Même si le principe de l'inclusion de l'aviation civile internationale dans un système d'échange de quotas d'émissions a été adopté à l'unanimité par l'assemblée de l'OACI en 2001 et réaffirmé en 2004, les travaux de cette organisation ont révélé les difficultés d'un accord sur la mise en place au niveau international de mesures concrètes venant notamment de pays qui n'ont pas ratifié le protocole de Kyoto ou sont hors de son champ d'application.

Ces réticences du secteur sont parfois justifiées par les caractéristiques de l'activité. En particulier, les difficultés économiques récentes du secteur<sup>16</sup> et les bénéfices sociaux et culturels d'une activité qui développe les échanges entre les peuples, les pays et les continents

---

Commission européenne. Il s'agit d'un comité consultatif composé de personnalités représentant un large éventail de secteurs et d'activités dans les domaines de l'énergie et des transports.

<sup>14</sup> Grayling, T. (2003), "Is the sky limit?", *New Economy*, pp. 172-175

<sup>15</sup> Remarquons que la non-prise en compte du transport aérien fut l'objet du "poisson d'avril" de la principale association de défense de l'environnement en Belgique francophone, lequel recommandait l'usage de l'avion à la place des autres modes de transport afin que la Belgique puisse atteindre son objectif de réduction de gaz à effet de serre selon Kyoto. Voir Inter Environnement Wallonie, Communiqué de presse, "Protocole de Kyoto : IEW recommande l'utilisation massive du transport aérien de proximité", 1<sup>er</sup> avril 2004

<sup>16</sup> Les attentats du 11 septembre et la hausse du prix du pétrole sont deux facteurs qui expliquent ces difficultés récentes.

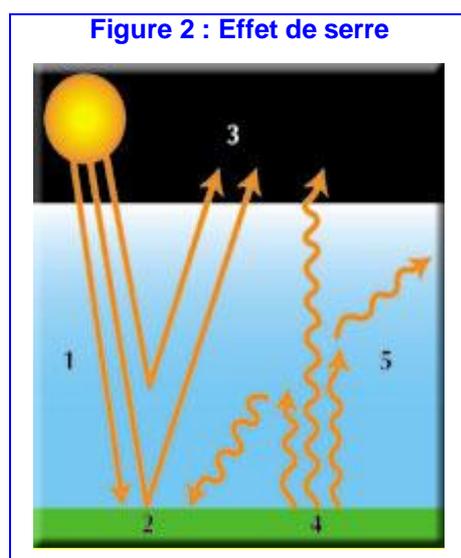
sont souvent invoqués. Toutefois, ces arguments ne devraient pas dispenser ce secteur de rechercher des moyens afin de maîtriser ses émissions. Faute de quoi de très fortes contraintes viendraient ultérieurement peser sur son développement. L'augmentation du prix du pétrole est un autre élément qui devrait inciter le secteur à collaborer à des systèmes de réduction de ses émissions.

## II.2 Effet de serre et changements climatiques

### *Un phénomène connu de longue date... aux conséquences incertaines*

#### II.2.1 Description du phénomène physique

L'effet de serre est un phénomène naturel qui maintient sur la Terre une température moyenne de 15°C, permettant ainsi à la vie d'exister. Il est provoqué par la présence naturelle de gaz, les gaz à effet de serre (GES), qui piègent dans l'atmosphère une partie de la chaleur émise par le soleil. Ci-dessous, un bref descriptif du phénomène naturel.



La chaleur sur terre provient du soleil (1). Cette chaleur est partiellement absorbée par la surface terrestre (2), mais une partie est réfléchiée dans l'espace (3). La chaleur absorbée par la surface est réémise vers l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges (IR) (4). Une partie de ces IR sont absorbés par des gaz particuliers, les gaz à effet de serre. Ces gaz sont très peu abondants, les plus répandus à l'état naturel étant la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et l'ozone<sup>17</sup>(5). Le rôle de ces gaz est comparable à celui d'une serre : les radiations lumineuses du soleil pénètrent dans l'atmosphère et les GES assurent que l'énergie reste à l'intérieur. Grâce à ce phénomène, la température moyenne de l'air à la surface de la terre est environ 30°C plus élevée (+ 15°C au lieu de -16°C).

#### II.2.2 L'influence anthropique

Le principal gaz à effet de serre est la vapeur d'eau. Mais si l'on se limite à l'effet de serre anthropique ou additionnel (parce qu'il se rajoute à l'effet de serre naturel), les émissions directes de vapeur d'eau n'ont pas d'impact. En effet, sur une planète couverte aux deux-tiers d'eau, et compte tenu du fait que l'eau ne s'accumule pas dans l'atmosphère où son temps de résidence est de l'ordre d'une semaine seulement, les émissions d'origine humaine ne sont pas suffisantes pour perturber le cycle global de l'eau<sup>18</sup>. Aussi, le gaz carbonique est la principale cause de l'effet de serre anthropique (il s'accumule 125 ans dans l'atmosphère ce qui signifie que les mesures prises seront freinées par un effet d'inertie important). Ce CO<sub>2</sub> "anthropique" provient essentiellement de la combustion d'énergies fossiles et de la déforestation. Le méthane (combustion des forêts, élevage des ruminants, culture du riz, exploitations gazières, décharges d'ordures, etc.), le protoxyde d'azote (le N<sub>2</sub>O se dégage des engrais et de certains procédés chimiques), les halocarbures (qui se retrouvent par exemple dans les gaz réfrigérants) et l'ozone troposphérique<sup>19</sup> (combustion d'hydrocarbures) sont les principales autres sources de l'effet de serre additionnel.

<sup>17</sup> Principaux gaz à effets de serre présents naturellement (mais dont la concentration peut être modifiée par l'activité humaine) : H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O et O<sub>3</sub>. Principaux gaz à effets de serre "industriels" (présents dans l'atmosphère exclusivement à cause d'activités humaines) : HFCs, PFCs et SF<sub>6</sub>.

<sup>18</sup> Jancovici, J-M. (2002), *L'avenir climatique : quel temps ferons nous?*, Seuil, Paris

<sup>19</sup> A distinguer de l'ozone stratosphérique qui forme la couche d'ozone et filtre les rayons UV.

Le développement des activités humaines, source des émissions des gaz susmentionnés, a ainsi sensiblement modifié la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Cette modification de la concentration est un phénomène identifié de longue date. En 1896, le chimiste Svante Arrhenius avait déjà constaté que la concentration en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère avait considérablement augmenté depuis le début de la révolution industrielle<sup>20</sup>. Comprenant que cette augmentation allait s'accroître parallèlement à la croissance de la consommation d'énergie fossile et connaissant le rôle du CO<sub>2</sub> dans la température terrestre<sup>21</sup>, le savant suédois avait conclu que si la concentration du dioxyde de carbone doublait, la température augmenterait de plusieurs degrés. Aujourd'hui, les concentrations en gaz à effets de serre sont plus élevées qu'à aucun autre instant durant les 450.000 dernières années et les projections du GIEC indiquent que ces concentrations vont s'intensifier<sup>22</sup>.

### II.2.3 Identification et comparaison des différents GES

Six gaz ou familles de gaz ont été identifiés comme responsables principaux de l'effet de serre anthropique : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC et SF<sub>6</sub>. Cet ensemble de gaz a été défini au cours de la négociation de la CCNUCC<sup>23</sup>. Cette liste de gaz n'est pas exhaustive par rapport à l'ensemble des phénomènes conduisant à l'effet de serre : certains gaz contrôlés par le protocole de Montréal (préservation de la couche d'ozone) sont aussi des gaz à effet de serre. Les gaz dont la production et la consommation sont contrôlées par le protocole de Montréal ne sont pas comptabilisés dans le Protocole de Kyoto (protocole à la CCNUCC).

Parmi ces six gaz ou familles de gaz, les avions émettent uniquement du CO<sub>2</sub>. Les émissions du secteur aérien sont cependant à l'origine d'autres polluants ayant un impact sur le changement climatique (voir infra).

Afin de pouvoir comparer l'impact des différents gaz à effet de serre, on utilise la notion de pouvoir de réchauffement global (PRG). Le PRG se définit comme le forçage radiatif, c'est-à-dire la puissance radiative que le gaz à effet de serre renvoie vers le sol, cumulé sur une durée qui est généralement fixée à 100 ans. Cette valeur ne se mesure pas dans l'absolu, mais relativement à une masse donnée de CO<sub>2</sub>. Il importe cependant de noter qu'il existe des zones de recouvrement entre les différents gaz à effet de serre : plusieurs d'entre eux (notamment le méthane et le protoxyde d'azote) absorbent les mêmes longueurs d'onde, ce qui fait que l'effet d'un supplément d'un des gaz n'est pas indépendant de la proportion des autres gaz déjà présents dans l'atmosphère. Notons également que le temps de résidence d'un gaz dans l'atmosphère dépend des conditions du moment : si les puits absorbant le gaz carbonique saturent, sa durée de séjour dans l'air augmentera. Ci-dessous les PRG des principaux GES :

---

<sup>20</sup> Voir Arrhenius, S. (1896), "On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground", *Philosophical Magazine*, Vol. 41, pp. 237-276

<sup>21</sup> Ce phénomène était connu depuis la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle. L'effet de serre naturel a été décrit pour la première fois in Fourier, J. (1824), "Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires", *Annales de chimie et de physique*, Vol. 27, pp. 136-167. C'est également Joseph Fourier qui donna le nom "effet de serre" à ce phénomène. Le rôle de la vapeur d'eau et du gaz carbonique dans ce phénomène fût mis en évidence par Claude Pouillet en 1838 ( in Pouillet, C., "Mémoire sur la chaleur solaire", *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Vol. 7, pp. 24-65) .

<sup>22</sup> IPCC (2001), *Climate Change 2001: Synthesis Report*, IPCC, Genève.

<sup>23</sup> Acronyme anglais = UNFCCC. Voir le site <http://www.unfccc.int> pour plus de renseignements sur ce cadre réglementaire.

Tableau 1 : Pouvoir radiatif global des principaux GES		
Gaz	Formule	PRG relatif / CO <sub>2</sub> (à 100 ans)
Gaz carbonique	CO <sub>2</sub>	1
Méthane	CH <sub>4</sub>	23
Protoxyde d'azote	N <sub>2</sub> O	298
Perfluorocarbures (PFC)	C <sub>n</sub> F <sub>2n+2</sub>	6.500 à 8.700
Hydrofluorocarbures (HFC)	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub> F <sub>p</sub>	140 à 11.700
Hexafluorure de soufre	SF <sub>6</sub>	23.900
Source : GIEC (2001)		

## II.2.4 Conséquences du changement climatique

### II.2.4.1 Impact sur l'environnement et la santé humaine

Les changements climatiques en cours, notamment les hausses de température, ont déjà influé de nombreux systèmes physiques. La communauté scientifique reconnaît la vulnérabilité face à ces changements de nombreux systèmes uniques en leur genre (par exemple, glaciers<sup>24</sup>, récifs de corail et atolls<sup>25</sup>, mangrove, forêts boréales et tropicales, écosystèmes polaires et alpins, zones humides de la prairie et herbages aborigènes résiduels). En outre, les scientifiques prévoient que les changements climatiques vont menacer certaines espèces d'un plus grand risque d'extinction. Par exemple, une étude publiée par *Nature* en janvier 2004 suggère qu'un réchauffement de 1,8 à 2°C entre 1990 et 2050 pourrait conduire à la suppression d'un quart des espèces vivantes en 2050<sup>26</sup>. Les changements de fréquence, d'intensité et de persistance des phénomènes extrêmes (par exemple, vagues de chaleur, fortes précipitations, et sécheresse<sup>27</sup>) et variables climatologiques (par exemple, El Niño/Oscillation australe) sont des facteurs qui détermineront l'impact futur<sup>28</sup>. La hausse globale des températures provoquera une montée du niveau de la mer qui menacera les zones côtières<sup>29</sup>. La montée du niveau des eaux sera particulièrement problématique pour les petits états insulaires<sup>30</sup>.

La multiplication des phénomènes climatiques extrêmes - vagues de chaleur, inondations, tempêtes et sécheresses - ont un impact négatif sur la santé humaine<sup>31</sup>. En Europe, la vague de

<sup>24</sup> Les suivis par imagerie satellite des glaciers indiquent une diminution de leur taille, perceptible sur des échelles de temps très courtes (décennie). Voir Silviero, W. and J.M.Jaquet, (2005), "Glacial cover mapping (1987-1996) of the Cordillera Blanca (Peru) using satellite imagery", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 95, Issue 3, 15 April 2005, p. 342. Sur la fonte des glaces au Groenland, voir Gregory, J. M., Huybrechts, P., and S.C.B. Raper (2004), "Threatened loss of the Greenland ice sheet", *Nature*, Vol. 428, 8 April 2004, p. 616

<sup>25</sup> Sur les conséquences du réchauffement de la température de l'eau sur les récifs coralliens, voir Obura, D. O. (2005) "Resilience and climate: lessons from coral reefs and bleaching in the Western Indian Ocean", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 63, Issue 3, May 2005, p. 353

<sup>26</sup> Pounds, J.A. and R. Puschendorf (2004), "Clouded futures", *Nature*, Vol. 427, 8 January 2004, p. 107. Voir aussi dans le même numéro, Thomas, C.D. et al (2004), "Extinction risk from climate change", *Nature*, Vol. 427, 8 January 2004, pp. 145-148

<sup>27</sup> L'augmentation de ces phénomènes extrêmes est déjà enregistrée par les scientifiques. Voir Dore, M.H.I. (2005), "Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know?", *Environment International*, Vol. 31, p. 1167-1181

<sup>28</sup> IPCC (2001), *Climate Change 2001, the Scientific Basis. Summary for the policymakers and technical Summary of the Working Group I Report*, Cambridge University Press, Cambridge

<sup>29</sup> Voir par exemple Church, J.A., N.J. White and J. R. Hunter (2006), "Sea-level rise at tropical Pacific and Indian Ocean islands", *Global and Planetary Change*, article in press, available on line.

<sup>30</sup> L'*Alliance of Small Island States*, une organisation qui regroupe 43 petits états insulaires exerce un travail de sensibilisation important sur ce problème.

<sup>31</sup> Haines, A., R. S. Kovats, D Campbell-Lendrum and C. Corvalan (2006), "Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation", *The Lancet*, 24 June 2006

chaleur de l'été 2003<sup>32</sup> a provoqué des hausses sensibles de la mortalité, en particulier en France<sup>33</sup>. Des records de température ont à nouveau été dépassés en Belgique en juin et juillet 2006. Notons toutefois que globalement, le risque climatique aura plus d'impact dans les pays à faibles revenus, moins capables de prendre les mesures d'adaptation nécessaires<sup>34</sup>.

#### II.2.4.2 Impact économique et social

Etant donné l'ampleur potentielle des phénomènes évoqués ci-dessous, le changement climatique aura un impact économique et social conséquent. Toute la difficulté consiste à évaluer des phénomènes non-monétaires et incertains.

Pour chiffrer les dommages, les économistes doivent valoriser des objets non cotés sur un marché. Les évaluations monétaires de la biodiversité<sup>35</sup> et des écosystèmes<sup>36</sup> sont une des difficultés majeures de ce type d'analyse. En outre, ces évaluations doivent prendre en compte des problèmes éthiques tels que l'évaluation d'une vie humaine ou de la qualité de vie. Par exemple, pour évaluer les conséquences du changement climatique, les économistes doivent donner un prix aux pertes humaines que provoquerait une augmentation de la température ; or en utilisant les deux méthodes les plus classiques (la « willingness to pay » ou les revenus d'une vie), la valeur d'un habitant d'un pays annexe I du Protocole de Kyoto (pays développés) vaut plusieurs fois celle d'un habitant d'un pays en développement<sup>37</sup>. Ce type de problème est un frein à l'estimation des dommages du réchauffement climatique.

Un autre problème majeur qui frappe les analyses économiques est le choix du taux d'actualisation (en raison des taux d'intérêt, un euro en 2100 vaut nettement moins qu'un euro aujourd'hui<sup>38</sup>). En raison du choix des taux d'actualisation (souvent calqués sur les taux directeurs des banques centrales), un dommage très important prévu pour 2100 a peu de valeur économique aujourd'hui. On comprend ici un des écueils de la science économique classique : sa myopie dans le conseil des choix politiques à long terme.

Enfin, d'après l'économiste Nordhaus, spécialiste des évaluations monétaires du changement climatique, il y aurait une tendance inconsciente à identifier les coûts et ignorer les bénéfices lorsque l'on effectue ce type d'analyse<sup>39</sup>. Nordhaus illustre son raisonnement par des travaux entrepris au milieu des années 1970 au sujet de l'impact des vols dans la stratosphère sur le « refroidissement du climat » (*global cooling*) qu'induiraient ces vols. Ces études indiquaient

---

<sup>32</sup> Schär, C. and G. Jendritzky (2004), "Climate change: Hot news from summer 2003", *Nature*, Vol. 432, 2 December 2004, pp. 559-560

<sup>33</sup> Poumadère, M., C. Mays and S. Le Mer and R. Blong (2005), "The 2003 Heat Wave in France: Dangerous Climate Change Here and Now", *Risk Analysis*, Vol. 25, No 6

<sup>34</sup> M. Monirul Qader Mirza (2003), "Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt?", *Climate Policy*, Vol. 3, Issue 3, pp. 233-248

<sup>35</sup> Vivien, F.D. (2000), "Quel prix accorder à la biodiversité", *Problèmes économiques*, n°2687, pp. 20-24

<sup>36</sup> Farber, S.C., R. Costanza and M.A. Wilson (2002), "Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services", *Ecological Economics*, Vol. 41, pp. 375-392

<sup>37</sup> Spash, C. (2002), *Greenhouse Economics: Value and Ethics*, Routledge, London. Dans le chapitre 7, l'auteur discute des problèmes éthiques dus à l'estimation du prix d'une vie humaine et du prix de la biodiversité mais aussi des difficultés dans la définition d'une justice intergénérationnelle ou du choix du taux d'actualisation dans le cas du changement climatique.

<sup>38</sup> Des dégâts de 1 million d'euros dans 50 ans actualisés à un taux d'intérêt de 5% (ce qui est fréquent dans ce type de modélisations) ne représentent que 87.200 € aujourd'hui (car en plaçant cette somme à du 5% pendant 50 ans on obtient 1 million d'euros).

<sup>39</sup> Nordhaus, W. D. (1993), "Reflections on the Economics of Climate Change", *The Journal of Economics Perspectives*, Vol. 7, No 4, p. 17

qu'un refroidissement d'un degré aurait des coûts importants dans de nombreux domaines (agriculture, sylviculture, santé, consommation d'énergie, dépenses publiques...). Nordhaus constate que lorsque les économistes analysent aujourd'hui l'effet d'un réchauffement climatique dans ces domaines, ils ne calculent jamais les bénéfices potentiels.

Au niveau social, il existe peu d'études sur l'impact du réchauffement climatique. Toutefois, on comprend aisément que les difficultés de capacité d'adaptation des pays les plus pauvres vont accentuer le fossé qui sépare les nations nanties du reste du monde. La désertification, les inondations et la montée des eaux sont des phénomènes qui entraîneront le déplacement de populations (réfugiés environnementaux). Ces déplacements de populations sont peu propices au développement des pays concernés et s'accompagnent souvent de tensions géopolitiques et de crises sanitaires qui ont un impact sur la mortalité (guerres, famines, épidémies).

## II.2.5 Perception de l'opinion publique

### II.2.5.1 Perception du changement climatique

La perception de l'opinion publique est un élément important de la lutte contre le changement climatique. Si les mesures politiques actuelles sont essentiellement le résultat des cris d'alarmes de la communauté scientifique et relèvent d'une approche top-down, il serait dangereux de croire que les autorités puissent développer des systèmes de réglementation contraignants, coûteux et complexes sans le soutien de l'opinion publique. Les mesures qui devront être prises en matière de mobilité, chauffage et mode de consommation devront être comprises et soutenues par « monsieur tout le monde ».

Les médias ont un rôle à jouer dans cette vulgarisation de l'enjeu. Des psychologues ont par exemple montré l'impact des médias sur la perception des risques environnementaux<sup>40</sup>. Un article récent publié dans la revue *Nature*, insistait sur l'importance de la compréhension du public pour la réussite des programmes de lutte contre le réchauffement climatique<sup>41</sup>. Au niveau européen, la Commission a lancé le 29 mai 2006 une campagne de sensibilisation au changement climatique dans les 25 Etats membres. La campagne, qui insiste sur l'influence des comportements individuels, est intitulée « *Le changement climatique : vous pouvez le maîtriser* ».

Au niveau belge, la connaissance du phénomène est encore trop imparfaite. En 1998, une étude de Françoise Bartiaux, sociologue de l'UCL indiquait qu'un Belge sur deux ignorait que la terre se réchauffait<sup>42</sup>. Fin 2005, une enquête du journal *Le Soir* montrait que si le Belge était aujourd'hui inquiet du changement climatique, il restait peu enclin à reconnaître sa coresponsabilité<sup>43</sup>. Dans une étude publiée en 2006, on estime à 70% le nombre de Belges qui connaissent le phénomène. Des disparités existent selon le profil du répondant. On constate par exemple que les hommes sont globalement mieux informés que les femmes. On constate aussi que les personnes qui adoptent des comportements énergétiques économes (réduire le chauffage la nuit) sont mieux informés. Le lien entre information et attitude est cependant très complexe et le fait d'être informé sur le réchauffement climatique apparaît dès lors plus comme une condition nécessaire qu'une condition suffisante à un changement comportemental.

---

<sup>40</sup> Boer, H., J. Gutteling, R. Houwen en O., Wigman (1988), "Veiligheidsbeleving en massamedia. Milieurisico's in de Nederlandse dagbladpers en reacties van de lezers", *Nederlands Tijdschrift voor de psychologie*, 43, pp. 213-222

<sup>41</sup> Reay, D. S. (2004), "A Silent Spring for climate change?", *Nature*, Vol. 440, 2 December 2004, pp. 27-28

<sup>42</sup> *Le Soir*, "L'effet de serre laisse froid", 6 mai 2003 (l'article du *Soir* cite l'étude du Prof. Bartiaux)

<sup>43</sup> *Le Soir*, "Le climat laisse les Belges de glace", 21 décembre 2005

<b>Tableau 2 : Connaissance du changement climatique en Belgique</b>	
	Score moyen /10
Flandre	6,96
Wallonie	7,02
Bruxelles	7,11
<b>Total Belgique</b>	<b>7,00</b>
<b>Hommes</b>	7,29
<b>Femmes</b>	6,80
<b>Réduit le chauffage la nuit</b>	7,04
<b>Ne réduit pas le chauffage la nuit</b>	6,46
Source : Bartiaux, F. et al. (2006), Socio-technical factors influencing Residential Energy consumption (SEREC), Final Report, Jan. 2006	

### II.2.5.2 Perception du rôle du trafic aérien

La connaissance de l'effet néfaste de l'aviation sur l'environnement n'est pas aussi répandue que l'on pourrait s'imaginer<sup>44</sup>. Il y a bien entendu eu des articles dans la presse depuis quelques années mais le public au sens large semble encore ignorer cet impact. Une première étape dans un processus de réduction des émissions du secteur aérien pourrait donc consister en une campagne d'information. Toutefois il faut noter qu'une telle campagne ne serait sans doute pas suffisante. Une enquête a par exemple montré que les Allemands les plus conscientisés aux problèmes environnementaux sont également ceux qui voyagent le plus pour des motifs de loisirs<sup>45</sup>. L'information devrait donc être fournie en combinaison avec des propositions de changements d'attitudes (organisation de vidéoconférences, transfert modal pour les vols courtes distances, achat de crédits de compensation...)<sup>46</sup>.

## II.3 L'impact climatique du secteur aérien

### *Des phénomènes complexes aux effets contradictoires*

#### II.3.1 Influence de l'altitude

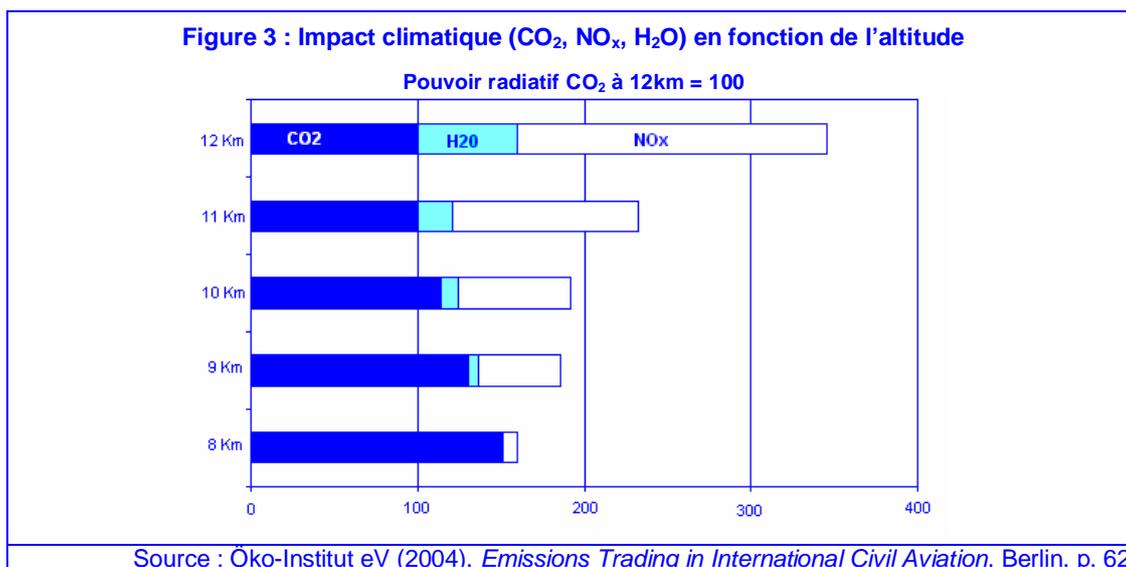
Une propriété unique des avions est qu'ils volent plusieurs kilomètres au dessus de la surface de la terre. Cette caractéristique est importante lorsque l'on sait que les effets de la plupart des émissions des avions dépendent fortement de l'altitude de croisière et en particulier du fait que l'avion vole dans la troposphère ou dans la stratosphère. Les effets sur l'atmosphère peuvent sensiblement varier par rapport aux effets des mêmes émissions au niveau du sol.

Le schéma qui suit illustre l'impact climatique en fonction de l'altitude. On constate que si l'impact augmente avec l'altitude, le pouvoir radiatif du seul CO<sub>2</sub> diminue en fonction de ce paramètre.

<sup>44</sup> Gössling, S. (2003), "The Importance of Aviation for Tourism", Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25

<sup>45</sup> Preisendörfer, P. (1998), "Umwelteinstellungen und Freizeitmobilität", *Tourismus Journal*, Vol. 2, No 4, pp. 441-456.

<sup>46</sup> Nilsson, M. and R. Küller (2000), "Travel behaviour and environmental concern", *Transportation Research*, D 5, pp. 211-234.



### II.3.2 Les émissions de CO<sub>2</sub> (+)

Le dioxyde de carbone a un temps de résidence important dans l'atmosphère (plus de 100 ans). Aussi, les émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'aviation vont se mélanger aux autres sources d'émissions de CO<sub>2</sub>. L'influence du secteur aérien dépendra de l'évolution de la quantité des émissions de dioxyde de carbone imputable à l'aviation. Selon un scénario du GIEC (2001, scénario B)<sup>47</sup>, on peut s'attendre à une augmentation de la concentration en gaz carbonique de l'ordre de 155 ppm entre 1990 et 2050. Les différents scénarii analysés par le GIEC (1999) en ce qui concerne l'impact du secteur aérien indiquent une augmentation de 5 à 13 ppm. L'aviation serait donc responsable de 3 à 8% de cette augmentation.

### II.3.3 Les émissions de NO<sub>x</sub> (+)

Les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub> principalement), bien que n'étant pas des gaz à effet de serre, interviennent de manière indirecte en créant de l'ozone (effet radiatif positif) et en détruisant du méthane (effet radiatif négatif). Les oxydes d'azote ont ainsi deux effets contraires, par la création et la destruction de GES. L'état actuel des connaissances scientifiques ne permet pas d'évaluer l'impact global des NO<sub>x</sub> avec certitude. Le GIEC s'accorde cependant pour dire que ces émissions se traduisent en moyenne par un réchauffement (augmentation de l'effet de serre dans les zones où il y a un trafic aérien important, diminution ailleurs).

Une étude récente (2003) indique que la contribution du trafic aérien sur la formation de NO<sub>x</sub> dans la troposphère supérieure aurait été surestimée dans le rapport du GIEC, passant de 30-40% à 20-30%. En conséquence, la contribution de l'aviation à la formation d'ozone aurait également été surestimée, passant de 3-4% à 2,5%.<sup>48</sup> Certaines études récentes insistent sur la

<sup>47</sup> Scénario B : La population mondiale culmine au milieu du siècle et décline par la suite. Les structures économiques évoluent vers une société de services. On assiste au développement de technologies propres. L'accent est mis sur des solutions mondiales orientées vers une viabilité économique, sociale et environnementale.

<sup>48</sup> Grewe, V. (2003), "Lightning NOx emissions and the impact on the effect of aircraft emissions - Results from the EU-Project TRADEOFF", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

difficulté d'estimer l'impact radiatif de phénomènes chimiques non linéaires<sup>49</sup>. En particulier, les chercheurs auraient découvert que les modélisations des flux de composants chimiques qui indiquent un impact important de l'aviation sur la création d'ozone (effet radiatif positif) sont aussi celles qui déterminent la plus petite diminution dans la durée de vie du méthane (impact radiatif négatif). En conclusion, les résultats obtenus peuvent être très contrastés selon les modèles utilisés par les chercheurs. Dans certains cas, les études décrivent deux effets qui s'annihilent pratiquement alors que d'autres études indiquent un effet radiatif positif important dû à la création d'ozone, nettement supérieur à l'effet induit par la destruction de méthane.

### **II.3.4 Les particules de sulfate (-)**

Les particules de sulfate qui proviennent du sulfure présent dans le fuel renvoient une fraction du rayonnement solaire incident vers l'espace, ayant ainsi un forçage radiatif direct négatif.

### **II.3.5 L'émission de suies (+)**

Dans la troposphère, les aérosols de carbone noir (suies) absorbent les radiations solaires et ont donc un effet radiatif positif. Au contraire des suies émises dans la troposphère, les suies émises dans la stratosphère auraient un forçage radiatif légèrement négatif. La localisation de l'aéronef par rapport à la tropopause est donc un critère important pour l'estimation de l'impact climatique des suies de carbone. Le GIEC reconnaît ne pas être en possession d'informations suffisantes quant à la localisation des suies par rapport à cette frontière et peut donc difficilement estimer cet impact, qui, globalement, serait néanmoins positif (augmentation du forçage radiatif). Enfin, notons que comme les aérosols (de sulfate ou de carbone) agissent sur la formation de nuages, l'accumulation d'aérosols due aux aéronefs pourrait jouer un rôle dans l'augmentation de la nébulosité et changer les propriétés radiatives des nuages, en particulier en favorisant le développement de cirrus<sup>50</sup>.

### **II.3.6 Les traînées de condensation et la couverture de cirrus (+)**

#### **II.3.6.1 Généralités**

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 (estimation du GIEC, pour 1992), avec des variations importantes dues à la localisation des flux de trafic. Similaires à de fins nuages d'altitude, l'effet radiatif dû aux traînées de condensation est contradictoire. L'effet dû à l'emprisonnement des rayonnements des longues ondes (effet radiatif positif) est partiellement compensé par les réflexions des rayonnements solaires. Globalement, les traînées de condensation réchauffent l'atmosphère de par leurs propriétés optiques.

Les cirrus sont des nuages d'altitude qui recouvrent de manière naturelle environ 30% de la surface de la Terre. Il s'en forme aussi lorsque les traînées de condensation deviennent persistantes. D'après le GIEC, les cirrus produits par les traînées de condensation recouvriraient entre 0% et 0,2% de la surface du globe. Néanmoins les mécanismes associés à

---

<sup>49</sup> Berntsen, T. K. et al. (2003), "Sources of NOx at cruise altitudes: Implications for reductions of ozone and methane perturbations due to NOx from aircraft", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

<sup>50</sup> Hendricks, J. et al. (2003), "Potential Impact of Aviation-Induced Black Carbon on Cirrus Clouds: Global Model Studies with the ECHAM GCM", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

leur formation dans l'atmosphère restent très mal connus. Le GIEC admet d'ailleurs que contrairement à la formation des traînées et les effets radiatifs associés, phénomène visible et évident induit par le transport aérien, les effets indirects des aérosols émis par l'aviation sur les couvertures nuageuses sont « *très complexes, ont reçu peu d'attention et sont très difficiles à quantifier* ».

Le rapport du GIEC sur l'aviation (1999) estime que l'effet radiatif dû aux traînées de condensation est comparable à l'effet induit par les émissions de CO<sub>2</sub>. En ce qui concerne les couvertures nuageuses de cirrus, le rapport n'avance pas d'estimation d'impact radiatif en raison du manque de connaissance.

Des études plus récentes sont particulièrement préoccupantes. En effet, une étude sur l'observation des cirrus en Europe, indique que le forçage radiatif induit par les cirrus additionnels provoqués par l'aviation serait au moins 10 fois supérieurs au forçage radiatif des traînées de condensation<sup>51</sup>.

### **II.3.6.2 Un cas d'étude de l'influence sur la température**

Les attentats du 11 septembre 2001 aux Etats-Unis, ont fourni un cas d'étude des impacts que les traînées de condensation et la formation de cirrus peuvent avoir sur le climat. En effet, suite à l'interruption du trafic aérien qui a suivi les attaques terroristes (36 heures d'arrêt complet, très peu de vols entre le 13 et le 15 septembre), des chercheurs ont enregistré une diminution importante de la couverture de traînées de condensation<sup>52</sup>. Une augmentation de 1 à 2°C de la différence de température jour-nuit a également été enregistrée dans les 3 jours qui ont suivi les attaques terroristes<sup>53</sup>. Les traînées de condensation ont en effet tendance à empêcher une partie du rayonnement solaire d'atteindre la surface de la terre et à retenir une partie du rayonnement infrarouge de la terre, ce qui limite les écarts de température entre le jour et la nuit. En l'absence de trafic aérien, la couverture de cirrus et les traînées de condensation se sont dissipées, ce qui pourrait expliquer l'augmentation de l'écart de température jour-nuit. Globalement, les cirrus empêcheraient la terre de se refroidir la nuit, provoquant ainsi une hausse de la température moyenne du globe.

### **II.3.6.3 Influence des saisons et des vols de nuit**

La densité du trafic aérien et les conditions météorologiques influencent l'effet radiatif net des traînées de condensation. Des chercheurs britanniques ont récemment modélisé l'impact radiatif des traînées de condensation dans une zone géographique située au Sud-Ouest de l'Angleterre, à l'entrée du corridor aérien atlantique<sup>54</sup>. Ils ont ainsi déterminé que les vols de nuit durant l'hiver (de décembre à février) sont responsables de la plus grande part du forçage radiatif positif provoqué par les traînées de condensation. Ces trois seuls mois, représentant 22% du trafic aérien annuel, représenteraient la moitié du forçage radiatif annuel. Outre cette constatation, les chercheurs de la *Reading University* ont également mesuré que les vols de nuit (entre 18h et 6h), qui correspondent à 25% du trafic aérien, contribueraient de 60 à 80% au

---

<sup>51</sup> Mannstein, H. and U. Schumann. (2003), "Observations of Contrails and Cirrus Over Europe", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

<sup>52</sup> Minnis, P. et al. (2003), "Simulation of Contrail Coverage over the USA Missed During the Air Traffic Shutdown", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

<sup>53</sup> Travis, D.J., Carleton, A. M., Lauritsen R.G. (2002), "Contrails reduce daily temperature range", *Nature* 418, p. 601

<sup>54</sup> Stuber, N., Forster, P., Räde, G., and K. Shine (2006), "The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing", *Nature*, Vol. 441, 15 June 2006, pp. 864-867

forçage radiatif imputable aux traînées de condensation. Les résultats de cette étude, s'ils se confirmaient, indiquent qu'une réorganisation des vols pourrait aider à réduire l'impact climatique de l'aviation. Aux États-Unis, les vols de nuit (36% du total) provoqueraient 53% de l'effet radiatif induit par les traînées de condensation. En Asie du Sud-Est, les vols de nuit (environ 35% des vols totaux) provoqueraient 70% de l'effet radiatif induit par les traînées de condensation.

Ces résultats s'expliquent par le fait que les conditions qui favorisent la formation de traînées de condensation persistantes – en termes de température et de niveau d'humidité – se retrouvent essentiellement la nuit et les mois d'hiver et par le fait que les couvertures de cirrus ralentissent le refroidissement durant ces périodes.

### **II.3.7 L'impact des avions supersoniques**

A l'avenir, l'impact climatique du secteur aérien pourrait s'accroître plus rapidement que la croissance du secteur suite au développement du transport civil à grande vitesse (HSCT).

Bien qu'il règne encore beaucoup d'incertitude au sujet de la mise en ligne d'une flotte aérienne supersonique, le fait que ces avions voleraient en croisière à une altitude d'environ 19 km, soit 8 km plus haut que les avions subsoniques, pourrait aggraver les conséquences néfastes du secteur aérien sur l'atmosphère. Ces avions émettraient du dioxyde de carbone, de la vapeur d'eau, des NO<sub>x</sub>, des SO<sub>x</sub> et de la suie dans la stratosphère. Les NO<sub>x</sub>, la vapeur d'eau et les SO<sub>x</sub> des émissions d'avions supersoniques contribuent tous à des changements dans l'ozone stratosphérique.

Le forçage radiatif des avions supersoniques civils est, selon les estimations du GIEC, environ cinq fois supérieur à celui des avions subsoniques qu'ils remplaceraient<sup>55</sup>. Le forçage radiatif calculé des avions supersoniques dépend de la façon dont la vapeur d'eau et l'ozone sont traités dans les modèles. Ces effets étant difficiles à simuler dans les modèles d'aujourd'hui, les estimations du GIEC pourraient être éloignées de la réalité. Des données plus récentes indiquent que l'effet radiatif des avions supersoniques aurait été surestimé dans le rapport du GIEC<sup>56</sup>.

### **II.3.8 L'impact climatique global du secteur aérien**

Comme précisé dans l'introduction, le rapport spécial du GIEC sur l'aviation estime que le secteur aérien était, en 1992, responsable de 3,5% du forçage radiatif causé par les activités humaines.

Après le survol des facteurs responsables de ce forçage radiatif, nous comprenons que ce chiffre est soumis à de nombreuses incertitudes. Les facteurs responsables peuvent avoir des effets contraires, influençant le forçage radiatif tantôt positivement, tantôt négativement. Outre l'impact radiatif du CO<sub>2</sub>, l'influence des NO<sub>x</sub>, de la vapeur d'eau, des aérosols ou suies, des traînées de condensation, et la formation de cirrus ont leur importance. De plus une même quantité d'émission d'un de ces polluants peut avoir un effet sensiblement différent selon

---

<sup>55</sup> IPCC (1999), *Aviation and the Global Atmosphere*, Op. Cit.

<sup>56</sup> Wuebbles, D. J., Dutta, M., Jain, A. K., and S. L. Baughcum et al. (2003), "Radiative Forcing on Climate from Stratospheric Aircraft Emissions", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

l'altitude à laquelle ils ont été émis, la saison ou même l'heure (jour ou nuit). On comprend dès lors pourquoi l'impact climatique du secteur est si difficile à estimer.

Pour décrire l'effet radiatif global des émissions du transport aérien à un moment donné, 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. Toutefois en raison de facteurs exogènes mentionnés (altitude, heure, saison), de tels coefficients, s'ils constituent un premier pas dans une estimation de l'impact global, restent imparfaits. Selon le GIEC, l'impact global des émissions du secteur aérien est estimé deux à quatre fois supérieur à l'effet de réchauffement dû aux seules émissions de CO<sub>2</sub>. Le rapport précité (GIEC/IPCC 1999) estime ce coefficient à 2,7 en 1992, à une altitude de croisière.

L'attention portée au problème de l'effet de l'aviation sur l'atmosphère a amené la multiplication des études sur le sujet, ce qui conduit parfois à des conclusions contradictoires. En Europe, la DGVII (Energie et Transport) a notamment financé des programmes pour développer des méthodologies standards et ainsi améliorer la qualité de la recherche dans ce domaine<sup>57</sup>.

Ensuite, il faut garder à l'esprit que les phénomènes présentés ci-dessous ont des durées de vie très différentes. Selon le rapport du GIEC *Aviation and the Global Atmosphere*, la durée de vie du gaz carbonique dans la troposphère et dans la stratosphère (où se déroule une partie des vols intercontinentaux) est de l'ordre de 100 ans. Les durées des autres phénomènes sont beaucoup plus courtes. Selon le GIEC, dans la troposphère les durées de vie des émissions autres que le CO<sub>2</sub> sont de deux semaines ou moins ; celle de l'ozone produit par les oxydes d'azote est d'environ un mois. Ces durées de vie dans la stratosphère sont plus longues mais dans tous les cas inférieures à 10 ans. Cependant les émissions autres que le CO<sub>2</sub>, si elles ont des durées relativement courtes, ont des effets puissants.

Enfin, précisons qu'un effet qui possède une durée de vie courte, s'il se renouvelle sans cesse durant un siècle, aura également un impact climatique important. La seule différence est l'efficacité immédiate ou non des mesures prises à l'encontre du polluant : en stoppant aujourd'hui nos émissions de CO<sub>2</sub>, l'homme continuerait à influencer le climat pendant plus d'un siècle, en stoppant aujourd'hui les émissions de NO<sub>x</sub>, le forçage radiatif induit par la création d'ozone stopperait aussitôt. Cette remarque n'est certainement pas suffisante pour justifier la non-prise en compte des effets à durée de vie courte. Au contraire, les résultats tangibles et immédiats qui découleraient de mesures préventives sur ces effets devraient encourager l'action.

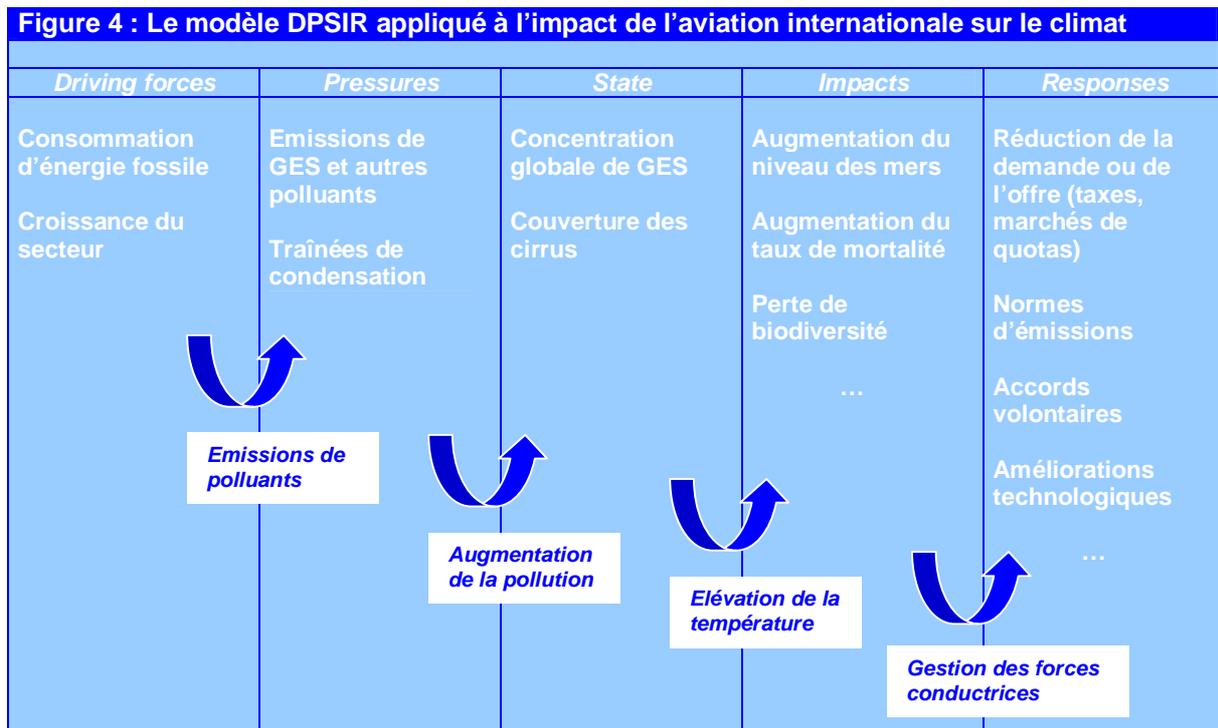
### **II.3.9 Synthèse : le modèle DPSIR**

Afin de synthétiser la problématique des émissions de GES par l'aviation internationale, nous avons recours au modèle DPSIR (*Driving forces of environmental changes – Pressure on the environment – State of the environment – Impact on population, economy, ecosystems – Response of the society*). Ce modèle utilisé par de nombreux chercheurs en environnement ainsi que par des administrations ou organisations internationales permet de clarifier les causes, conséquences et solutions d'un problème environnemental.

---

<sup>57</sup> Bukovnik, M. and M. T. Kalivoda (2003), "AvioMEET Inventory Tool and its Applications", *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany* 25

En appliquant ce modèle à la question qui nous préoccupe on peut obtenir le tableau synoptique suivant :



## II.4 L'impact du secteur aérien dans l'économie mondiale

### *Un catalyseur de croissance ?*

#### II.4.1 Emplois et secteur aérien

L'industrie aérienne<sup>58</sup> et les aéroports emploient directement 5 millions de personnes au niveau mondial. En Europe, le nombre d'emploi direct est de 1,5 million. En estimant le nombre d'emplois indirects à près de 24 millions, le consultant Oxford Economic Forecasting (OEF), dans une étude réalisée pour un groupe de pression représentant le secteur aérien (ATAG), estime que l'industrie aérienne génère un total de 29 millions d'emplois de par le monde<sup>59</sup>. Les emplois indirects comprendraient 15,5 millions d'emplois générés par le tourisme, 5,5 millions d'emplois chez les sous-traitants des compagnies aériennes et 2,7 millions d'emplois générés par les dépenses des employés de l'industrie aérienne qui dispose en moyenne d'un pouvoir d'achat élevé.

Les chiffres avancés par le secteur, en particulier dans l'étude susmentionnée, sont l'objet de contestations de la part d'autres consultants qui estiment que l'effet catalyseur mis en avant pourrait s'appliquer à de nombreux secteurs et a finalement peu de significations économiques. Le consultant CE Delft illustre les travers d'une analyse qui tient compte des effets indirects au travers des boulangeries au Pays-Bas. En considérant que les pains font profiter d'autres secteurs (fast-food, agriculture, transport...) et que le pain est responsable d'une partie

<sup>58</sup> L'industrie aérienne comprend les compagnies aériennes et les constructeurs d'aéronefs ou de composants d'aéronefs civils. Source : Air Transport Action Group (2005), *The Economic & Social Benefits of Air Transport*

<sup>59</sup> Air Transport Action Group (2005), *Ibid.*

importante de la productivité des travailleurs néerlandais, on peut considérer que le secteur des boulangeries est source de nombreux emplois indirects et représente une part subséquente du PIB néerlandais. Ces critiques sont également utilisées par les ONG environnementales, en particulier CAN Europe et T&E dans un rapport sur les mythes et réalités sur la question de l'aviation et du changement climatique<sup>60</sup>. Les ONG précitées ont notamment essayé d'obtenir le rapport initial du consultant OEF auprès des commanditaires (ATAG), ce qui leur a été refusé sous prétexte de confidentialité. Cette non-publication de la méthode de calcul met bien entendu en doute la crédibilité des chiffres avancés.

Ensuite, citer les emplois générés par les salaires élevés du secteur aérien peut également être contestable. Une bonne partie des emplois du secteur aérien ne sont-ils pas créés par les dépenses de travailleurs d'autres secteurs (responsables en voyage d'affaire, personnel hautement rémunéré du tertiaire à haute-valeur ajoutée) ? En utilisant ce raisonnement, l'Association Belge des Banques pourrait vraisemblablement se féliciter de produire, grâce au budget loisir de son personnel, quelques milliers d'emplois dans l'industrie aérienne et dans l'industrie du tourisme.

Finalement, les 15,5 millions d'emplois générés par le tourisme ne prennent certainement pas en compte tous les effets du secteur aérien au niveau de ce secteur. En particulier, bien que ne disposant pas de données quantitatives sur le sujet, on peut subodorer qu'une partie des emplois repris dans la rubrique tourisme sont des emplois délocalisés. Il est par exemple notoire que certains Britanniques, en raison du coût de la vie élevé dans leur pays, pratiqueraient leurs loisirs (gastronomie, visites, golf...) sur le continent. Le prix du billet d'avion étant compensé par la différence du coût de la vie dans le pays hôte. Pour être exact le nombre d'emplois générés indirectement par le secteur aérien devrait soustraire les emplois délocalisés (personnel de restaurant employé en France au lieu de l'Ecosse par exemple). Ce raisonnement est sans doute transposable pour partie aux touristes belges qui préfèrent des destinations où ils jouissent d'un pouvoir d'achat plus élevé (Turquie, Afrique du Nord ou Europe de l'Est par exemple).

#### **II.4.2 Poids économique du secteur aérien**

Au niveau économique, le secteur aérien est responsable du transport régional de 40% des biens (en valeur). En prenant tous les transports internationaux (c'est-à-dire y compris les transports intra-régionaux, par exemple entre pays européens), la part du secteur aérien tombe à 25%. Le consultant qui cite ces chiffres (OEF) ne définit pas clairement ce qu'il entend par « région », mais il semble que cela corresponde à des zones géographiques bénéficiant de réseaux de transports terrestres (routier, ferroviaire et/ou fluvial) intégrés. Enfin pour certains biens ou services (journaux, certains fruits, fleurs, transport express...), le transport aérien est le seul mode permettant l'activité à un niveau interrégional, le rendant indispensable pour les différents acteurs de la chaîne de production.

Comme c'est le cas pour l'estimation des emplois générés par le secteur, les effets indirects sont bien plus importants que les effets directs. En particulier, OEF considère que la contribution économique la plus importante du secteur aérien est l'augmentation de la productivité et les possibilités de croissance que l'aviation fournit aux autres secteurs<sup>61</sup>. L'aviation permettrait notamment d'avoir accès à de nouveaux marchés ce qui favoriserait les économies d'échelles et la spécialisation des économies.

---

<sup>60</sup> T&E – CAN Europe (2006), *Clearing the Air. The Myth and Reality of Aviation and Climate Change*, T&E 06/2

<sup>61</sup> Grayling, T. (2001), "Aviation and the economy", *New Economy*, pp. 179-182

Tableau 3 : Emplois et PNB induits par l'aviation en Europe (2004)				
	Emplois		PNB (millions US\$)	
	Direct	Total (direct, indirect et induit)	Direct	Total (direct, indirect et induit)
Opérateurs aéroportuaires	120.000	315.000	17.312	45.444
Autres emplois aéroports	377.119	989.937	12.656	33.223
Compagnies aériennes	709.272	1.861.839	44.716	117.380
Industrie aéronautique	307.313	998.767	23.871	77.581
<b>Total</b>	<b>1.513.704</b>	<b>4.165.543</b>	<b>98.556</b>	<b>273.628</b>

Source : Oxford Economic Forecasting (2005) for ATAG

## II.5 Le cadre institutionnel de la lutte contre les changements climatiques

### II.5.1 Les Nations-Unies

#### II.5.1.1 La convention-cadre (CCNUCC)

##### *Une première prise de conscience internationale*

La Convention-cadre sur les changements climatiques (en anglais UNFCCC pour *United Nations Framework Convention on Climate Change*) a été signée le 4 juin 1992 au "Sommet Planète Terre" de Rio (le texte final ayant été adopté à New-York le 9 mai). Comme annoncé dans notre introduction, l'objectif de cette convention est de « stabiliser (...) les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. »<sup>62</sup> Après avoir été ratifiée par 50 Etats, la convention est entrée en vigueur le 21 mars 1994 (état de la ratification en avril 2006 : 189 Etats). La *Conference of the Parties of the UNFCCC* (la COP) est l'organe suprême de la Convention et prend les décisions nécessaires afin de favoriser son application effective. La première session de la COP s'est tenue à Berlin en 1995.

#### II.5.1.2 Le protocole de Kyoto

##### *Un premier accord international contraignant*

La troisième conférence des parties a abouti à la rédaction du protocole de Kyoto (COP3 à Kyoto en décembre 1997). Ce premier accord environnemental international qui fixe des objectifs contraignants en matière de changements climatiques, a été négocié de façon unifiée par l'UE. L'UE s'est ainsi vue attribuer un objectif de réduction communautaire de 8% des émissions de GES pour la période 2008-2012 par rapport à l'année de référence 1990<sup>63</sup>.

En raison de son aspect contraignant et de l'absence d'objectifs chiffrés attribués aux pays développement, plusieurs pays contribuant fortement aux émissions de GES ont refusé de ratifier le protocole. Le principal émetteur de GES, les Etats-Unis d'Amérique, a ainsi refusé de

<sup>62</sup> Voir de Sadeleer, N. et C.-H. Born (2004), *Droit international et communautaire de la biodiversité*, Paris, Dalloz, page 313. Pour plus de détails sur les négociations climatiques en préparation de Rio, voir Stone, C. D., (1992), "Beyond Rio: Insuring Against Global Warming", *The American Journal of International Law*, Vol. 86, No 3, Jul. 1992, pp. 445-488

<sup>63</sup> Pour plus de détails sur la négociation du protocole de Kyoto, voir Breidenich, C., D. Magraw, A. Rowberg, J. W. Rubin (1998), "The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Changes", *The American Journal of International Law*, Vol. 92, No 2, Apr. 1998, pp. 315-331

ratifier le protocole et ce malgré le rôle prédominant qu'a joué le Vice-président Al Gore dans la phase de négociation qui a abouti à la rédaction du protocole. L'Australie est parmi les autres absents remarquables.

Notons que des dispositions particulières ont été prises de manière à clarifier les attributions des Parties à la Convention qui ne sont pas Parties au Protocole de Kyoto. Le deuxième paragraphe de l'article 13 du protocole précise que celles-ci peuvent participer, en qualité d'observateurs, aux travaux de toute session de la COP agissant comme réunion des Parties au protocole.

En ce qui concerne les émissions du secteur aérien, non prises en compte dans le calcul des émissions nationales de gaz à effet de serre, le protocole de Kyoto se limite à préciser en l'article 2.2, que « *Les Parties visées à l'annexe I cherchent à limiter ou réduire les émissions de gaz à effet de serre non réglementées par le Protocole de Montréal provenant des combustibles de soute utilisés dans les transports aériens et maritimes, en passant par l'intermédiaire de l'Organisation de l'aviation civile internationale et de l'Organisation maritime internationale, respectivement.* »<sup>64</sup>

## **II.5.2 L'Union Européenne**

### **II.5.2.1 Introduction**

#### ***Un leadership climatique de fait difficile à assumer***

En matière de changement climatique, il existe une volonté politique au niveau de l'Union Européenne pour occuper un leadership<sup>65</sup>. Pour Andresen et Agrawala, le leadership autoproclamé de l'UE devrait être compris comme englobé dans une stratégie beaucoup plus large.<sup>66</sup> Pour ces auteurs, la position de l'UE n'est sans doute pas seulement le reflet d'un intérêt pour les thématiques environnementales, mais aussi la volonté de se présenter sur la scène mondiale comme étant un acteur fort et unifié.<sup>67</sup> Le vide laissé par l'absence d'une politique américaine et japonaise d'envergure sur ce sujet aurait ainsi offert une opportunité à l'UE. Toutefois, si les européens semblent unis sur cette problématique, il est encore trop tôt pour juger de leur capacité à influencer les autres.

### **II.5.2.2 La coordination des efforts entre les Etats membres**

#### ***Le partage de la charge***

A Kyoto, l'UE s'est vue attribuer un objectif global de diminution de 8% de ses émissions de GES pour la période 2008-2012 par rapport à l'année de référence 1990 (la "bulle" européenne, en exécution de l'article 4 du Protocole de Kyoto). Aussi, peu de temps après la négociation de Kyoto, l'UE a dû organiser un partage interne de cette réduction de 8% à laquelle la

---

<sup>64</sup> Protocole à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (Kyoto, 11 décembre 1997), article 2.2

<sup>65</sup> L'UE précise par exemple sur son site qu'elle a l'intention d'être à l'avant-garde du débat climatique. Le leadership est défini par la *Blackwell Encyclopedia of Political Science* comme « *the power of a few individuals to induce a group to adopt a particular line of policy* » (cité in Andresen, S. and S. Agrawala (2002), "Leaders, pushers and laggards in the making of the climate regime", *Global Environmental Change*, Vol. 12, pp. 41-51).

<sup>66</sup> Andresen, S. and S. Agrawala (2002), op. cit., p. 45.

<sup>67</sup> Voir aussi Christiansen, A. C., and J. Wettestad (2003), "The EU as a frontrunner on greenhouse gas emissions trading: how did it happen and will the EU succeed?", *Climate Policy*, Vol. 3, pp. 3-18

Communauté s'était engagée. Ce mécanisme de répartition, appelé *burden sharing*, était fondée à l'origine sur une méthode développée par une équipe de l'Université d'Utrecht<sup>68</sup> et basée sur la population, la croissance et l'efficacité énergétique passée. « *Mais cette approche a été bien vite emportée par un compromis de nature bien plus politique* »<sup>69</sup>. Ce partage a été entériné à Luxembourg le 16 juin 1998. Le résultat de cet accord, qui aboutit en un engagement individuel pour chaque Etat membre, est énoncé au J.O., L. 130/19, 15 mai 2002 et reproduit dans le tableau ci-dessous.

Belgique : -7,5%	Espagne : +15%	Luxembourg : -28%	Finlande : 0%
Danemark : -21%	France : 0%	Pays-Bas : -6%	Suède : +4%
Allemagne : -21%	Irlande : +13%	Autriche : -13%	Royaume-Uni : -12.5%
Grèce : +25%	Italie : -6.5%	Portugal : +27%	<b>Total EU-15 : -8%</b>

Intuitivement, on pourrait croire que les pays ayant la réduction la plus importante (par exemple le Luxembourg, l'Allemagne ou le Royaume-Uni) auront plus de difficultés à réaliser leurs objectifs que ceux autorisés à une réduction moins importante ou, à fortiori, à une hausse. Ce raisonnement est toutefois erroné puisque la difficulté pour parvenir à limiter les émissions varie selon le contexte. Par exemple, un pays qui était encore équipé de nombreuses centrales électriques au charbon en 1990 (par exemple le Royaume-Uni ou l'Est de l'Allemagne) et qui depuis s'est équipé de centrales électriques plus performantes de type TGV (Turbines Gaz Vapeur) a déjà réalisé une partie importante de ses objectifs. De même un pays qui connaît une tertiarisation accrue depuis 1990 (le Luxembourg par exemple) aura plus de facilité qu'un pays qui a connu une industrialisation après 1990 (Grèce, Irlande ou Portugal).

Ces quelques exemples permettent de comprendre les disparités importantes entre les objectifs. Les deux tableaux infra, fournissent le coût marginal de réduction de CO<sub>2</sub> et l'indicateur *distance to target* pour chaque pays (qui mesure l'écart entre les émissions réelles d'une année (ici 2001) et les émissions hypothétiques que l'on aurait observées au cours de cette même année si l'objectif de réduction était réparti de façon linéaire sur la période 1990-2008). La présence parmi les cinq Etats où le prix pour réduire une tonne de CO<sub>2</sub> est le plus faible, des quatre Etats membres les plus puissants (D, F, UK et I) a amené certains auteurs à suspecter une influence politique dans le partage de la « bulle »<sup>70</sup>.

D'autres facteurs peuvent néanmoins expliquer le coût marginal relativement faible de la lutte contre le CO<sub>2</sub> pour ces Etats membres : la fermeture d'installations industrielles inefficaces en Allemagne de l'Est, le fuel-switch (charbon remplacé par le gaz) important au Royaume-Uni, le nucléaire en France...<sup>71</sup>. Un développement de l'industrie moins important que dans d'autres Etats Membres (par exemple qu'aux Pays-Bas<sup>72</sup>, en Finlande, en Irlande ou en

<sup>68</sup> Voir l'étude suivante : Blok, K., G.J.M. Philipsen and J.W. Bode, "The Triptic Approach : Burden Differentiation of CO<sub>2</sub> Emission Reduction Among European Union Member States", *Discussion paper*, Utrecht University

<sup>69</sup> Bonduelle, A. (2001), "Les dix défauts du Protocole de Kyoto" in Yves Petit (ed.) (2002), *Le Protocole de Kyoto. Mise en œuvre et implications*, Presses Universitaires de Strasbourg, Strasbourg, p. 74

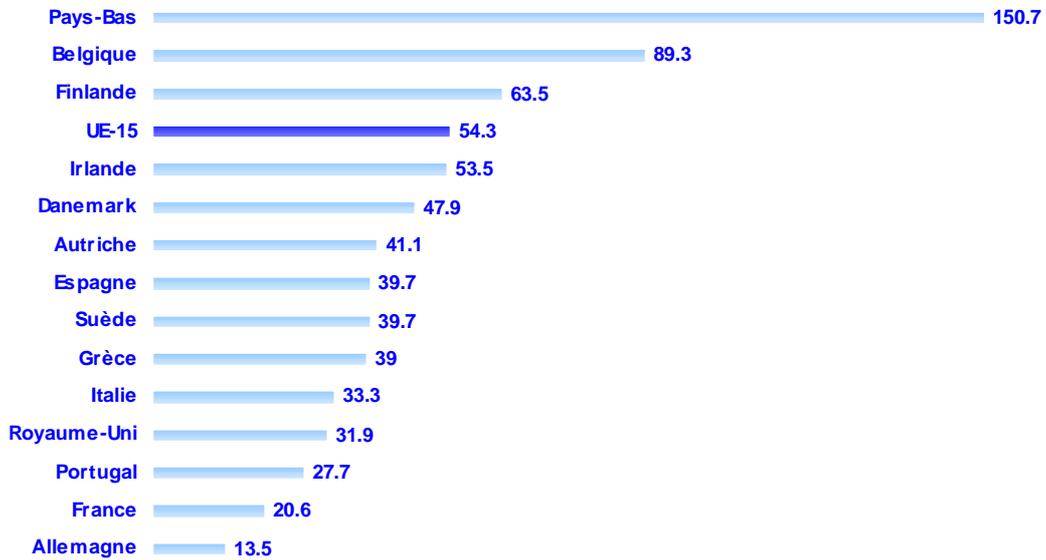
<sup>70</sup> En particulier Bonduelle, A. (2001), Op. Cit.

<sup>71</sup> Le coût marginal cité est une estimation de 2002, soit avant la hausse spectaculaire du prix du gaz naturel. Il est probable que le coût marginal de lutte contre le CO<sub>2</sub> au R-U est aujourd'hui plus élevé.

<sup>72</sup> Le cas des Pays-Bas est à cet égard exemplaire : malgré une politique climatique ambitieuse et une industrie très efficace, la croissance importante de l'industrie empêche le respect des plafonds définis lors du partage de la bulle européenne. Voir Minnesma, M.E. (2003), "Dutch climate policy. A victim of economic growth?", *Climate Policy*, Vol. 3, pp. 45-56

Belgique/Flandre) peut aussi expliquer ce moindre coût. En effet, plus un pays connaît une croissance industrielle, plus il lui sera difficile et coûteux d'atteindre des plafonds d'émissions définis ex-ante.

**Figure 5 : Coût marginal de la lutte en 2010 contre le CO<sub>2</sub> (euros/tonne, prix de 1990)**



Source: Bollen A. en P Van Humbeeck (2002), *Klimaatverandering & klimaatbeleid: een leidraad*, Academia Press, Gent, p.258

**Figure 6 : Indicateur distance to target pour les Etats membres en 2003 (en %)**



Source: EEA in Report from the commission progress towards achieving the Community's Kyoto target, COM (2005), 655 final, December 15 2005, Brussels

### II.5.2.3 Le programme européen de lutte contre le changement climatique

#### *Un processus consultatif*

En mars 2000, pour atteindre les objectifs de Kyoto, la Commission Européenne a lancé son « programme européen de lutte contre le changement climatique » (ECCP pour *European Climate Change Programme*). Dans ce cadre, des représentants de la Commission ont travaillé avec l'industrie, les organisations de défense de l'environnement et d'autres parties prenantes (Etats membres ou universités) pour identifier des mesures rentables permettant de réduire les émissions. La plupart de ces mesures - une bonne trentaine - ont été entre-temps mises en œuvre. L'ECCP I consistait en 11 groupes de travail :

- Mécanismes flexibles : échanges de quotas
- Mécanismes flexibles : JI/CDM
- Offre d'énergie
- Demande d'énergie
- Efficience énergétique des équipements et processus industriels
- Transports
- Industrie (sous-groupe gaz fluorés, matières premières renouvelables et accords volontaires)
- Recherche
- Agriculture
- Sols agricoles et puits de carbone
- Forêts et puits de carbone

L'ECCP a entamé sa seconde phase avec une première conférence le 24 octobre 2005. L'ECCP II consistait en 5 groupes de travail :

- Revue de l'ECCP I
- Séquestration et stockage du CO<sub>2</sub>
- Impacts et adaptation
- Aviation et CO<sub>2</sub> (voir infra)
- Automobiles

Les différents documents présentés lors des groupes de travail de l'ECCP II sont disponibles sur internet<sup>73</sup>.

### II.5.2.4 La directive Emission Trading

#### *Le CO<sub>2</sub> a un prix*

La directive *Emission Trading*<sup>74</sup> établit, à partir de 2005, un marché européen de quotas d'émission de CO<sub>2</sub>. Cette directive a contraint chaque Etat membre à rédiger un plan d'allocation des droits d'émission<sup>75</sup>. Comme nous le verrons plus loin, ce marché est uniquement ouvert à certaines entreprises tombant sous la directive. Comme précisé dans un

---

<sup>73</sup> [http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/eccp\\_2/library?l=/&vm=detailed&sb=Title](http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/eccp_2/library?l=/&vm=detailed&sb=Title)

<sup>74</sup> Directive 2003/87/CE, du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CE du Conseil

<sup>75</sup> Précisons que la directive ne fait pas allusion au protocole de Kyoto. Il s'agit d'assurer la l'établissement du système si le protocole n'entraîne pas en vigueur.

*green paper*<sup>76</sup>, la Commission Européenne a souhaité mettre en place un marché communautaire de droits d'émission pour éviter la distorsion de la concurrence qu'aurait engendré la mise en place de marchés nationaux (voir la description des systèmes britanniques et danois dans le chapitre 3).

Pour la période pré-Kyoto (01/01/2005-31/12/2007), certaines entreprises se voient donc attribuer des droits d'émission de CO<sub>2</sub>. Elles peuvent acquérir des droits d'émission supplémentaires sur le marché si elles en ont besoin, c'est-à-dire pour couvrir leurs émissions excédentaires par rapport aux droits d'émission qu'elles ont obtenus. Elles peuvent également en revendre, ce qu'elles ont intérêt à faire si leur coût marginal de réduction d'émission de CO<sub>2</sub> est inférieur au prix de marché du droit d'émission. Les droits d'émission sont alloués aux entreprises visées par la directive en fonction d'un plan d'allocation national<sup>77</sup> que chaque pays devait établir pour le 31 mars 2004. Les entreprises pouvant participer aux marchés de droits d'émission sont localisées dans un des vingt-cinq Etats Membres ainsi que dans tout autre pays disposant d'un tel marché de droit d'émission et avec lequel l'Europe conviendrait un accord bilatéral. Toutes les entreprises émettrices de gaz à effet de serre ne sont pas visées par cette directive. La directive cible, dans un premier temps, les plus gros émetteurs.

Les entreprises visées pour la période pré-Kyoto font partie de 4 secteurs :

- § La génération d'énergie : les installations de combustion d'une puissance calorifique supérieure à 20 MW, les raffineries pétrolières, les fours de cokes
- § Les industries de production et de transformation des métaux ferreux
- § Les industries minérales
- § D'autres secteurs : les industries du ciment, du verre, du papier, de la céramique

Environ 11.500 installations<sup>78</sup> dans l'Europe des 25 sont concernées par la directive *Emission Trading*. Celles-ci couvriront environ 46% des émissions européennes de CO<sub>2</sub> en 2010.

En vertu de l'article 11 de la directive, chaque pays a remis à chaque entreprise concernée des droits d'émission attribués en fonction d'un plan d'allocation national, pour la période 2005-fin 2007<sup>79</sup>. Pour la première période, 95% des droits d'émission ont été attribués gratuitement aux installations. Pour la seconde période<sup>80</sup>, 90% des droits d'émission seront attribués gratuitement aux installations, le reste étant vendu aux enchères<sup>81</sup>. Chaque année, et au plus tard pour le 30 avril, chaque entreprise doit remettre les droits d'émission correspondant à ses émissions réelles de l'année précédente. Si l'entreprise ne dispose pas d'assez de droits d'émission, elle peut les acheter sur le marché. Si par contre, elle n'a pas rendu assez de droits d'émission par rapport à ce qu'elle a réellement émis l'année précédente, l'entreprise se verra infliger une amende de 40 € par tonne équivalent CO<sub>2</sub> émise qui n'était pas couverte par un droit d'émission au cours de la période pré-Kyoto et 100 € par tonne équivalent CO<sub>2</sub> émise qui

---

<sup>76</sup> Commission Européenne (2000), *Green paper on greenhouse gas emissions trading within the European Union*, pp.8-20

<sup>77</sup> Voir infra, les plans d'allocation nationaux sont élaborés par chaque pays séparément et expliquent, entre autres, comment un pays compte distribuer les droits d'émission entre les différents secteurs tombant sous la directive et les différentes entreprises au sein de chacun de ces secteurs.

<sup>78</sup> Par installation il faut comprendre un site de production, il y aura donc nettement moins que 11.500 entreprises concernées car beaucoup disposent de plusieurs sites de production.

<sup>79</sup> Pour la période 2008-2012, chaque pays remettra les droits d'émission pour ces 5 années au moins 12 mois à l'avance.

<sup>80</sup> Pour rappel la seconde période européenne correspond avec la première période du protocole de Kyoto puisque l'Europe a décidé d'établir un marché de droits d'émission dès 2005.

<sup>81</sup> Les pourcentages de droits attribués gratuitement se trouvent à l'article 10 de la directive Emission Trading

n'était pas couverte par un droit d'émission au cours de la première période de Kyoto<sup>82</sup>. Cette amende ne la dispense pas d'acquérir le droit d'émission nécessaire sur le marché des droits d'émission.

Ce système sera abordé plus en détails dans la section relative aux marchés de droits d'émissions du chapitre suivant.

### II.5.2.5 La *linking directive*

#### *Le lien avec Kyoto*

La *linking directive*<sup>83</sup> fait le lien entre les quotas alloués aux différents Etats membres dans le cadre de la directive *Emission Trading* et les droits obtenus grâce aux mécanismes de flexibilité introduits par le Protocole de Kyoto. Cette directive prévoit une triple égalité entre, premièrement, un droit d'émission obtenu grâce à la réalisation d'un projet en employant la mise en œuvre conjointe (MOC ou JI)<sup>84</sup>, deuxièmement, un droit d'émission obtenu grâce à la réalisation d'un projet en employant le mécanisme pour un développement propre (MDP ou CDM)<sup>85</sup> et, troisièmement, un droit d'émission obtenu grâce à l'attribution par le plan d'allocation national<sup>86</sup>. Les droits obtenus par un projet réalisé par le mécanisme de la mise en œuvre conjointe pourront donc être vendus sur le marché des droits d'émission européen. Cette triple égalité aura pour effet d'augmenter l'offre de droits d'émission sur le marché des droits d'émission européen ainsi que de fortement diminuer le prix des droits, ce qui intéresse évidemment les entreprises. Notons que la mise en œuvre de cette directive est encore source d'incertitude tant pour les installations sujettes au système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE ou EU ETS)<sup>87</sup> que pour les investisseurs en projets CDM ou JI<sup>88</sup>. En effet, à ce jour, nous n'avons qu'une vague idée des limitations que les Etats membres vont imposer à l'importation de CER ou d'ERU dans le SCEQE<sup>89</sup>. La plupart des Etats membres évoquent aujourd'hui une limite à 5 ou 10%<sup>90</sup>. Ces limites ne sont toujours pas connues pour la Belgique en juillet 2006. De telles limites diminuent considérablement l'attrait pour les entreprises des mécanismes de flexibilité en tant qu'instruments permettant d'assurer une conformité avec le

---

<sup>82</sup> Directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CE du Conseil, article 16

<sup>83</sup> Directive 2004/101/CE, du Parlement européen et du Conseil du 27 octobre 2004 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté, au titre des mécanismes de projet du protocole de Kyoto.

<sup>84</sup> On utilise souvent l'acronyme anglais JI pour faire référence à ce type de projet. Le droit ainsi obtenu s'appelle un ERU (unité de réduction d'émission). Les versions françaises des textes législatifs de l'Union européenne ou de la France préfèrent l'acronyme français MOC pour faire référence à ce type de projet.

<sup>85</sup> On utilise souvent l'acronyme anglais CDM pour faire référence à ce type de projet. Le droit ainsi obtenu s'appelle un CER (unité de réduction certifiée). Les versions françaises des textes législatifs de l'Union européenne ou de la France préfèrent l'acronyme français MDP.

<sup>86</sup> Ce droit s'appelle un EUA (European Union Allowance).

<sup>87</sup> L'acronyme anglais EU ETS (European Union Emission Trading Scheme) est plus souvent utilisé.

<sup>88</sup> A ce sujet voir, Stockmayer, M. (2006), "The Linking Directive – Friend or Foe ? ", *Point Carbon - Carbon Market Europe*, February 3 2006, p. 1

<sup>89</sup> La directive laisse aux Etats membres le droit de fixer les limites pour le recours à l'utilisation de CERs et d'ERUs. Toutefois comme le précise la directive les Etats membres devront respecter les clauses de Kyoto et des accords de Marrakech, lesquelles précisent que ces mécanismes doivent rester complémentaires à l'action domestique.

<sup>90</sup> Certains Etats fixent la limite beaucoup plus haut. Dans son projet de NAP2, l'Irlande fixe la limite à 50% par installation. Voir Point Carbon, "Ireland submits final NAP with 50 per cent CDM/JI limit", July 14 2006

cadre réglementaire européen. Pour les investisseurs en projets CDM et JI, il restera la possibilité de vendre les droits ainsi obtenus directement aux Etats membres puisque ces derniers ne connaissent pas les mêmes limitations.

### II.5.2.6 L'UE et les émissions du secteur aérien

#### *Des initiatives variées*

Un des premiers documents communautaires mettant en avant l'impact climatique du secteur aérien est une communication de la Commission de 1999 qui aborde les incidences du secteur aérien sur l'environnement<sup>91</sup>. Ce rapport évoque cependant des thématiques diverses et ne se concentre pas sur la pollution de l'atmosphère. Aussi, à côté des nuisances provoquées par les émissions, la problématique du bruit est également largement discutée. En ce qui nous concerne, cette communication établit pour la première fois au niveau européen une liste d'incitants économiques. C'est ainsi que sont successivement abordés l'idée d'une taxation du kérosène, d'une écotaxe sur les billets et de la mise en place d'un système de d'échange de droits d'émission. Dans cette communication, l'industrie aérienne est invitée à prendre une attitude proactive afin de réduire ses impacts environnementaux. Cette communication évoque déjà la possibilité de la mise en œuvre d'un système d'échange de quotas en notant les risques de concurrences déloyales qui résulteraient d'un système où les états membres alloueraient les premiers quotas. Les programmes de compensation (*carbon offset*) sont également mentionnés comme une possibilité. En particulier, la Commission imagine un système où les compagnies aériennes compenseraient leurs émissions par des investissements dans des projets de séquestration et stockage de CO<sub>2</sub>. Concernant ce dernier point, la Commission notait cependant que des recherches scientifiques sont nécessaires avant d'envisager cette mesure.

Dans une communication de mars 2000, la Commission discute la question de la mise en œuvre d'une taxe du kérosène utilisé par l'aviation<sup>92</sup>. La Commission reprend notamment les résultats d'une étude du consultant *Resource Analysis* qui estime que la taxation du kérosène des compagnies aériennes ne serait pas économiquement envisageable et aurait un bénéfice environnemental très faible<sup>93</sup>. Une telle taxe ne serait réaliste que si elle concernait l'ensemble des vols transitant par l'Europe. En mars 2000, suite aux négociations entre les ministres des finances, de l'environnement et des transports de l'UE, seuls l'Allemagne, la Belgique et les Pays-Bas ont soutenu l'idée d'une taxe communautaire sur les carburants de l'aviation<sup>94</sup>.

En 2004, la Commission a commandé une étude au consultant CE Delft sur l'inclusion du secteur aérien dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE). Publiée en 2005, cette étude<sup>95</sup> a servi de base à l'élaboration d'une communication de la Commission sur le sujet<sup>96</sup>.

---

<sup>91</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (1999) 640, *Les Transports aériens et l'Environnement*, Bruxelles

<sup>92</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2000) 110, *Taxation du carburant d'aviation*, Bruxelles

<sup>93</sup> Öko-Institut eV (2004), *Emissions Trading in International Civil Aviation*, Berlin

<sup>94</sup> Kirwin, J. (2000), "Limited support seen for EU-wide tax on aviation fuel to cut GHG emissions", *International Environment Reporter*, Vol. 23, No. 8, p. 305

<sup>95</sup> Wit, R.C.N., Boon, B.H., van Velzen, A., Cames, M., Deuber, O. and D.S. Lee (2005), *Giving wings to emission trading. Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts*, Delft, CE, July 2005

<sup>96</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2005) 459, *Réduction de l'impact de l'aviation sur le changement climatique*, Bruxelles

Entre mars et mai 2005, la Commission a lancé un processus de consultation du public sur la question de l'aviation et du changement climatique<sup>97</sup>. Les résultats de cette consultation seront analysés en parallèle avec les résultats de notre enquête dans le quatrième chapitre.

Le 2 décembre 2005, le Conseil des Ministres a adopté des conclusions dans lesquelles il reconnaît que l'inclusion du secteur aérien dans le SCEQE semble être la meilleure solution et demande à la Commission de rédiger rapidement une proposition législative. Le Conseil a également souligné le besoin d'une étude d'impact et des principes directeurs préliminaires largement inspirés de la communication de la Commission. Le Conseil européen du 15 et 16 décembre a répété les conclusions du Conseil et insisté sur le besoin d'une législation en la matière.

En 2006, le groupe de travail « aviation » de l'ECCP II a analysé les différents éléments de cette thématique et publié ses documents de travail. Les principaux enseignements ainsi que les prises de positions exprimés lors de ces réunions ont été compilés dans un rapport final<sup>98</sup>. Les différents points abordés lors de ces réunions seront traités dans la seconde partie de travail.

Le 4 juillet 2006, le Parlement, par un rapport d'initiative de Caroline Lucas (Verts/ALE, UK) adopté par 439 voix pour, 74 contre et 102 abstentions, presse l'Exécutif de s'attaquer au problème<sup>99</sup>. Le rapport soutient l'idée d'une taxe sur le kérosène, sur tous les vols domestiques et intracommunautaires ainsi que la mise en place d'un système d'échange de quotas d'émission distinct du SCEQE. Ils précisent en outre qu'un tel système sera efficace au niveau environnemental à condition que son champ d'application géographique soit suffisamment large, qu'un plafond strict soit imposé, que l'allocation initiale fasse l'objet d'une vente aux enchères, que le niveau technologique et les actions prises à un stade précoce soient pris en considération dans l'allocation et que l'impact climatique soit intégralement pris en charge.

## **II.5.3 La Belgique**

### **II.5.3.1 Partage des responsabilités entre pouvoir fédéral et entités fédérées**

#### ***Un Etat fédéral***

La Belgique est un Etat fédéral. La Loi spéciale de réforme institutionnelle du 08 août 1980, en son article 6 §1er II et III, tel que révisé en 1988 et 1993, déclare les Régions compétentes en matière de protection de l'environnement (avec cependant une série d'exceptions où l'Etat fédéral conserve des compétences).

Le pouvoir fédéral est responsable du respect des engagements internationaux de la Belgique. Le Comité de Coordination de la Politique Internationale de l'Environnement est une plateforme entre le fédéral et les régions qui facilite le respect des engagements de la Belgique au niveau international et assure une certaine cohérence entre les Régions. Le CCPIE résulte d'un

---

<sup>97</sup> Les résultats de cette consultation ont fait l'objet d'un rapport public d'une cinquantaine de page. Commission européenne (2005), *Reducing the Climate Change Impact of Aviation. Report on the Public Consultation March-May 2005*, Brussels.

<sup>98</sup> ECCP II – Aviation Working Group (2006), *Final Report*, April 2006, Brussels

<sup>99</sup> Parlement européen, Communiqué de presse, "Les députés veulent stabiliser les impacts environnementaux de l'aviation", 4 juillet 2006. Voir aussi Point Carbon, "European Parliament favours an ETS for aviation", 4 July 2006

accord de coopération entre l'Etat fédéral, la Région flamande, la Région wallonne et la Région de Bruxelles-Capitale relatif à la politique internationale de l'environnement (M.B. 13.12.1995). Il est composé de 15 membres représentant les différents cabinets et administrations qui jouent un rôle important dans la détermination et l'exécution de la politique internationale de l'environnement.

En ce qui concerne le respect de l'objectif de réduction assigné à la Belgique par l'accord européen de "*burden sharing*", les instruments politiques à mettre en œuvre ne relèvent pas uniquement de la compétence des Régions. Ainsi, un accord de coopération a été établi afin d'établir un « plan national climat » et d'assurer le respect de l'objectif de Kyoto<sup>100</sup>. Dans le cadre de cet accord, les Régions et l'Etat fédéral ont convenu, le 8 mars 2004, d'une répartition de l'effort Kyoto entre les trois régions<sup>101</sup>.

Les régions sont compétentes pour la transposition des directives européennes qui concernent des thématiques environnementales. La transposition de la directive *Emission Trading* (délivrance des autorisations pour les émissions de GES, établissement d'un plan d'allocation des quotas, organisation de la vérification) a donc donné lieu à trois différentes législations en Belgique. En raison d'une exception pour les « *installations de secours et de sécurité des installations nucléaires qui relèvent de la compétence de l'autorité fédérale* », l'autorité fédérale est également tenue d'établir une section du plan d'allocation national des quotas, ce qui porte à 4 le nombre d'intervenants responsables de la rédaction de ce plan<sup>102</sup>. Ce plan revêt une importance particulière puisqu'il définit les niveaux d'émissions autorisés des différentes industries qui tombent sous le champ de la directive « Emission trading ». Il constitue par ailleurs un pilier central des instruments visant à assurer le respect de l'objectif de Kyoto.

### **II.5.3.2 Politique belge face à l'impact climatique de l'aviation**

#### ***Une initiative récente***

En matière de réglementation aérienne comme en matière de lutte contre les changements climatiques, la politique belge s'inscrit dans les engagements internationaux et la politique de l'Union européenne. Cependant la Belgique ne compte pas rester en dehors du débat sur la scène internationale.

Dans ce contexte, la politique scientifique fédérale finance, dans le cadre du programme « La science pour un développement durable », un projet de recherche intitulé *ABC Impacts – Aviation and the Belgian Climate Policy : Integration Options and Impacts*. La première phase de ce projet a commencé au début de l'année 2006 et devrait se poursuivre jusqu'en décembre 2007. Une seconde phase est programmée pour 2008-2009. Les recherches seront conduites par un consortium de centres de recherches universitaires de l'ULB, la VUB et l'UCL. L'objectif de ce projet est de fournir aux différents acteurs belges (*stakeholders*) une analyse détaillée de la question de l'intégration du transport international aérien dans la politique climatique européenne et/ou internationale. Différentes options sont actuellement étudiées au niveau international et l'analyse de ces options est d'un intérêt particulier pour la Belgique en raison de l'importance de ce secteur dans l'économie. Dans ce contexte, le projet ABC fournira une analyse du secteur aérien et des politiques climatiques d'un point de vue technique,

---

<sup>100</sup> Accord de coopération du 14/11/2002 relatif à l'établissement, l'exécution, le suivi d'un Plan national climat, ainsi que l'établissement de rapports, dans le cadre de la CCNUCC et du Protocole de Kyoto

<sup>101</sup> Voir l'introduction du *Plan national belge d'allocation de quotas* du 23 juin 2004, p. 6

<sup>102</sup> *Plan national belge d'allocation de quotas* du 23 juin 2004.

environnemental et économique et ce en comparaison avec les autres modes de transport internationaux.

## **II.6 Le cadre juridique de la navigation aérienne civile**

### **II.6.1 La Convention de Chicago**

#### ***La création de l'Organisation de l'aviation civile internationale***

L'Organisation de l'aviation civile internationale (OACI) a été créée en 1944 par la Convention de Chicago sur l'aviation civile internationale. Aujourd'hui 188 pays ont ratifié cette Convention qui fixe des règles visant à assurer « *le développement ordonné et sûr de l'aviation civile internationale* ». <sup>103</sup> L'objectif premier de cette association est donc de fournir un cadre réglementaire normalisé et harmonisé en matière de sécurité aérienne. Les normes émises par l'OACI sont publiées sous forme d'annexes à la convention de Chicago. Ces normes sont adoptées par le Conseil de l'OACI, lequel est composé de 33 nations membres, élues au sein de l'ensemble des membres. Ces annexes sont considérées comme contraignantes. Si un Etat est dans l'impossibilité de se conformer à ces annexes, l'Etat doit informer l'OACI des divergences entre sa réglementation et la norme. Concrètement, les Etats parties à la Convention peuvent donc, soit adopter les normes de l'OACI, soit faire une déclaration des différences par rapport à ces normes.

### **II.6.2 Le Comité pour l'Aviation et la Protection de l'Environnement**

#### ***Prise de conscience de l'impact aérien sur l'environnement***

Depuis 1971, la convention comporte une annexe XVI qui traite des normes et des pratiques recommandées pour réduire le bruit et la pollution <sup>104</sup>. Cette annexe est régulièrement mise à jour par le Conseil de l'OACI sur proposition de son *Committee on Aviation Environmental Protection* (CAEP), après consultation des États. Le CAEP examine l'efficacité et la fiabilité des systèmes de certification de la navigation aérienne du point de vue de la faisabilité technique, du caractère économique raisonnable et du besoin environnemental. Le CAEP analyse aussi d'autres questions liées aux émissions des moteurs d'avion, en ce compris les recherches nationales et internationales sur l'impact de ces émissions et les moyens de les contrôler, tels que les mesures opérationnelles et les taxes liées aux émissions. Le CAEP travaille en étroite collaboration avec des organismes régionaux et avec les autorités de navigation afin de discuter et proposer des amendements aux normes environnementales.

En ce qui concerne l'impact sur le changement climatique, l'OACI a, dès le début des années 1990, incité le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Changement climatique (GIEC) pour qu'il fasse le point sur les connaissances relatives à l'impact de l'aviation sur le changement climatique. Cette demande a abouti au rapport de 1999 *L'aviation et l'atmosphère planétaire*. Plus récemment, l'OACI a demandé au GIEC qu'il mette à jour ces données, dans le cadre de la préparation du « 4<sup>ème</sup> rapport d'évaluation » qu'il publiera en 2007. L'OACI a, d'autre part, examiné les différents moyens opérationnels de réduire la consommation de

---

<sup>103</sup> Voir le préambule de la Convention relative à l'aviation civile internationale (Doc 7300/8), dite convention de Chicago.

<sup>104</sup> Actuellement l'Annexe XVI ne traite pas des gaz à effet de serre.

kérosène. Cette analyse a donné lieu à une circulaire publiée en février 2004 : *Possibilités opérationnelles de minimiser la consommation de carburant et de réduire les émissions*<sup>105</sup>.

Enfin, l'OACI a étudié comment l'usage d'instruments économiques<sup>106</sup> pourrait contribuer à la lutte contre le changement climatique en alimentant des modèles européen et américain avec de très nombreuses données économiques et techniques sur le transport aérien. Il est ainsi apparu que pour atteindre un même objectif de réduction, la participation de l'aviation à un système d'échange de quotas d'émissions serait nettement moins coûteuse que les autres options. C'est en se fondant sur cette étude que la 33<sup>ème</sup> Assemblée a entériné la participation de l'aviation civile internationale à un système ouvert d'échange de droits d'émissions et a demandé au Conseil d'en formuler les lignes directrices. Pour ce faire, le comité CAEP a utilisé les services d'un consultant, ICF. Les conclusions de son rapport *Designing a greenhouse gas emissions trading system for international aviation* ont été présentées à la 35<sup>ème</sup> Assemblée, en octobre 2004<sup>107</sup>.

Lors de la 35<sup>ème</sup> Assemblée de l'OACI, les États membres de l'Union européenne, conformément à la position adoptée par le COREPER<sup>108</sup> en juillet 2004, ont demandé de reconnaître qu'ils pourraient instaurer sur le territoire de l'Union des redevances ou des taxes sur les émissions de gaz à effet de serre, y compris pour les vols exploités par des opérateurs non européens<sup>109</sup>. L'Europe n'a reçu aucun soutien sur cette question<sup>110</sup>. Les pays les plus virulents ont été les pays en développement. Selon eux, le Protocole de Kyoto les exempte de mesures contraignantes. Quant aux pays développés qui se sont vigoureusement opposés à l'Europe, États-Unis, Japon, Russie, Australie et Canada, ils ont notamment souligné que les pays européens n'étaient pas en mesure d'indiquer quels seraient les coûts sur la base desquels des éventuelles redevances sur les émissions seraient déterminées, ni quelle pourrait être l'affectation des ressources ainsi collectées. Enfin, ils ont fait observer que les études coût-efficacité qui avaient été soumises à l'OACI montraient toutes que les taxes et les redevances étaient peu efficaces par rapport à des systèmes d'échanges de quotas d'émissions. Les pays européens ont finalement accepté le compromis proposé par le président de l'Assemblée. La possibilité pour les régions telles que l'Europe d'imposer des prélèvements (redevances ou taxes) sur les vols intra-régionaux fondés sur les émissions de GES est reconnue sous la réserve que de tels prélèvements ne concernent que leurs propres transporteurs<sup>111</sup>.

---

<sup>105</sup> Giblin, J.P., *Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile*, rapport du Conseil Général des Ponts et Chaussées, mars 2005, page 30

<sup>106</sup> L'Organisation a admis les redevances sur le bruit et les modulations de redevances aéroportuaires, à revenus constants, en fonction des performances acoustiques des avions. Elle a également admis les redevances sur les émissions contribuant à la pollution locale. Cependant la légitimité des redevances sur les émissions a été plusieurs fois contestée par la Russie, les États Unis et les pays en développement notamment du fait que leur efficacité n'était pas démontrée et que les prélèvements opérés, en particulier, sur les transporteurs des pays en développement ne correspondaient pas à des dépenses de lutte contre la pollution. (source : Giblin, J.P., Op. Cit., page 31)

<sup>107</sup> Giblin, J.P., Op. Cit., page 31

<sup>108</sup> Le Coreper (Comité des représentants permanents) est composé des ambassadeurs des États membres auprès de l'Union européenne ("Représentants permanents"). Il est chargé d'assister le Conseil de l'Union européenne en traitant les dossiers à l'ordre du jour de celui-ci, dans une phase de pré-négociations. Il détient une place centrale dans le système de prise de décision communautaire où il est à la fois une instance de dialogue (dialogue entre les représentants permanents et de chacun d'entre eux avec sa capitale) ainsi que de contrôle politique (orientation et supervision des travaux des groupes d'experts).

<sup>109</sup> Giblin, J.P., Op. Cit., page 31

<sup>110</sup> Giblin, J.P., Op. Cit., page 31

<sup>111</sup> OACI (2004), Assemblée – 35<sup>ème</sup> session, rapport du comité exécutif sur le point 15 de l'ordre du jour, A-35-WP/352 P/84, 12/10/2004, appendice H et I (pages 28-34)

L'Assemblée a par ailleurs confirmé qu'elle entérinait le principe de la participation de l'aviation civile internationale à des échanges de quotas d'émissions et demandé au Conseil de travailler dans deux directions : incorporation des émissions de l'aviation internationale dans les programmes d'échange de quotas d'émissions des États contractants, conformément au processus de la CCNUCC, et mise au point d'un système volontaire d'échange de quotas que les États contractants et les organisations internationales pourraient proposer.

Enfin, certains auteurs appellent à une collaboration accrue de l'OACI avec d'autres institutions (par exemple l'Organisation Maritime Internationale) afin de comptabiliser les émissions provoquées par le transport international<sup>112</sup>. En effet, la croissance du trafic maritime international est également très importante et responsable d'émissions de GES. Dès lors, il serait sans doute préférable de traiter les deux questions ensemble, par exemple lors des négociations post-Kyoto actuellement en cours.

---

<sup>112</sup> Oberthür (2003), "Institutional interaction to address greenhouse gas emissions from international transport: ICAO, IMO and the Kyoto Protocol", *Climate Policy*, Vol. 3, Issue 3, pp. 191-205

# III Les instruments politiques

## III.1 Introduction

Avant de s'attarder sur les différents instruments politiques susceptibles d'être utilisés en vue de contrôler les émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile internationale, il est intéressant de rappeler quelques éléments et principes relatifs à la légitimité de l'intervention de l'autorité publique sur un secteur d'activité économique, aux imperfections du marché, et au droit. Ces éléments décrits ci-dessous sont essentiels pour opérer les choix les plus appropriés lors de la prise de décision.

### III.1.1 Légitimité de l'intervention du pouvoir politique

Face au double constat alarmant d'un changement climatique anthropogénique et d'une accentuation du rôle du trafic aérien civil dans la perturbation de la composition de l'atmosphère, il est légitime d'attendre une action politique sur la question.

Cette intervention du pouvoir politique, si elle peut sembler évidente pour les scientifiques ou environnementalistes, l'est sans doute beaucoup moins dans le chef des principaux responsables du secteur aérien. En effet, à l'instar de l'automobile, l'avion est un symbole de liberté. Aussi, des mesures visant une limitation du développement de l'aviation civile font face à de nombreuses réticences. Par exemple, rappelons que l'OACI a toujours défendu un libre accès aux couloirs aériens. Un lobby économique comme l'IATA partage évidemment cette vue. Enfin ne perdons pas de vue qu'une politique défavorable au secteur, même à court terme, ne pourrait fonctionner que si un nombre important de pays adoptaient des mesures similaires. Un petit pays menant une politique hostile au secteur aérien se retrouverait isolé de la scène internationale, au propre comme au figuré.

Pourtant, le décideur politique dispose de plusieurs instruments qui devraient permettre, si pas de séduire le secteur aérien, au moins de susciter l'adhésion de sa frange la plus progressiste, celle qui possède déjà les meilleures technologies et pour qui le coût d'adaptation sera donc le plus faible.

Dans son travail de concertation avec les acteurs économiques, le pouvoir politique veillera à clarifier son champ d'intervention.

### III.1.2 Les imperfections du marché

#### III.1.2.1 Justification économique de l'action politique

Les imperfections du marché aérien sont un autre aspect intéressant permettant de légitimer l'action politique. En effet, dans les sociétés libérales à économie ouverte<sup>113</sup>, les gouvernements ont un devoir d'intervention lorsque les marchés et le droit civil ne peuvent opérer sans échec. Certains courants de pensées vont même jusqu'à revendiquer que le gouvernement ne devrait intervenir que dans ce cas de figure.<sup>114</sup> Autrement dit, selon cette hypothèse, des systèmes de réglementation ne seraient nécessaires qu'en présence d'échecs du

---

<sup>113</sup> La grande majorité des vols aériens se concentre dans des "sociétés libérales à économie ouverte".

<sup>114</sup> Breyer, S. (1982), *Regulation and its reform*, Harvard University Press, Cambridge (MA) cité in Hood, C., H. Rothstein and R. Baldwin (2002), *The Government of risk. Understanding Risk Regulation Regimes*, Oxford University Press, Oxford

marché. Sans partager cette vision doctrinaire (qui mettrait en péril de nombreux services publics), il nous semble cependant intéressant d'analyser les imperfections du marché du transport aérien. Ce choix est également motivé par le Protocole de Kyoto qui, en son article 2, précise que chacune des parties applique ou élabore des politiques de « *réduction progressive ou suppression graduelle des imperfections de marché (...) dans tous les secteurs émettant des gaz à effet de serre.* »<sup>115</sup>

### III.1.2.2 Principales sources d'imperfections du marché

Si les sources d'imperfections du marché sont nombreuses (asymétrie d'information, absence de concurrence, échecs institutionnels, externalités, etc.), c'est la présence d'externalités négatives qui retient particulièrement notre attention sur la question du transport aérien. En effet, le problème d'asymétrie d'information n'est pas pertinent en l'espèce. Utilisateurs, exploitants, pouvoir politique et populations civiles disposent d'une information comparable sur la thématique étudiée. Il y a peu de raison de croire à un complot des constructeurs ou compagnies aériennes quant à leurs émissions réelles de gaz à effets de serre. L'analyse des quantités de kérosène utilisées est une information publique (du moins à un niveau consolidé). En ce qui concerne le peu de concurrence dans l'aviation civile (quasi-duopole au niveau de la production avec Boeing et Airbus), le nombre élevé de fournisseurs entrant en jeu dans le développement et la fabrication de nouveaux appareils devrait suffire à garantir la possibilité d'un progrès technologique. On ne peut pas non plus noter d'échecs institutionnels ayant empêché le fonctionnement efficace d'un secteur aérien privatisé mais régulé. Par contre, de nombreuses externalités sont présentes dans ce secteur<sup>116</sup>. Avant de procéder à leur identification et d'étudier les instruments économiques devant permettre leur internalisation, nous présenterons brièvement ce concept économique dans la section suivante.

### III.1.2.3 Les externalités

L'économiste Luc Weber définit les externalités comme « *l'ensemble des bénéfiques ou des coûts qui, bien qu'ils s'ajoutent aux bénéfiques et aux coûts propres à une activité donnée, ne sont pas reflétés dans les prix du marché et touchent des agents économiques tiers, sans que ces derniers soient légalement tenus de payer ou en droit de recevoir un dédommagement.* »<sup>117</sup> Les externalités peuvent provenir tout autant d'activités de consommation que de production. Les externalités sont dites positives lorsqu'il s'agit de bénéfiques; négatives lorsqu'il s'agit de coûts.

En ce qui concerne la production, les exemples les plus connus d'externalités négatives sont les nuisances causées par certaines activités industrielles. On pense ici aux atteintes à l'environnement (pollution de l'eau ou de l'air, bruit, détérioration du paysage, etc.) que peut engendrer une activité industrielle. Quant aux externalités négatives liées à la consommation, on peut avant tout citer les nuisances provoquées par les comportements individuels (tabagisme, alcoolisme, trafic automobile). Réciproquement, l'acte volontaire et individuel de se faire vacciner contre la grippe renforce le bien être de la société dans sa globalité puisque le risque d'épidémie diminue à chaque fois qu'une personne fait ce choix. Ce comportement a pour conséquence un effet externe positif. Les progrès technologiques sont traditionnellement

---

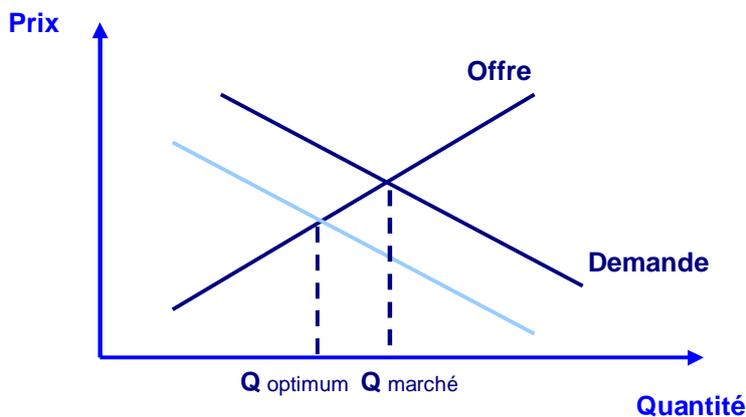
<sup>115</sup> Protocole à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (Kyoto, 11 décembre 1997), article 2.1

<sup>116</sup> Pour une description des externalités environnementales du secteur, voir Schipper, Y., Rietveld, P. and P. Nijkamp (2001), "Environmental externalities in air transport markets", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 7, pp. 169-179

<sup>117</sup> Weber, L. (1997), *L'Etat, acteur économique*, Economica, Paris, p.59

considérés comme des externalités positives. Ci-dessous, nous avons représenté graphiquement l'impact des externalités négatives sur la quantité consommée/produite<sup>118</sup>. On constate que les externalités négatives à la production ou à la consommation conduisent les agents économiques (marchés) à produire une quantité trop grande par rapport au niveau de production socialement efficace. Le secteur de la navigation aérienne civile engendre des externalités positives et négatives. Parmi les externalités positives, on peut citer l'effet favorable qu'une connexion aéroportuaire peut avoir sur le développement touristique, économique ou culturel d'une région. En ce qui concerne les externalités négatives, le bruit engendré par les avions (qui pénalise les riverains des aéroports tant en matière de qualité de vie qu'au niveau économique<sup>119</sup>) fait figure de cas d'école. Toutefois à un niveau plus global, les émissions de gaz à effets de serre sont également des externalités négatives. Les conséquences du changement climatique frapperont des populations étrangères aux transactions économiques du secteur aérien. Les externalités du secteur aérien peuvent à la fois être considérées comme des externalités de production (exploitation de lignes aériennes commerciales) et de consommation (le nombre de vols est déterminé par la consommation et en particulier par l'augmentation de la demande pour des voyages touristiques toujours plus éloignés du lieu de résidence)

**Figure 7 : Externalités négatives à la consommation**

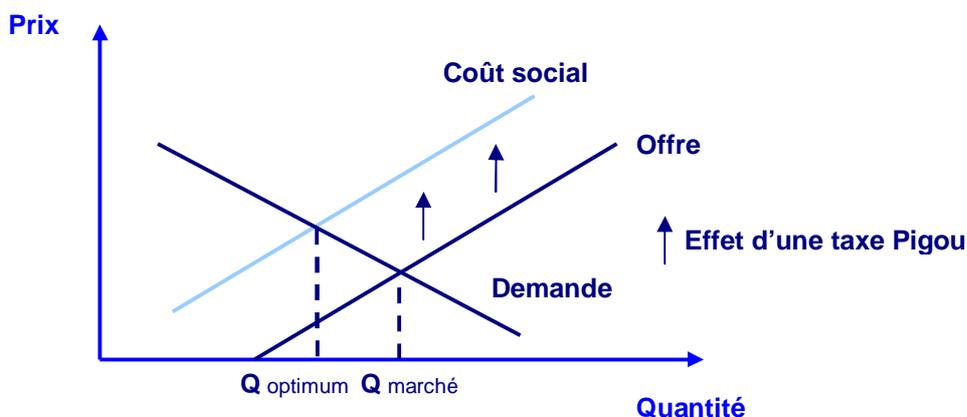


<sup>118</sup> Nous nous sommes inspirés du cours d'économie politique en ligne de l'Université de Genève (UNIGE) et en particulier du chapitre 10 consacré aux externalités.

Voir le site <http://www.unige.ch/ses/ecopo/schmitt/ecopo11.pdf>

<sup>119</sup> Cas des moins-values immobilières pour les riverains des aéroports.

Figure 8 : Externalités négatives à la production



Il existe des solutions privées ou publiques pour lutter contre les externalités négatives (c'est-à-dire pour les internaliser).

Parmi les solutions privées, on retrouve notamment les codes éthiques, les organisations charitables ou les contrats de type Coase. Le théorème de Coase<sup>120</sup> montre que les parties en présence peuvent négocier une solution qui permettra d'internaliser l'externalité et de satisfaire les conditions d'allocation optimale. Il faut cependant que certaines conditions préalables soient satisfaites, en particulier que les droits de propriété soient clairement établis et respectés, que la source et le coût d'un dommage (ou l'ampleur d'un bénéfice) puissent être identifiés et évalués et enfin que le coût de la transaction ne dissuade pas les parties en présence de négocier une solution optimale. En matière environnementale, l'internalisation des coûts ne provient ici que d'une négociation bilatérale entre le pollueur et le pollué.

Une version plus élaborée de correctif « privé » consiste à mettre en place un marché des droits à polluer. Ce type de solution fut choisi aux Etats-Unis comme programme de lutte contre les pluies acides avec la mise en place d'un marché de  $\text{SO}_2$ <sup>121</sup> et est actuellement utilisé en Europe comme outil de lutte contre les changements climatiques (voir supra la présentation de la directive *Emission Trading*). Il ne faut néanmoins pas croire que ce dernier correctif puisse se réaliser sans aucune intervention de l'Etat<sup>122</sup>. Un marché d'une telle complexité réclame un cadre institutionnel conséquent (aux USA, l'EPA<sup>123</sup> a géré la mise en œuvre complexe de ce marché; en Europe, le SCEQE a demandé un lourd travail administratif de la part de la Commission et des Etats membres). Généralement, la solution privée aux problèmes d'externalités échoue en raison de coûts de transaction trop élevés pour atteindre un accord ou de problèmes d'évaluation monétaires des externalités.

<sup>120</sup> Coase, R.H., "The problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, Vol. 3, pp. 1-44

<sup>121</sup> Joskow, P.L., R. Schmalensee and E.M. Bailey (1998), "The Market for Sulfur Dioxide Emissions", *American Economic Review*, Vol. 88, n°4, pp. 669-685

<sup>122</sup> Dans la littérature, l'Etat est souvent considéré comme un acteur incontournable dans la prise en compte des externalités environnementales. Voir notamment Bauduin, P. (1995), "La prise en compte des externalités environnementales", *Problèmes économiques*, n°2451, p. 10

<sup>123</sup> Environmental Protection Agency. Voir le site [www.epa.gov/airmarkets](http://www.epa.gov/airmarkets) pour plus de détails sur ce marché.

Parmi les solutions publiques, on trouve en premier lieu la réglementation. Rendre la vaccination obligatoire des enfants, émettre des seuils maximaux d'émissions de polluants ou interdire de fumer dans les lieux publics sont des exemples de réglementation internalisant les externalités (le cas échéant des sanctions punissant le contrevenant). Une autre solution est de définir des politiques économiques incitatives. Ces politiques peuvent consister en l'introduction de taxes ou de subsides. Les taxes visant à internaliser les externalités négatives sont dites taxes de Pigou (voir effet sur le graphe supra). Les assises élevées sur l'alcool, l'essence ou le tabac peuvent être considérées comme de semblables taxes. Les subsides sont utilisés pour internaliser des externalités positives. Des subsides pour l'achat de panneaux solaires sont un exemple d'internalisation des externalités positives (les agents qui investissent dans les énergies renouvelables font bénéficier l'ensemble de la société de ce choix). Les compagnies aériennes ont bien compris ce système lorsqu'elles recherchent des subsides régionaux en échange de nouvelles lignes aériennes<sup>124</sup>. Lorsqu'une compagnie aérienne réclame un tel soutien des pouvoirs publics (pensons au cas de la compagnie Ryanair), elle revendique en fait l'internalisation des externalités positives que sa présence va apporter à la région (en terme de développement économique, social et culturel).

### III.1.3 Le droit comme vecteur de légitimation

#### III.1.3.1 Le principe du pollueur-payeur

Le principe du pollueur-payeur et la valorisation monétaire des vies humaines ou de la biodiversité correspondent à ce que Nicolas de Sadeleer considère comme un modèle curatif, c'est-à-dire l'idée que « l'Etat se doit d'agir et se trouve tenu de gommer les effets néfastes de la surexploitation. »<sup>125</sup>, les deux autres principes sont inspirés d'autres modèles. Pour le juriste des Facultés Saint-Louis, la prétention du principe de prévention « est d'assurer une véritable maîtrise des risques tout en tolérant un certain degré de nuisances. »<sup>126</sup>. Le principe de précaution serait quant à lui redevable d'un modèle anticipatif qui correspondrait à une remise en question de la culture scientifique classique. Pour de Sadeleer, « *la science contemporaine reste en défaut de produire des certitudes et fournit, en fin de compte, plus de questions qu'elle n'en résout.* »<sup>127</sup> Des dommages graves et irréparables ont déjà été commis et la prise de conscience des erreurs du passé devraient inciter à agir avec plus de "précaution".

Au niveau juridique, l'internalisation des externalités négatives environnementales a été objectivée par le principe du pollueur-payeur. L'objectif de ce principe fondamental du droit de l'environnement est de promouvoir et répandre l'internalisation des externalités négatives, par exemple en développant des marchés de pollution. On retrouve derrière ce principe, une volonté de responsabilisation des acteurs privés. Ce principe très simple est toutefois difficile à mettre en œuvre. En effet, pour chiffrer les dommages, étape essentielle dans l'application du principe de pollueur-payeur, les autorités doivent au préalable valoriser économiquement des éléments non-monnaies. Par exemple, en cas de pollution de l'atmosphère, il faudra estimer les dommages pour que le pollueur puisse payer (la remise dans leur pristin état étant impossible). On comprend aisément que l'estimation monétaire de la détérioration de

---

<sup>124</sup> Lorsqu'une compagnie aérienne réclame des subsides régionaux (pensons au cas de la compagnie Ryanair, spécialiste dans ce type de démarche), elle revendique en fait l'internalisation des externalités positives que sa présence va apporter à la région (en terme de développement économique, social et culturel).

<sup>125</sup> Ibid., p. 41

<sup>126</sup> Ibid., p. 43

<sup>127</sup> Ibid., p. 46

l'atmosphère par les aéronefs n'est pas aisée. Ces évaluations doivent prendre en compte des problèmes éthiques tels que l'évaluation d'une vie humaine ou de la qualité de vie (voir supra).

### III.1.3.2 Le principe de prévention

Succédant à l'approche curative qui marque le principe du pollueur-payeur et les évaluations économiques des dommages causés à la santé humaine et à la biodiversité, le principe de prévention aurait modifié radicalement le droit de l'environnement<sup>128</sup>. En exigeant l'adoption de mesures destinées à lutter directement contre la production des nuisances, la prévention complète le principe du pollueur-payeur, lequel ne parvient à réduire la pollution qu'en forçant les pollueurs à internaliser leurs coûts. Ce principe consiste à faire intervenir les autorités avant la survenance qui devrait vraisemblablement avoir lieu dans la mesure où rien ne serait entrepris pour l'empêcher.

### III.1.3.3 Le principe de précaution

Le principe de précaution préconise l'action du législateur pour prémunir la société « *de risques potentiels qui ne sont pas encore identifiables dans l'état actuel de nos connaissances.* »<sup>129</sup> Selon Kourilsky et Viney, « *le principe de précaution implique qu'au dicton "dans le doute, abstiens-toi", les autorités publiques substituent l'impératif "dans le doute, mets tout en œuvre pour agir au mieux".* »<sup>130</sup> La reconnaissance de ce principe par le droit communautaire<sup>131</sup> et la défense de son utilisation par l'agence européenne de l'environnement<sup>132</sup> en font un instrument juridique intéressant pour régler des risques encore incertains, tels que ceux induits par les émissions de GES dans la haute troposphère ou la basse stratosphère.

Le principe de précaution n'est toutefois pas accepté par tous. L'appel de Heidelberg, signé avant les négociations de Rio en 1992 par plus de 50 prix Nobel (dont Ilya Prigogine de l'ULB), s'attaque à cette « *idéologie irrationnelle qui s'oppose au progrès scientifique et technique et nuit au développement scientifique et social.* » Il demandait que le contrôle et la préservation des ressources naturelles « *soient fondées sur des critères scientifiques et non sur des préjugés irrationnels.* »

La précaution se situe en bout de chaîne des mesures publiques destinées à contrer les dommages environnementaux. Toutefois, ce principe n'est pas valable pour tous les risques environnementaux. En particulier, la déclaration de Rio, qui définit le principe de précaution dans son 15<sup>ème</sup> principe, limite son utilisation à des risques aux conséquences sérieuses et irréversibles<sup>133</sup>.

---

<sup>128</sup> de Sadeleer, N. (1999), op. cit., p. 106

<sup>129</sup> L'institut Servier (2001), La prévention et la protection dans la société du risque : le principe de précaution, Elsevier, Paris, page 15

<sup>130</sup> Kourilsky et Viney in Zaccari, E. (2002), "De la prévention à la précaution et réciproquement", *Revue d'éthique publique*, automne 2002, pp. 23-39

<sup>131</sup> Douma, W.T. (2003), *The precautionary principle. Its application in International, European and Dutch Law*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen

<sup>132</sup> European Environmental Agency (2001), *Late lessons from early warnings : the precautionary principles 1896-2000*, Copenhagen

<sup>133</sup> Nations-Unies, *Déclaration de Rio*, principe 15

Une autre critique du principe de précaution concerne son utilisation à des fins protectionnistes. L'OMC a, par exemple, considéré abusive l'interdiction d'importation de viande de bœuf aux hormones, motivée par l'UE comme étant une application du principe de précaution. L'UE justifiait cette interdiction en raison des appréhensions d'une partie de la communauté scientifique, qui considère les hormones de croissance comme potentiellement cancérigènes<sup>134</sup>.

Enfin, signalons que le principe de précaution est l'objet de débats théoriques quant aux personnalités juridiques redevables de ce principe. Pour le philosophe François Ewald, plutôt libéral dans sa conception du rôle de l'Etat, il ne fait aucun doute que ce principe s'applique aux Etats et non aux entreprises<sup>135</sup>. Toutefois la jurisprudence de la Cour européenne de justice est en contradiction avec cette conviction et plusieurs entreprises (notamment Pfizer) ont déjà été condamnées en vertu de ce principe<sup>136</sup>.

### III.1.4 Perspectives

Les développements récents tant au niveau juridique (droit international de l'environnement) qu'au niveau économique (mise en place de marchés de quotas d'émissions) sont deux éléments auxquels le politique devra recourir pour justifier la prise en compte des externalités environnementales négatives du secteur aérien.

Enfin, avant de clôturer cette section, il nous semble intéressant de présenter les résultats d'une étude récente sur les effets de la dérégulation du secteur aérien sur les coûts externes<sup>137</sup>.

La dérégulation du secteur a causé une augmentation du trafic, une diminution du prix du billet, une augmentation du taux d'occupation des appareils et de façon indiscutée une augmentation du bien-être lorsque les externalités ne sont pas considérées. Le résultat en terme de bien-être est nettement moins clair si les coûts externes sont intégrés. Les auteurs de l'étude ne pensent pas que la dérégulation est un mauvais choix politique. Simplement, ils insistent sur le fait que sans une prise en compte des effets externes, la dérégulation peut-être synonyme d'une perte de bien-être. En conséquence, les résultats de cette étude indiquent que la libéralisation des compagnies aériennes devrait être combinée avec des politiques d'internalisation des coûts externes, comme par exemple des redevances environnementales. Les auteurs nous fournissent ainsi un argument supplémentaire en faveur de l'analyse et de la prise en compte des externalités de l'aviation.

Après avoir présenté les développements économiques et juridiques qui justifient l'interventionnisme politique sur la question de l'impact du transport aérien sur le climat, nous allons maintenant décrire les principaux instruments devant permettre une réduction efficace<sup>138</sup> et efficiente<sup>139</sup> des coûts externes du secteur.

---

<sup>134</sup> McNelis, N. (2000), "EU communication on the precautionary principle", *Journal of International Economic Law*, Vol. 3, n°3, p. 545

<sup>135</sup> Ewald, F. et al., *Le Principe de précaution*, PUF, Que Sais-je, Paris

<sup>136</sup> Ladeur, K-H. (2003), "The Introduction of the Precautionary Principle into EU Law: A Pyrrhic Victory for Environmental and Public Health Law? Decision-Making Under Conditions of Complexity in Multi-Level Political Systems", *Common Market Law Review*, Vol. 40, n°6, p. 1455

<sup>137</sup> Schipper, Y., Rietveld, P. and P. Nijkamp (2003), "Airline deregulation and external costs: a welfare analysis", *Transportation Research*, Vol. 37, pp. 669-718

<sup>138</sup> C'est-à-dire une diminution des émissions de polluants la plus importante possible

<sup>139</sup> C'est-à-dire un objectif environnemental atteint au coût le plus bas

Chaque instrument sera analysé dans une section séparée qui tentera d'analyser l'impact de la mesure au niveau économique et environnemental et la faisabilité de sa mise en œuvre.

En ce qui concerne l'impact économique, il sera souvent fait référence aux travaux du bureau d'étude CE Delft. Ce choix est justifié par le fait que la plupart des rapports édités par les pouvoirs publics se sont basés sur ces sources. Les rapports de la Commission européenne, les rapports de Defra/Dft<sup>140</sup>, et, dans une moindre mesure, le rapport du Ministère français de l'équipement et des transports<sup>141</sup> citent tous les études de CE Delft. Enfin notons que CE Delft a également participé aux travaux préparatoires de l'ECCP II.

---

<sup>140</sup> Ce rapport est pourtant préparé par un consultant concurrent (ICF). Voir Defra and Dft (2006), *Including Aviation into the EU ETS: Impact on EU allowance prices*, Final report, February 1, 2006

<sup>141</sup> Giblin, J.P. (2005), *Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile*, rapport du Conseil Général des Ponts et Chaussées

## III.2 Les normes

### III.2.1 Principe

D'un point de vue économique, les normes ne sont pas *a priori* l'outil le plus efficace pour réduire les dommages environnementaux causés par une activité car elles ne permettent pas d'égaliser les coûts marginaux de réduction des émissions<sup>142</sup>. Autrement dit, une norme peut parfois impliquer des coûts importants pour un bénéfice environnemental mineur (c'est le cas pour un acteur qui dépasserait la norme d'un infime pourcentage et serait néanmoins contraint à des coûts d'adaptation importants). Selon les économistes, les normes sont adaptées pour les problèmes de pollution localisés et non linéaires (c'est-à-dire lorsque le dépassement d'un seuil provoque la pollution/la nuisance)<sup>143</sup>. On comprend donc que la norme n'est pas l'instrument à favoriser pour un problème global tel que la lutte contre le changement climatique lorsque l'on recherche la solution la plus efficiente au niveau économique.

Pour autant, les normes sont de nature à accélérer la mise sur le marché des technologies les plus efficaces disponibles et leur mise en œuvre peut être simple et peu coûteuse. Elles peuvent être bien adaptées à certaines situations, comme l'a montré leur application au secteur automobile et aux nuisances sonores des avions<sup>144</sup>.

Cependant, afin de contrer la relative inefficience économique des normes, certains économistes ont imaginé des *Performance Standard Incentives* (PSI). Il s'agit de normes de performances flexibles. Cette formule, étudiée en détails par le bureau d'étude hollandais CE Delft<sup>145</sup>, est un système neutre par rapport aux revenus<sup>146</sup> dont l'objectif est de récompenser les opérateurs aériens particulièrement efficaces au niveau environnemental, c'est-à-dire ayant une performance supérieure à la norme définie, et de pénaliser les acteurs les moins performants. La difficulté consiste ici à définir une norme qui permette que l'efficacité environnementale de l'aviation civile soit à la fois équitable et définie d'une manière permettant des comparaisons. Les émissions aériennes doivent dès lors être liées à un paramètre de production. Étant donné que les avions produisent des charge-kilomètres (charge = *payload* = passagers et fret), les normes d'efficacité pourraient être ramenées à ce paramètre de production.

Les normes « classiques » (par opposition aux PSI) pourraient se rapporter à différents aspects de la problématique. Selon un rapport français publié à la demande du Ministre de l'Équipement et des Transports, une norme sur les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) semblerait adaptée « *dans la mesure où les solutions techniques de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>, notamment au niveau de la consommation des moteurs, pourraient se traduire, si aucune mesure spécifique n'était prise, par une hausse des émissions de NO<sub>x</sub>.* »<sup>147</sup> Le recours à la

---

<sup>142</sup> Giblin, J.P. (2005), *Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile*, rapport du Conseil Général des Ponts et Chaussées, page 50

<sup>143</sup> Hohn, R. W., R. N. Stavins (1992), "Economic Incentive for Environmental Protection: Integrating Theory and Practice", *American Economic Review*, Vol. 82, No 2

<sup>144</sup> Giblin, J.P. (2005), page 50

<sup>145</sup> Wit, R.C.N., J.M.W. Dings, P. Mendes de Leon, L. Thwaites, P. Peeters, D. Greenwood and R. Doganis (2002), *Economics incentives to mitigate greenhouse gas emissions from air transport in Europe*, Delft, CE. Cette étude, commandée par la Commission, n'a pas été publiée officiellement. La raison invoquée par la Commission est la primauté donnée à l'époque (2002) à la taxation du kérosène.

<sup>146</sup> Il s'agit en fait d'une combinaison de taxes pour les acteurs qui polluent le plus, associées à des subsides des acteurs polluants le moins.

<sup>147</sup> Ibid.

norme pour réduire les émissions de NO<sub>x</sub> est également justifié par un objectif de santé publique : les NO<sub>x</sub> provoquent des pollutions locales en surface. Toujours selon le rapport susmentionné, des normes sur la performance énergétique (et donc sur les émissions de CO<sub>2</sub>) de chaque type d'appareil n'apparaissent pas comme un instrument efficace de réduction de CO<sub>2</sub> (sauf si cet instrument était modulé à l'aide d'un PSI).

Enfin, le rapport français considère que « *Les normes concernant le soufre, les composés aromatiques et les additifs pourraient être rapidement durcies en s'inspirant de ce qui a été fait pour les carburants automobiles.* »<sup>148</sup>

Etant donné que l'impact environnemental des avions fluctue en fonction de l'altitude de croisière<sup>149</sup>, une norme opérationnelle sur l'altitude pourrait également être envisagée<sup>150</sup>. Cette mesure n'est toutefois pas simple à mettre en œuvre et son efficacité environnementale n'est pas forcément spectaculaire (voir infra).

### III.2.2 Efficacité environnementale

L'efficacité environnementale dépendra du type et du niveau d'exigence de la norme. Etant donné le peu d'attrait des normes « classiques », il n'existe pas d'études sur leur impact quant à la problématique étudiée.

En ce qui concerne les PSI, le bureau d'étude CE Delft, dans une étude réalisée pour le compte de la Commission, a estimé l'effet d'une telle mesure sur les émissions en prenant en compte plusieurs scénarii pour les prix (ces prix sont fixés par le législateur en fonction des objectifs environnementaux et économiques recherchés. Ils ne sont pas nécessairement calqués sur les prix de marché du CO<sub>2</sub>. Notons qu'en apparence équitable, la liaison du PSI ou de la redevance au prix de marché du CO<sub>2</sub> est source d'incertitude pour les acteurs économiques en raison de la volatilité du prix sur les bourses d'échanges.

**Tableau 5 : Effets d'une norme et d'une redevance sur les émissions**

Prix du CO <sub>2</sub> (€/tonne)	Prix du NO <sub>x</sub> (€/kg)	Performance Standard Incentive (PSI)	Redevance sur les émissions
<b>Réduction des Emissions</b>			
10	0	-0,9%	-1,9%
30	0	-3,3%	-5,9%
50	0	-5,0%	-9,3%
10	1,2	-1,7%	-3,1%
30	3,6	-4,8%	-8,7%
50	6,0	-7,2%	-13,0%

Source : CE Delft 2002, page 68

<sup>148</sup> Notons que les limites fixées par la directive 2003/17/CE du 3 mars 2003 concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel sont beaucoup plus strictes. Pour l'essence, la norme est passée de 150 ppm à 50 ppm le 1<sup>er</sup> janvier 2005 et passera à 10 ppm au 1er janvier 2009. Pour le diesel, la norme est passée de 350 ppm à 50 ppm puis passera à 10 ppm selon le même échéancier.

<sup>149</sup> En particulier, la formation de traînées de condensation augmente en fonction de l'altitude.

<sup>150</sup> Voir Williams, V., R. B. Noland and R. Toumi (2002), "Reducing the climate change impacts of aviation by restricting cruise altitudes", *Transportation Research*, pp. 451-464 ou Williams, V., R. B. Noland and R. Toumi (2003), "Air transport cruise altitude restrictions to minimize contrail formation", *Climate Policy*, Vol. 3, Issue 3, pp. 207-219

En analysant, les données calculées par CE Delft, on constate que l'impact environnemental est marginal pour un prix du CO<sub>2</sub> à 10€ A partir de 30€, l'impact sur les émissions devient perceptible (supérieur à 3% de réduction). Cet impact environnemental est toutefois relativement faible en comparaison avec une redevance sur les émissions. En effet, avec un PSI, seules les entreprises nettement en-dessous de la norme verront un avantage immédiat à agir, alors qu'avec une redevance, toutes les compagnies ont avantage à réduire leurs émissions.

Des normes concernant le soufre, les composés aromatiques et les additifs seraient bénéfiques pour l'environnement ; toutefois l'impact de telles mesures sur la stabilisation du climat est mineur (cette mesure n'est donc pas directement intéressante dans le cadre d'une discussion sur un régime post-Kyoto). Pour cette raison, nous n'analyserons pas l'impact économique de ce type de normes.

En ce qui concerne les normes sur l'altitude, il n'y a pas encore de données scientifiques en la matière pour estimer leur efficacité environnementale. Toutefois, il est certain que des normes sur l'altitude réduiraient l'espace aérien disponible. Or, la croissance du secteur est déjà source de congestion du trafic dans les zones les plus survolées. Au niveau de l'efficacité environnementale, il faut savoir qu'une limitation de l'altitude de vol, en raison d'une organisation du trafic moins efficace, provoquerait une augmentation des émissions de CO<sub>2</sub><sup>151</sup>. Il est donc nécessaire de déterminer le meilleur trade-off entre le bénéfice climatique dû à l'évitement des traînées de condensation et l'augmentation des émissions de CO<sub>2</sub> provoqué par la congestion de l'espace aérien.

### III.2.3 Efficacité économique

L'impact économique dépendra également du type et du niveau d'exigence de la norme.

D'après les données calculées par CE Delft, on constate que le choix du décideur résultera d'un arbitrage entre bénéfices environnementaux (où la redevance serait plus efficace) et économique (où le PSI semble nettement moins coûteux en terme de perte de TKP - tonnes kilomètres payantes<sup>152</sup>- et de perte d'emplois).

Remarquons qu'à la différence d'une redevance sur les émissions, les transporteurs aériens extra-européens seraient épargnés par la mise en place d'un PSI selon les modalités étudiées par le consultant CE Delft. En effet, seules les compagnies aériennes européennes seraient concernées alors qu'une redevance sur les émissions concernerait toutes les compagnies survolant l'espace européen.

En considérant un scénario intermédiaire (CO<sub>2</sub> à 50€, NO<sub>x</sub> à 0€), la diminution de TKP serait de 0,1% avec le PSI (contre une diminution de 2,1% du TKP des compagnies européennes avec une redevance). En termes d'emploi, la perte serait de 0,8% (ou 6080 emplois) avec le PSI, contre une diminution de 21.280 emplois européens et 8.532 emplois extra-européens avec la redevance.

---

<sup>151</sup> Williams, V., R. B. Noland and R. Toumi (2002), Op. Cit.

<sup>152</sup> En anglais, RTK (Revenue Tonne Kilometres). 1 TKP représente la charge payable totale d'une tonne payante transportée sur une distance d'un kilomètre (1 passager = 100 kg).

Tableau 6 : Effets d'une norme et d'une redevance sur les TKP et l'emploi					
Prix du CO <sub>2</sub> (€/tonne)	Prix du NO <sub>x</sub> (€/kg)	Performance Standard Incentive (PSI)		Redevance sur les émissions	
		Tonnes Kilomètres payantes (TKP)			
		UE	Autre	UE	Autre
<b>Scénario de référence 2010 Milliards de TKP</b>		187	641	187	641
10	0	-0,1%	0%	-0,5%	-0,1%
50	0	-0,1%	0%	-2,1%	-0,4%
10	1,2	-0,1%	0%	-0,8%	-0,1%
50	6,0	-0,2%	0%	-3,4%	-0,6%
		Emploi du secteur aérien			
<b>Scénario de référence 2010 Employés (x1000)</b>		760	2844	760	2844
10	0	-0,2%	0%	-0,6%	-0,1%
50	0	-0,8%	0%	-2,8%	-0,3%
10	1,2	-0,3%	0%	-1,0%	-0,1%
50	6,0	-1,1%	0%	-4,4%	-0,5%

Source : CE Delft 2002, pages 75 et 76

Afin d'être complet dans la comparaison des effets économiques et environnementaux d'un PSI (par rapport à l'impact d'une redevance), il faut préciser que par nature la taxe est source de revenus pour les pouvoirs publics. Cet argent public peut lui aussi être utilisé pour des mesures de protection de l'environnement ou de développement économique. Avec un PSI neutre par rapport aux revenus, les pouvoirs publics perdent ce levier d'intervention. Avec le scénario intermédiaire analysé ci-dessus (CO<sub>2</sub> à 50€, NO<sub>x</sub> à 0€), l'UE récolterait 5,4 milliards d'euros.

Tableau 7 : Recettes fiscales d'une norme et d'une redevance				
Prix du CO <sub>2</sub> (€/tonne)	Prix du NO <sub>x</sub> (€/kg)	Performance Standard Incentive (PSI)		Redevance sur les émissions
		Recettes fiscales (milliards €)		
10	0	0		1,1
30	0	0		3,3
50	0	0		5,4
10	1,2	0		1,8
30	3,6	0		5,3
50	6,0	0		8,6

Source : CE Delft 2002, page 90

Une norme sur l'altitude, en raison de l'augmentation de la quantité de kérosène consommée lors de congestion du trafic, provoquerait une hausse des coûts opérationnels des compagnies aériennes. Il n'existe toutefois pas de données empiriques pour estimer ces coûts.

### III.2.4 Obstacles à l'implémentation

Un durcissement des normes sur les émissions de NO<sub>x</sub> devrait résulter d'une concertation sur les possibilités technologiques avec les constructeurs et les motoristes. Il devrait également faire l'objet de discussions approfondies au sein de l'OACI surtout si ces normes devaient conduire, comme cela fut le cas dans le domaine du bruit, à interdire l'accès aux aéroports aux avions ne respectant pas le niveau d'exigence défini par la norme. La norme aujourd'hui agréée au niveau de l'OACI n'inclut, pour le moment, que les émissions du cycle

atterrissage/décollage. Un durcissement pourrait passer par l'inclusion des émissions de NO<sub>x</sub> en altitude de croisière. Les perspectives technologiques soulignent la faisabilité de ce durcissement puisque le programme ACARE<sup>153</sup> envisage de réduire de 80% les émissions de NO<sub>x</sub> d'ici à 2020.

Les PSI représentent une alternative intéressante. Néanmoins le système à mettre en place semble très lourd et ce concept reste purement théorique. De plus le fait que le système imaginé par CE Delft est limité aux acteurs européens est source de distorsions économiques.

Au niveau de la mise en œuvre d'une limitation de l'altitude de croisière, le principal obstacle concerne la restriction de l'espace aérien disponible qu'une telle mesure engendrerait inévitablement.

Enfin, notons que l'échelon européen n'est sans doute pas le plus approprié pour instaurer des normes en ce qui concerne les caractéristiques techniques des avions. En effet, l'instauration de ce type de normes serait certainement dénoncée comme mesure protectionniste et sans doute en violation avec les engagements pris par l'Union européenne en matière de libre-échange. La seule norme qui pourrait être prise au niveau européen concerne la limitation de l'altitude de croisière au sein de l'espace européen. Cette mesure pourrait être mise en œuvre par Eurocontrol, le gestionnaire de l'espace aérien de l'UE<sup>154</sup>.

### III.2.5 Analyse

Les normes, en raison de leur relative inefficacité économique, devraient se limiter à la gestion de phénomènes de pollution non linéaires. En ce sens, les normes sont complémentaires des instruments économiques. Dès lors, il serait intéressant d'envisager la mise en place d'un système de réglementation hybride qui favoriserait les instruments économiques pour l'internalisation des émissions de CO<sub>2</sub> et la mise en place de normes pour la gestion des autres incidences négatives de l'aviation (effets climatiques non-liés à l'émission de CO<sub>2</sub>, effet « pluies acides » provoqués par les émissions de SO<sub>2</sub>, problématique du bruit...).

Le système de PSI peut induire des distorsions économiques. En outre, notons que l'expérience de modulation des taxes d'atterrissage en fonction des émissions de NO<sub>x</sub> en Suisse et en Suède (seul exemple concret pouvant s'apparenter à un PSI, voir la section III.4) a montré qu'un tel système était peu efficace au niveau environnemental et difficile à gérer pour des pays isolés.

Les actions de réglementation environnementale qui ont fait leur preuve dans d'autres secteurs (par exemple dans le secteur automobile) et qui passent par l'établissement de normes devraient être étudiées pour l'aviation.

Sur l'ensemble de cette démarche de normalisation, il est important d'établir un calendrier à long terme, pour que chaque acteur (en particulier l'industrie aéronautique et les compagnies aériennes) puisse avoir une visibilité convenable et définir des stratégies.

---

<sup>153</sup> L'*Advisory Council on Aeronautics Research in Europe* est un groupe dont l'objectif est de mettre en œuvre une stratégie de recherche aéronautique en Europe. Il fut mis sur pied en 2001 à l'initiative du Commissaire européen Philippe Busquin (<http://www.acare4europe.org/>).

<sup>154</sup> Eurocontrol est l'Organisation Européenne de Sécurité de la Navigation Aérienne. Comprenant 36 Etats membres, Eurocontrol gère et coordonne le développement d'un système uniforme de gestion du trafic aérien européen.

Enfin, la définition de nouvelles normes environnementales devrait vraisemblablement se faire au niveau mondial. En particulier, le comité CAEP, au sein de l'OACI, est bien adapté pour étudier des propositions de nouvelles normes.

## III.3 Redevances de route

### III.3.1 Principe

Une taxation de l'utilisation des couloirs aériens se heurte à la doctrine de l'OACI selon laquelle l'usage des couloirs aériens, garanti par la Convention de Chicago, doit être libre et ne peut donner droit à un « péage » qu'en échange d'un service rendu. L'objet des redevances de route est de couvrir les services de navigation aérienne rendus en vol, tant pour le guidage des avions que pour leur séparation et le bon écoulement des flux de trafic<sup>155</sup>.

Dans sa résolution du Conseil de 1996, l'OACI admet néanmoins que les redevances puissent couvrir des coûts indirects liés aux services rendus, même si la couverture des coûts externes sous ce vocable est controversée par certains États (dont les États-Unis)<sup>156</sup>. La philosophie n'en demeure pas moins qu'une redevance doit être dévolue à couvrir les coûts externes et que le produit d'une redevance « environnementale » doit être consacré à couvrir ou combattre les dommages créés<sup>157</sup>. Ainsi, dans le cas d'une redevance sur les émissions (CO<sub>2</sub> ou NO<sub>x</sub>), le produit de la redevance devrait être utilisé à réduire le niveau de ces émissions.

Les redevances pourraient être affectées au budget des États (auquel cas il s'agit d'une taxe) ou à un fonds supranational chargé de financer des mesures contre l'effet de serre, en principe dans l'aviation. La modulation des redevances de route (en fonction des émissions de CO<sub>2</sub>) apparaît comme une option assez simple à mettre en œuvre. Cette mesure influencerait le progrès technologique. L'efficacité environnementale de la mesure pourrait être accrue si l'on acceptait que les revenus financent des programmes de R&D. Au niveau européen, la mise en œuvre technique et la perception des redevances pourraient être confiées à Eurocontrol.

### III.3.2 Efficacité environnementale

En analysant, les données calculées par CE Delft (voir tableau supra), on constate que l'impact environnemental est important : 5,9% de diminution des émissions avec un prix de la tonne de CO<sub>2</sub> de 30€ (13% avec un prix de 50€ pour la tonne de CO<sub>2</sub> associé à un prix de 6€ le kg de NO<sub>x</sub>).

### III.3.3 Efficacité économique

Une redevance sur les émissions concerne toutes les compagnies survolant l'espace européen. L'impact économique touchera donc des acteurs non européens. En considérant un scénario intermédiaire (CO<sub>2</sub> à 50€, NO<sub>x</sub> à 0€), la diminution de TKP serait de 2,1% avec une redevance. En termes d'emploi, la perte serait de 21.280 emplois européens et 8.532 emplois extra-européens avec la redevance. Toutefois, avec ce scénario, l'UE récolterait 5,4 milliards d'euros de recettes. On pourrait imaginer qu'une partie des emplois perdus soit compensée par la création d'emplois dans la recherche et le développement au moyen des fonds récoltés via la redevance. Il n'est toutefois pas certain que ce type d'utilisation du produit des redevances soit

---

<sup>155</sup> Giblin, J.P. (2005), Op. Cit., page 56

<sup>156</sup> Ibid.

<sup>157</sup> C'est sur cette base que certains aéroports peuvent créer ou adapter les redevances d'atterrissage selon le niveau polluant (bruit ou émissions) des avions.

considéré comme directement lié à la lutte contre les nuisances atmosphériques causées par le secteur aérien.

### III.3.4 Obstacles à l'implémentation

En raison de la Convention de Chicago cette option semble difficilement envisageable. Néanmoins en supposant que l'Union européenne développe un cadre législatif contraignant le secteur aérien à compenser tout ou partie de ses émissions, on pourrait imaginer que les redevances de routes couvrent le financement de cette compensation (principe du pollueur-payeur). Les fonds récoltés pourraient être investis dans des projets de séquestration et stockage du CO<sub>2</sub> ou dans des fonds carbone<sup>158</sup> qui investissent à leur tour dans des projets de réduction des émissions (CDM/JI).

### III.3.5 Analyse

Une redevance de route semble difficile à mettre en œuvre en raison des obstacles juridiques évoqués ci-dessus.

Néanmoins, dans le cas où un pays, un espace régional d'intégration économique ou plusieurs pays unis par des conventions spécifiques décideraient d'internaliser la pollution provoquée par l'utilisation des couloirs aériens, la redevance de route pourrait s'avérer un instrument intéressant. Aujourd'hui un pareil consensus ne semble pas réalisable.

Si l'Union européenne décidait d'introduire une redevance de route, celle-ci se limiterait à l'espace aérien européen, limitant ainsi fortement l'efficacité environnementale.

L'Union pourrait néanmoins choisir cette option si l'opposition à d'autres mesures (système de quotas, taxation des carburants) devenait trop forte. Il pourrait alors s'agir d'un premier pas qui, en cas de mise en œuvre efficace, pourrait inspirer d'autres régions.

---

<sup>158</sup> Par exemple en investissant dans le *Prototype Carbon Fund* de la Banque Mondiale ou dans le nouveau fond commun à la Banque Européenne d'Investissement et à la Banque Européenne pour la Reconstruction et le Développement.

## III.4 Redevances d'atterrissage

### III.4.1 Principe

Les redevances d'atterrissage servent à couvrir les coûts de l'atterrissage des avions (entretien de la piste, sécurité, etc.). Ces redevances sont en général modulées en fonction de la taille de l'avion.

Dans certains pays (Suède et Suisse), une partie de la redevance d'atterrissage est fonction des émissions de polluants locaux (notamment les NO<sub>x</sub>)<sup>159</sup>. Ce système est en fait très comparable au concept de *Performance Incentive Standard* décrit dans la section III.2. La Suède a défini six catégories en fonction du niveau de pollution. Les avions appartenant à la catégorie la plus propre devaient uniquement payer la redevance d'atterrissage alors que les avions appartenant aux cinq autres catégories se voyaient contraints de payer une augmentation variant de 5 à 30% du prix de cette redevance. La prise en compte des polluants locaux dans les systèmes suisse et suédois est restée neutre en termes de revenus car elle a été accompagnée d'une baisse des autres parties des redevances d'atterrissage. En Suède, la redevance d'atterrissage a été remplacée en mars 2004 par une redevance de décollage. Les données techniques nécessaires pour la mise en œuvre de cette redevance proviennent de la base de données du cycle LTO (Landing Take-off) de l'OACI.

### III.4.2 Efficacité environnementale

L'efficacité environnementale de la mesure mise en place en Suède n'a pas pu être démontrée<sup>160</sup>. La comparaison des niveaux de pollution à l'aéroport de Stockholm-Arlanda n'a pas montré de différences avec ceux enregistrés auprès d'autres aéroports comparables ne modulant par leurs redevances d'atterrissage ou de décollage en fonction des émissions de NO<sub>x</sub>.

En effet, si les compagnies aériennes ont admis que l'impact sur le niveau des redevances des performances environnementales de leurs appareils était un critère dans le choix de nouveaux avions, le fait que cette redevance n'a été introduite que dans deux petits pays européens a limité le bénéfice des compagnies à choisir des avions avec des moteurs plus propres.

### III.4.3 Efficacité économique

Au niveau économique, la modulation de la redevance en fonction du niveau de pollution tend à lisser les coûts marginaux de lutte contre la pollution. Néanmoins, les redevances d'atterrissage (ou de décollage) ne sont pas un instrument économique adapté pour lutter contre des phénomènes globaux tels que le changement climatique. Cet instrument aurait plus de sens pour l'internalisation des dommages causés par le bruit à proximité des aéroports.

---

<sup>159</sup> Pour la Suisse, voir Unique/Swiss (2004), "Aircraft NO<sub>x</sub> Emissions within the Operational LTO Cycle", August 2004, Zurich. Pour la Suède, voir Keldusild, K. (2006), "NO<sub>x</sub> differentiated landing-charges in Sweden", ECCP II WG Aviation, 26 January 2006.

<sup>160</sup> Keldusild, K. (2006), Ibid.

### III.4.4 Obstacles à l'implémentation

L'obtention de données environnementales précises permettant de classifier les différents types d'avions en catégories est un problème auquel la Suède et la Suisse ont dû faire face. Les bases de données de l'OACI sur le cycle atterrissage-décollage (LTO) se sont par exemple révélées incomplètes. Un autre obstacle est la taille critique qu'une telle mesure doit nécessairement atteindre pour être efficace au niveau environnemental. Une redevance, si elle se limite à quelques aéroports, ne peut avoir un impact perceptible sur le renouvellement de la flotte en faveur d'avions moins polluants.

### III.4.5 Analyse

Les redevances d'atterrissage étant des instruments adaptés à l'internalisation des dommages locaux, elles sont inadaptées à la prise en compte des effets climatiques du secteur aérien. Elles pourraient néanmoins s'avérer utile pour inciter les compagnies aériennes à réduire leurs émissions de NO<sub>x</sub>. En effet, il semble qu'il existe actuellement un trade-off entre une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> et la diminution des émissions de NO<sub>x</sub> au niveau de la construction des moteurs<sup>161</sup>. Si des mesures incitaient les agents économiques (compagnies aériennes et constructeurs) à réduire sensiblement leurs émissions de CO<sub>2</sub>, il faudrait veiller à internaliser la pollution au NO<sub>x</sub>, par exemple via ce système de redevances d'atterrissage ou de décollage.

---

<sup>161</sup> Voir les présentations des constructeurs de moteur au sein du groupe de travail aviation de l'ECCPII.

## III.5 Taxation du kérosène

### III.5.1 Principe

La taxation mondiale du kérosène constitue, d'un point de vue économique, l'un des instruments les plus efficaces pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub>. Il permet en effet de minimiser le coût global de réduction des émissions en assurant l'égalité des coûts marginaux de réduction des émissions entre toutes les compagnies<sup>162</sup>. Pour un secteur donné comme celui du transport aérien, l'efficacité de la taxation des consommations de carburant est équivalente à celle d'un marché de permis, restreint au secteur aérien, si les quotas sont mis aux enchères et si le taux de la taxe est égal au prix de vente des quotas. En revanche, si un marché de permis existe déjà pour d'autres secteurs d'activité, la taxation du kérosène devrait, pour arriver au même niveau de réduction que celui obtenu par l'inclusion du transport aérien dans le marché de permis, être fixée à un niveau beaucoup plus élevé que le prix du permis. En effet, dans un cas, la taxe est appliquée à un seul secteur, celui de l'aviation alors que dans l'autre, le marché englobe l'ensemble des secteurs intenses en énergie<sup>163</sup>. Il est donc logique que le marché de permis permette d'arriver au même résultat pour un niveau de prix nettement plus faible puisque les autres secteurs ont à leur disposition des mesures de réduction nettement moins coûteuses<sup>164</sup> que celles dont dispose le secteur du transport aérien.

Notons d'emblée qu'une telle mesure, si appliquée dans un nombre trop réduit d'Etats, risque de souffrir du *tankering*. Le *tankering* consiste à mettre en soute davantage de carburant que ce qui est effectivement nécessaire au vol de façon à pouvoir l'utiliser pour le vol suivant. On assisterait probablement à une accentuation du phénomène si une taxe sur le carburant était instaurée car les compagnies aériennes prendraient probablement du carburant supplémentaire dans les aéroports où il n'est pas (ou moins) taxé. Le surcoût des redevances d'atterrissage sur des aéroports fiscalement plus cléments et le carburant brûlé en plus pour ces décollages et atterrissages supplémentaires devraient néanmoins limiter cette forme d'évasion fiscale.

### III.5.2 Efficacité environnementale

Une taxe sur le carburant est un instrument économique efficace pour inciter les agents à réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub> car celles-ci sont proportionnelles à la consommation de carburant. Elle incite à la réduction des émissions dès la consommation de la première tonne de carburant. La hausse récente des prix du pétrole illustre bien la sensibilité des compagnies aériennes au prix du carburant. Elles ont essayé de mettre en œuvre des mesures d'économies de carburant et elles n'ont pas toujours pu répercuter sur les usagers la hausse des coûts d'exploitation qui en a découlé. Si le taux de la taxe sur le kérosène était fixé au niveau des valeurs de référence recommandées pour la tonne de CO<sub>2</sub>, l'impact de cette taxe sur la demande, et donc sur les émissions de CO<sub>2</sub> serait relativement modéré, et changerait relativement peu en fonction des prix du pétrole.

---

<sup>162</sup> Giblin, J.P. (2005), Op. Cit., page 52

<sup>163</sup> Ibid.

<sup>164</sup> Par exemple en effectuant un changement de type de combustible ou en utilisant la cogénération.

### III.5.3 Efficacité économique

Les données présentées dans le tableau ci-dessous doivent être considérées avec précaution. Il s'agit davantage d'ordres de grandeur que d'une simulation réaliste de l'impact d'une taxe. Les auteurs de cette étude ont utilisé un modèle simplifié qui lie de façon linéaire une hausse des prix à une baisse de la demande. Les auteurs ont utilisé une élasticité<sup>165</sup> de la demande au prix de  $-0,7$  (si le prix augmente de 10%, la demande baisse de 7%)<sup>166</sup>. Les auteurs de l'étude précisent que si l'impact d'une telle taxe sur la demande peut sembler important, en pratique, cette baisse représente la moitié de la croissance annuelle moyenne de la demande entre 1993 et 2003. De plus, il s'agirait d'un effet à long terme, qui ne tient pas compte des actions de réduction des consommations que pourraient mettre en œuvre les compagnies pour réduire le surcoût de la taxe.

Il convient également de mettre en perspective l'impact de la taxe sur le carburant avec celui de la hausse récente des prix du pétrole (autour de 75\$/baril Brent en juillet 2006, contre 25\$ en 2002). A court terme, celle-ci a été amortie en partie par les systèmes de couverture sur les coûts du carburant mis en place par les compagnies, mais, à long terme, si les prix se maintenaient au niveau actuel, la baisse de la demande pourrait dépasser 15% en long courrier.

<b>Tableau 8 : Impact du prix du pétrole et d'une nouvelle taxe sur le prix et la demande</b>				
	<b>Référence</b>		<b>Scénarii</b>	
	<b>Janv. 2003</b>			
<b>Prix du pétrole (baril de Brent, en \$)</b>	31	50	80	100
<b>Coût total carburant long courrier (€)</b>	71	122	203	256
<b>Part du carburant dans les coûts</b>	17%	20%	29%	34%
<b>Prix du billet TTC (€)</b>	597	650	734	789
Hypothèses additionnelles :				
- consommation spécifique = 4l de kérosène pour 100 Passagers Kilomètres Transportés ;				
- taux de marge de référence = 4% ;				
- le prix du billet TTC intègre 160€ de taxes (exemple Paris-New York en janvier 2005) ;				
- l'élasticité de la demande au prix est de $-0,7$				
<b>Impact de la hausse des prix du pétrole</b>				
<b>Hausse du prix du billet (€)</b>		53	137	192
<b>Baisse de la demande</b>		-6%	-16%	-23%
<b>Impact de la hausse des prix du pétrole et de la taxe</b>				
<b>Hausse du prix du billet (€)</b>	18	71	155	211
<b>Baisse de la demande</b>	-2%	-8%	-18%	-25%
<b>Impact de la hausse des prix du pétrole et de la taxe, avec réduction de 50% des marges</b>				
<b>Hausse du prix du billet (€)</b>		65	149	206
<b>Baisse de la demande</b>		-8%	-17%	-24%
Source : Giblin, J.P. (2005), <i>Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile</i> , rapport du Conseil Général des Ponts et Chaussées, page 54				

Ainsi, dans un contexte de prix du pétrole à la hausse, le prix du kérosène constitue une incitation à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> plus forte qu'une taxe sur le carburant (à un niveau justifié par son intérêt pour la collectivité). Les compagnies sont incitées à réduire leur

<sup>165</sup> L'élasticité de la demande au prix se définit comme le rapport entre le pourcentage de variation de la demande et le pourcentage de variation des prix.

<sup>166</sup> Les auteurs de cette modélisation

consommation, pour éviter que la hausse des prix du pétrole ne se répercute directement sur les prix en entraînant une réduction de leur chiffre d'affaires. Elles sont donc incitées à réduire leurs émissions de CO<sub>2</sub>, même en l'absence de taxe spécifique. Cela ne signifie pas pour autant que la hausse du prix du pétrole constitue une incitation suffisante.

Notons également que fixer un taux marginal de taxation plus élevé que celui résultant de la valorisation des externalités, afin de rendre la taxation des carburants plus incitative sur le plan environnemental, n'est pas économiquement efficace dans la mesure où des réductions d'émissions seraient alors atteignables à des coûts marginaux bien inférieurs dans d'autres secteurs.

Enfin, tout comme pour les redevances, une nouvelle taxation engendrerait des revenus pour l'Etat. Certains économistes considèrent que les nouveaux revenus pourraient permettre une baisse de l'impôt sur le travail et ainsi diminuer le chômage et stimuler la croissance. La littérature définit ceci comme étant le double dividende. Le premier dividende est une amélioration de la qualité de l'environnement grâce à la lutte contre le changement climatique. Le second est l'effet positif sur l'emploi et le produit intérieur brut (PIB). Bosquet a analysé les expériences pratiques et les études réalisées sur le double dividende. Sa conclusion est qu'à court ou moyen terme, les bénéfices de taxes environnementales sont importants dans la lutte contre la pollution et faibles en terme de création d'emplois. Les bénéfices à long terme semblent plus positifs pour le marché de l'emploi si l'on considère des indicateurs de bien-être au lieu des indicateurs de production<sup>167</sup>. Une étude du bureau du plan indique que sous certaines conditions des taxes sur le CO<sub>2</sub> peuvent avoir un effet bénéfique sur le PIB<sup>168</sup>.

### III.5.4 Obstacles à l'implémentation

Une taxation du kérosène paraît *a priori* relativement simple à mettre en œuvre. Néanmoins les obstacles restent nombreux.

A l'échelle mondiale, le problème vient essentiellement des accords bilatéraux autorisant le trafic aérien commercial entre deux pays<sup>169</sup>. En effet, la quasi-totalité des 4.000 accords aériens bilatéraux (ASA<sup>170</sup>) en vigueur exonèrent, sur la base de la réciprocité, le kérosène embarqué chez un État contractant<sup>171</sup>.

---

<sup>167</sup> Bosquet, B. (2000), "Environmental tax reform: does it work? A survey of the empirical evidence", *Ecological Economics*, No 34, pp 19-32.

<sup>168</sup> Bossier F., Bracke I., Callens I., de Beer de Laer H., van Ierland W., Vanhorebeek F., (2001), "Évaluation de l'impact des mesures fiscales et non fiscales sur les émissions de CO<sub>2</sub>", *Working Paper 09-01*, Bureau Fédéral du Plan

<sup>169</sup> La Convention de Chicago ne devrait pas nécessairement être modifiée dans la mesure où elle n'interdit pas explicitement la taxation. L'article 24 de la Convention de Chicago précise en effet : « *Les carburants (...) se trouvant à bord d'un aéronef d'un État contractant, à son arrivée sur le territoire d'un autre État contractant et se trouvant encore à bord dudit aéronef lors de son départ de ce territoire, sont exonérés des droits de douane, frais de visite ou autres droits et taxes similaires imposés par l'État ou les autorités locales.* ». Les États contractants ont jusqu'ici interprété et appliqué cet article comme exonérant de toute taxation le kérosène utilisé par le transport aérien international. Cependant, l'article n'est pas explicitement applicable au kérosène embarqué chez un État contractant.

<sup>170</sup> *Air Service Agreements* (accords de services aériens)

<sup>171</sup> European Environment Agency (2000), *Environmental taxes : recent developments in tools for integration*, Copenhagen, page 40

A l'échelle européenne, la taxation du kérosène embarqué pour les vols intra-européens est juridiquement possible depuis l'adoption de la directive sur les produits énergétiques (2003/96/CE)<sup>172</sup>, mais elle risque d'engendrer une forte distorsion de concurrence entre transporteurs communautaires et compagnies extra-européennes (minoritaires aujourd'hui sur le marché européen, mais qui pourraient se développer rapidement en cas de différentiel de compétitivité marqué). L'application de la taxation à ces compagnies nécessiterait là encore de renégocier les accords aériens bilatéraux qui lient l'Union européenne aux États dont dépendent ces compagnies<sup>173</sup>. Les modifications nécessaires de ces accords ne seraient vraisemblablement obtenues qu'au prix de concessions élevées dans d'autres domaines. Néanmoins, à cet égard, les arrêts de la Cour de justice des Communautés européennes du 5 novembre 2002 dans les affaires dites «ciel ouvert»<sup>174</sup> sont importants. Ils ont entraîné une réforme globale des relations extérieures de l'UE dans le domaine de l'aviation. Dans le cadre de ce processus, plus de 200 accords bilatéraux relatifs aux services aériens liant des États membres de l'UE et des pays tiers ont déjà été modifiés pour permettre une éventuelle taxation sur une base égalitaire du carburant fourni aux transporteurs communautaires et aux transporteurs non communautaires<sup>175</sup>. Toutefois vu les difficultés juridiques de telles négociations, la Commission estime que la taxation du kérosène n'est pas à moyen terme un pilier essentiel d'une stratégie de lutte contre l'impact de l'aviation sur le changement climatique et ne concentre dès lors plus son énergie sur l'analyse de cette option<sup>176</sup>.

Les potentialités d'évasion fiscale mentionnées plus haut ne sont pas l'obstacle majeur. En effet, les phénomènes de *tankering* sont nécessairement limités par le coût élevé du transport du carburant dans les réservoirs des avions.

### III.5.5 Analyse

Si la taxe sur le kérosène peut séduire plus d'un décideur politique de par son efficacité environnementale et sa relative simplicité de mise en œuvre, les contraintes juridiques et le contexte économique de hausse élevée du cours du pétrole limitent fortement la faisabilité d'une telle mesure. Il faut d'ailleurs préciser que le secteur aérien s'est toujours vigoureusement opposé à cette mesure<sup>177</sup>. Ces raisons expliquent partiellement pourquoi

---

<sup>172</sup> La directive 2003/96/CE du Conseil du 27 octobre 2003 restructurant le cadre communautaire de taxation des produits énergétiques et de l'électricité pose comme principe (article 14 al.1.b.) que les produits énergétiques fournis en vue d'une utilisation comme carburant ou combustible pour la navigation aérienne sont exonérés par les États membres (les États membres peuvent limiter la portée de cette exonération aux fournitures de carburant). La directive autorise (article 14 al.2) les États membres à limiter le champ d'application de cette exonération aux transports internationaux et intracommunautaires. Cet alinéa autorise également les États membres à exclure de l'exonération le kérosène utilisé pour le transport aérien vers un autre État membre avec lequel ils ont conclu un accord bilatéral. Ainsi, la mise en place d'une taxation du kérosène par un État membre est possible si elle ne concerne que le kérosène embarqué pour les vols intérieurs ou pour les vols à destination d'un autre État membre ayant conclu un accord bilatéral en ce sens.

<sup>173</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2000) 110, *Taxation du carburant d'aviation*, Bruxelles

<sup>174</sup> Dans le cadre desquelles la Commission a entamé des poursuites à l'encontre de huit États membres au sujet des accords bilatéraux relatifs à des services aériens signés avec les États-Unis.

<sup>175</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2005) 459, *Réduction de l'impact de l'aviation sur le changement climatique*, Bruxelles

<sup>176</sup> Ibid.

<sup>177</sup> Voir notamment Haese, M. J. (2000), "Taxation of Aviation Fuel – an Aerospace Manufacturing Industry View", *Air & Space Europe*, Vol. 2, No 3

l'Union européenne, dans un premier temps favorable à cette mesure<sup>178</sup>, s'est aujourd'hui déclarée favorable à un système d'échange de quotas de CO<sub>2</sub>.

Actuellement, la taxe devrait plutôt être considérée comme une épée de Damoclès qui menace le secteur aérien au cas où les acteurs concernés ne parviennent pas à se mettre d'accord sur d'autres options politiques (accords volontaires ou systèmes de quotas par exemple).

---

<sup>178</sup> Pour rappel, voir la Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2000) 110, *Taxation du carburant d'aviation*, Bruxelles

## III.6 Taxation des billets

### III.6.1 Principe

Il existe plusieurs modalités de taxation du billet : *ad valorem*, forfaitaire, proportionnelle au nombre de kilomètres parcourus ou à la durée du vol. Les options *ad valorem*, forfaitaire ou par rapport aux kilomètres parcourus ont peu de sens au niveau économique ou environnemental (une compagnie qui utilise une flotte récente mais pratique des tarifs élevés serait pénalisée en comparaison à une compagnie à coûts faibles qui utilise des aéronefs moins performants). La dernière solution est la plus proche des émissions réelles, mais en demeure néanmoins très éloignée. Un avion plus efficace au niveau énergétique pourrait avoir une vitesse de croisière inférieure ce qui le pénaliserait avec un tel choix.

En raison de l'absence de lien direct entre la taxation du billet et la consommation de carburant, une taxation des billets n'inciterait pas suffisamment les compagnies à réduire leur consommation et donc leurs émissions. Une taxation des billets d'avion ne constitue donc pas, d'un point de vue économique, un outil efficace de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> du transport aérien.

Une taxe sur les billets, même si elle était basée sur la distance parcourue, n'avantagerait pas les compagnies dont les avions sont plus efficaces sur le plan énergétique. Le seul effet d'une taxe sur les billets serait de réduire la demande. Selon le rapport français *Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile*, une taxe sur les billets aurait un coût pour la collectivité (en termes de réduction de la demande, et donc de perte de surplus des usagers) équivalent à celui d'une taxation du kérosène de même niveau, mais ne produirait qu'une partie des gains (en termes de réduction des émissions) de la taxe sur le carburant. La mise en œuvre d'une taxation des billets n'apparaît donc pas adaptée à un objectif de réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

En raison de sa faible efficacité environnementale et économique (pas de lien direct entre la taxation du billet et la consommation de carburant), nous n'avons pas analysé plus en détail cette mesure. Retenons simplement que pour un coût économique équivalent à celui d'une taxation du kérosène, le bénéfice environnemental serait nettement inférieur.

### III.6.2 Analyse

En 2006, la taxation des billets à des fins de « développement durable » a néanmoins connu une première mise en œuvre concrète avec la « taxe Chirac ». Initiée par les présidents brésilien Luiz Inacio Lula da Silva et français Jacques Chirac et adoptée à l'occasion de la Conférence de Paris des 28 février et 1<sup>er</sup> mars 2006, cette contribution de solidarité internationale sur les billets d'avion doit être mise en œuvre par 14 pays (Brésil, Chili, Chypre, Congo, Côte d'Ivoire, Gabon, France, Jordanie, Luxembourg, Madagascar, Maurice, Nicaragua, Norvège et Royaume-Uni).

Depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2006, tous les vols au départ de la France sont soumis à une « taxe solidaire ». Le montant de la taxe est de 1€ par billet pour les vols domestiques ou vers l'Espace Economique Européen (UE, Islande, Liechtenstein et Norvège) et de 10€ pour les autres vols. Ce montant est multiplié par 4 lorsque les passagers bénéficient de services auxquels les autres passagers n'ont pas accès gratuitement (c'est-à-dire une taxe de 4 ou 40€

pour les billets de première classe et de classe affaires). La mesure devrait permettre au gouvernement français de lever 200 millions d'euros pour lutter contre les trois plus importantes maladies (tuberculose, VIH/SIDA et paludisme) et apporter une source de financement stable et régulière en faveur du renforcement des systèmes de santé publique des pays en développement.

Le Royaume-Uni ne devrait pas augmenter le niveau des taxes sur les billets d'avion mais simplement veiller à ce qu'un pourcentage des taxes actuelles soit utilisé à des fins de coopération au développement.

La taxe française est dénoncée par l'*International Air Transport Association* (IATA)<sup>179</sup>, groupe de pression représentant les intérêts du secteur aérien.

La mise en œuvre rapide -moins d'un an entre le premier discours sur ce sujet à Davos en janvier 2005 et le vote de la loi en décembre 2005 par le parlement français- d'une solution pourtant dénoncée par le secteur et ouvertement critiquée par les Etats-Unis, montre qu'un soutien au plus haut niveau de quelques chefs d'Etat européens (essentiellement français et britanniques) peut permettre l'utilisation d'instruments fiscaux malgré ces oppositions.

---

<sup>179</sup> Voir les communiqués de presse à ce sujet sur leur site internet [www.iata.org](http://www.iata.org).

## III.7 Marché de droits d'émissions

### III.7.1 Principe

Avec un système de permis échangeables (négociables), tout agent qui décide de ne pas utiliser tous les *droits d'émissions*<sup>180</sup> en sa possession peut vendre ceux qu'il n'a pas utilisés à un autre agent; ce dernier est alors autorisé à émettre davantage de polluants, à concurrence du nombre de permis qu'il a achetés. Un tel échange est bénéfique pour les deux parties chaque fois que réduire les émissions coûte moins à un agent qu'à l'autre. Il sera en effet moins coûteux pour ce dernier d'acheter des permis que de réduire ses émissions, et avantageux pour l'autre agent de réduire davantage ses émissions afin de lui vendre des permis. L'échange de permis constitue une sorte de compensation dont la valeur sera comprise entre le coût de réduction évité par l'achat de permis et le coût de réduction effectivement encouru par le vendeur de permis. Rendre les droits négociables permet donc de dégager des gains (les gains de l'échange) et, par-là, de diminuer le coût total de la réduction des émissions.

Afin de mieux illustrer le fonctionnement d'un marché de droits d'émissions, nous allons présenter différents systèmes concrets. Pour chacun de ces cas nous insisterons sur des éléments caractéristiques afin d'illustrer les options qui s'offrent au décideur politique souhaitant développer un tel système.

#### III.7.1.1 Le marché de quotas de SO<sub>2</sub> (1995-2010)

Comme déjà évoqué lors de l'introduction de ce chapitre, la première expérience d'un marché de droits d'émissions de polluants vient des Etats-Unis. Le marché de quotas de SO<sub>2</sub> américain remonte à 1990, lorsque le législateur américain a amendé le *Clean Air Act* afin de lutter contre les pluies acides (*Acid Rain Programme*). Le législateur américain a alors défini un niveau d'émission maximal (*cap*) pour le SO<sub>2</sub> et le NO<sub>x</sub><sup>181</sup>.

L'objectif américain consiste à réduire les émissions de SO<sub>2</sub> de 10 millions de tonnes<sup>182</sup> (50% de réduction) pour 2010 par rapport au niveau de 1980 et celles de NO<sub>x</sub> de 2 millions de tonnes (27% de réduction par rapport à 1990). Si pour le NO<sub>x</sub>, le législateur choisit d'abord des mesures classiques (impositions de normes strictes sur les brûleurs)<sup>183</sup>, la solution choisie pour le SO<sub>2</sub> fut la mise en place d'un marché dit *cap-and-trade* puisque le niveau de pollution à atteindre était défini ex-ante et la vente de droits encouragée. A partir de 1999, certains Etats américains ont également utilisé un marché de droits d'émissions pour réduire leurs émissions de NO<sub>x</sub>.

---

<sup>180</sup> Le vocable d'abord employé fut permis ou droit de pollution. Au niveau juridique, un permis -ou droit- de pollution est « une autorisation, donnée par voie d'autorité, de procéder à une activité qui serait autrement défendue par la loi. » (in Boucquoy, N. (1998), *Aspects juridiques des marchés de pollution: conception, régulation et responsabilité*, Bruylant, Bruxelles, p. 166). Il semble que le terme droit d'émission est préféré par les industriels et surtout suscite moins d'opposition des environnementalistes. Le droit de polluer est en effet souvent critiqué comme principe cynique, qui réserverait aux plus riches le « droit » de nuire à l'environnement.

<sup>181</sup> Les données techniques de cette section viennent du site [www.epa.gov/airmarkets/](http://www.epa.gov/airmarkets/)

<sup>182</sup> Il s'agit de short tons. Une short ton équivaut à environ 907,18 kg.

<sup>183</sup> La différence entre ces deux approches s'explique par la chimie industrielle. Alors que les émissions de NO<sub>x</sub> dépendent des installations (selon que la combustion se fasse en présence d'azote ou pas), les émissions de SO<sub>2</sub> proviennent du soufre présent dans les combustibles (tout comme le CO<sub>2</sub> provient du carbone présent dans les combustibles). En encourageant le développement des brûleurs pauvres en NO<sub>x</sub>, la solution technique était simple et efficace, ce qui ne pouvait être possible pour le SO<sub>2</sub>.

Pour atteindre l'objectif de réduction de SO<sub>2</sub>, le législateur a mis en place un marché en deux phases. La première phase (1995-2000) démarra avec 263 installations situées dans 110 centrales électriques brûlant essentiellement du charbon. 182 installations ont rejoint le programme durant cette première phase. La deuxième phase, qui a commencé en 2000, concerne également des installations de plus petites tailles ou moins polluantes. En tout ce sont plus de 2.300 installations qui sont concernées. Le programme couvre aujourd'hui toutes les installations avec une puissance électrique supérieure à 25 MW<sup>184</sup> et toutes les nouvelles centrales électriques.

Une des craintes de la mise en œuvre du système de SO<sub>2</sub> était que certaines régions (celles où le prix marginal de réduction des émissions de SO<sub>2</sub> est le plus élevé) aient des niveaux de pollution trop élevés. Comme le problème des pluies acides est relativement local, le législateur américain a donc dû veiller à introduire des niveaux maximum de pollution dans certains Etats. Ce problème ne se pose pas dans le cas d'un marché de quotas de GES en raison de la dissémination sur l'ensemble du globe de ces gaz.

Un des éléments expliquant les résultats environnementaux très rapides (effet perceptible dès la première année de fonctionnement) est la possibilité laissée par le législateur de placer ses quotas en surplus pour les revendre dans des périodes ultérieures (*banking*)<sup>185</sup>. Le *banking* est aussi censé limiter la volatilité des prix.

L'allocation des quotas initiaux est gratuite et basée sur la consommation historique de combustibles et des taux d'émissions spécifiques (afin d'éviter que de gros pollueurs ne reçoivent des quantités disproportionnellement élevées de quotas). Ce système d'allocation basé sur les émissions historiques est appelé *grandfathering*. Un système d'allocation basé sur une comparaison des performances environnementales est dit de *benchmarking*. Certains quotas ont été gardés comme incitants pour les unités ayant démontré des efforts importants de réductions des émissions de SO<sub>2</sub> réalisés grâce à des économies d'énergie ou à l'utilisation d'énergies renouvelables avant le lancement du système.

Chaque année, l'EPA met aux enchères 3% des quotas disponibles pour l'année en question. Cette mesure vise à garantir l'accès aux quotas à tous (si les quotas se vendaient exclusivement en privé hors cote, certaines entreprises pourraient ne pas avoir la possibilité d'en acheter). La vente aux enchères donnait également un signal sur les prix des quotas. Aujourd'hui avec le développement de bourses de SO<sub>2</sub>, l'accès aux quotas est ouvert et les prix sont publics<sup>186</sup>, faisant de la vente aux enchères un élément moins central du système. Une particularité de la vente aux enchères est qu'elle est ouverte à tous : de nombreux groupes d'intérêts (associations écologiques ou de promotion de la santé) mais aussi des écoles achètent des quotas. Ces quotas achetés et non-utilisés réduisent encore la quantité totale de SO<sub>2</sub> émises par les centrales électriques américaines.

Le système prévoit des pénalités en cas d'infraction : si une entreprise n'a pas les quotas nécessaires pour couvrir ses émissions lors de la réconciliation annuelle, elle doit payer une amende de 2.000 \$ par tonne non couverte.

---

<sup>184</sup> Les installations concernées par le SCEQE sont celles avec une puissance thermique supérieure à 20 MW.

<sup>185</sup> Voir Joskow, P., R. Schmalensee and E.M. Bailey (1998), Op. Cit. ou Joskow, P. and R. Schmalensee (1998), "The Political Economy of Market-Based Environmental Policy: The U.S. Acid Rain Program", *The Journal of Law and Economics*, Vol. 41/1

<sup>186</sup> Les prix sont notamment disponibles dans le quotidien financier spécialisé *Platts Daily*.

La réussite du système est également due à d'autres éléments.

Premièrement, les américains accordent une confiance élevée aux vertus du marché et sont relativement hostiles aux systèmes de réglementation de type « *command and control* »<sup>187</sup>. En parcourant le site de l'EPA, le marché de SO<sub>2</sub> est présenté comme un système limitant « *l'intrusion du gouvernement* ». L'EPA estime à un milliard de \$ par an l'économie réalisée par rapport à un système « *command and control* ». Cet élément fut important pour l'acceptation du système par le secteur privé.

Ensuite, les entreprises participantes ont dû installer un système de mesure des émissions en continu afin de garantir l'intégrité des données environnementales. Des systèmes de vérification et des procédures de contrôles internes limitent le risque d'erreur de rapportage ou de fraudes.

Enfin la mise en place d'un registre informatique (*Allowance Tracking System*) a facilité le travail des bourses d'échange de quotas et ainsi la liquidité et la transparence du marché.

Au niveau du prix, on constate que le marché a connu une volatilité importante. Introduit à 140\$ en janvier 1995, le prix a évolué de 70\$ en 1996 à 1.550\$ fin 2005. En juillet 2006 le prix était retombé aux environs de 600\$ la tonne.

Le succès environnemental rapide de cette expérience et le coût économiquement et socialement acceptable pour les entreprises américaines a inspiré les rédacteurs du protocole de Kyoto en 1997.

### III.7.1.2 Les marchés de quotas de GES mis en place par Kyoto (2008-2012)

Le protocole de Kyoto prévoit l'allocation de quotas aux Etats l'ayant ratifié et la possibilité de vendre ou acheter des unités de quantités attribuées (AAU<sup>188</sup>) ou des crédits (CER ou ERU) obtenus grâce aux mécanismes de flexibilité (CDM et JI) pour parvenir à l'objectif environnemental défini ex-ante.

Le marché qui sera mis en place par Kyoto est également un système *cap-and-trade*. Les Etats qui auront diminué leurs émissions en-dessous du seuil qui leur a été imposé pourront vendre leur excès de quotas. Au contraire, les Etats pour lesquels le prix de la lutte contre le CO<sub>2</sub> serait trop élevé sur leur territoire peuvent investir à l'étranger dans des mesures environnementales.

Rappelons que l'achat de crédits des mécanismes de flexibilité n'est pas limité aux Etats. Au sein de l'Union européenne, en vertu de la *linking directive*, les entreprises participant au SCEQE peuvent utiliser un certain pourcentage de CER ou ERU pour remplir leurs engagements. La transposition de la directive dans le droit belge (au niveau des régions) n'a pas encore été effectuée, si bien que le pourcentage maximal de crédits Kyoto importables dans le système n'est pas encore connu des entreprises belges.

L'allocation des droits d'émissions initiaux (AAU) est gratuite et basée sur les émissions historiques (*grandfathering*), ce qui favorise les pays historiquement les plus industrialisés.

---

<sup>187</sup> La mise en place de normes répond est un type de système « *command and control* ».

<sup>188</sup> L'acronyme anglais AAU pour *Assigned Amount Unit* est souvent employé.

Cette répartition serait très défavorable aux pays en développement si ceux-ci se voyaient imposer des limitations chiffrées sur ce même principe. Certains auteurs, par souci d'équité, se sont montrés favorables à une allocation des droits d'émissions *per capita*<sup>189</sup>. En effet, l'atmosphère étant un bien collectif qui profite à l'humanité, il paraît équitable d'attribuer les droits de polluer de façon égalitaire entre tous les habitants. Cette mesure ne satisfait évidemment pas les pays développés et ne pourra dès lors pas faire l'objet d'un consensus dans les discussions post-Kyoto (post-2012). Des mesures hybrides ont sans doute plus de chance d'aboutir à un accord entre pays industrialisés et pays en développement<sup>190</sup>.

L'intégrité environnementale du marché établi par le protocole de Kyoto est parfois mise en cause en raison de l'allocation initiale qui aurait favorisé les économies de l'ancien bloc de l'Est. En effet, en 1990, ces pays avaient hérité d'une industrie lourde surnuméraire et peu efficiente qui était responsable de l'émission de quantités importantes de GES. Aujourd'hui, un nombre important de ces entreprises ont fermé car, dans un système où les prix de l'énergie se sont libéralisés, elles ne pouvaient plus être rentables. La Russie, l'Ukraine, la Bulgarie et la Roumanie (pour ne citer que les 4 pays principaux) se retrouveront en 2008-2012 avec des quantités d'AAU largement supérieures aux émissions réelles. Dans la littérature, on parle souvent de *hot air* (« du vent ») pour évoquer ces quotas qui seront acquis par les Etats n'ayant pas atteint leur objectif et qui ne correspondent pas à une réduction effective de la part des pays vendeurs. Afin d'assurer une véritable intégrité environnementale, certains pays acheteurs demandent aux pays vendeurs d'investir dans des mesures de protections environnementales (*Green Investment Schemes*<sup>191</sup>).

Les premières transactions d'AAU n'auront lieu qu'après la mise en place des registres nationaux et du système informatique assurant l'enregistrement et le contrôle des transactions (*International Transaction Log*). D'après une communication récente du secrétariat de la CCNUCC, ce système devrait être opérationnel pour avril 2007. Les ventes de crédits générés par des mécanismes flexibles se réalisent déjà en bourse ou hors cote (*over-the-counter*).

### III.7.1.3 Le système d'échange de quotas de CO<sub>2</sub> danois (2001-2003)

Le système d'échange de quotas danois a démarré en avril 2001. Ce système était limité au secteur électrique<sup>192</sup> et accompagnait la libéralisation récente du secteur<sup>193</sup>. Le système danois a instauré un plafond (*ceiling*) décroissant pour les émissions de CO<sub>2</sub> (22 MtCO<sub>2</sub> en 2001, 21 MtCO<sub>2</sub> en 2002 et 20 MtCO<sub>2</sub> en 2003).

---

<sup>189</sup> Le nombre de quotas alloués est proportionnel au nombre d'habitants.

<sup>190</sup> Par exemple la méthode *Preference Score* propose une clé de répartition entre les deux méthodes d'allocations pré-citées. Pour plus de détails voir Loozen, F. (2006), *Répartition des efforts de réduction dans le cadre des négociations post-Kyoto : analyse de la Proposition Brésilienne et des Régimes alternatifs*, mémoire IGEAT (ULB).

<sup>191</sup> Sur les GIS on peut se référer au rapport suivant : The World Bank (2004), *Options for designing a Green Investment Scheme in Bulgaria*, Report No 29998

<sup>192</sup> Le secteur électrique représente 30 MteCO<sub>2</sub> ou 40% des émissions de GES du Danemark.

<sup>193</sup> Jusqu'en 1999 la production d'électricité était dans les mains d'un monopole. Le gouvernement danois gérait les contrats avec le producteur national. Les subsides importants satisfaisaient le producteur qui disposait alors de moyens importants pour la recherche et le développement et la création d'emplois. Voir Pedersen, S. L. (2000), "The Danish CO<sub>2</sub> Emission Trading System", *Reciel*, 9 (3)

Les quotas étaient alloués gratuitement et sur base des émissions historiques (*grandfathering*) mais ajusté afin de favoriser les producteurs faisant de la cogénération<sup>194</sup>. En moyenne, ces quotas représentaient 73% des émissions historiques en 2001, 69% en 2002 et 66% en 2003, mais l'allocation effective a varié de 100% à 62% selon le type de producteur en raison de l'ajustement susmentionné. L'amende pour le dépassement des quotas attribués était de 5,40€ par tonne de CO<sub>2</sub>. Il y a environ 500 producteurs d'électricité au Danemark mais le système a exclu les petites installations de cogénération et les éoliennes, réduisant à seulement 15 le nombre d'acteurs<sup>195</sup>. Les producteurs pouvaient atteindre l'objectif soit en modifiant leur processus de production, en fermant les installations les moins performantes, en achetant des quotas aux producteurs qui ont un surplus, en utilisant des quotas épargnés les années précédentes (*banking*) ou en payant l'amende.

La Commission européenne a considéré que le système danois constituait des aides d'Etat. Les raisons invoquées sont les suivantes. Premièrement, les quotas sont attribués gratuitement et l'Etat danois a ainsi renoncé aux revenus générés par une vente aux enchères. Ensuite le système affecte un seul secteur. Ensuite, le système venait perturber le commerce inter-frontalier d'électricité souhaité par la Commission.

Malgré ces critiques, la Commission a finalement accepté la poursuite du système danois. Elle a considéré que le système fonctionnant déjà et devant s'arrêter avant le lancement du SCEQE, il pouvait se poursuivre. Le fait que seul le secteur électrique était concerné fut finalement approuvé par la Commission en raison du poids important de ce secteur dans les émissions globales du Danemark (40%).

La Commission a également souligné que la règle du *grandfathering* posait un problème pour les nouveaux entrants<sup>196</sup>. Le problème était cependant théorique puisque le système était prévu pour trois ans et que le processus de construction d'une nouvelle centrale dure plus de trois ans. La Commission a néanmoins insisté sur le principe selon lequel à l'avenir une réserve de quotas devrait être prévue pour les nouveaux entrants.

### III.7.1.4 Le système d'échange de quotas de GES du Royaume-Uni (2002-2006)

Le système d'échange du Royaume-Uni comprenait à la fois des primes (*incentives*) et des allocations de quotas (*allowances*). Les primes étaient octroyées pour des réductions absolues des émissions de GES. Les « participants directs » ou des compagnies ne participant pas aux *climate change agreements* pouvaient faire une offre pour ces primes lors de mises aux enchères (*auction*). Les quotas furent alloués gratuitement aux compagnies participantes et étaient négociables sur le marché. Les 6 GES inclus dans le protocole de Kyoto étaient compris dans le système. Le budget pour les primes était de 43 millions de £ par an. Ces primes étaient justifiées par l'effort que les compagnies devaient fournir pour atteindre une réduction absolue de leurs émissions<sup>197</sup>.

---

<sup>194</sup> Production simultanée dans une installation unique de chaleur et d'énergie mécanique, cette dernière étant transformée en électricité.

<sup>195</sup> CEPS (2002), *Greenhouse Gas Emissions Trading in Europe: Conditions for Environmental Credibility and Economic Efficiency*, CEPS Task Force Report No 43, October 2002

<sup>196</sup> CEPS (2002), *Ibid.*

<sup>197</sup> CEPS (2002), *Ibid.*

La Commission européenne a également jugé le système du Royaume-Uni (en ce compris l'octroi de primes) comme des aides d'Etat. De plus, le système fut considéré comme fort différent de celui proposé alors par la Commission (par exemple le système du Royaume-Uni était volontaire).

Malgré cela, la Commission a aussi approuvé ce système pour différentes raisons. Premièrement, le SCEQE n'était pas encore adopté. Ensuite, la Commission était favorable au concept d'un marché de quotas. Troisièmement, le système du Royaume-Uni était le premier système à concerner différents secteurs et différents gaz. Finalement, et malgré les divergences avec le modèle étudié par la Commission, le fait que le marché avait une durée limitée et constituait une excellente opportunité d'apprentissage a fini par convaincre la Commission.

Au niveau des divergences majeures avec le SCEQE, on peut signaler le fait que les émissions induites par le secteur électrique sont comptabilisées de façon indirecte au niveau du point de consommation. Ce système, qui n'a pas été retenu par la Commission, avait deux arguments en sa faveur. Premièrement, il incitait l'utilisateur final à réduire sa consommation en énergie. Deuxièmement, il évitait les bénéfices exceptionnels (*windfalls profits* ou bénéfices « tombés du ciel ») que les électriciens ont réalisés en répercutant le prix de marché du quota (qu'ils ont obtenu gratuitement dans le SCEQE) dans le prix de l'électricité<sup>198</sup>. Néanmoins, le système retenu par l'UE pour le SCEQE, s'il peut s'étendre sur de longues périodes, devrait permettre aux électriciens de choisir leurs nouveaux investissements en fonction des émissions de GES, ce qui était moins évident avec une comptabilisation indirecte. Enfin, la mesure des émissions indirectes n'est pas aisée. Elle aurait par exemple difficilement pu concerner la consommation d'électricité des ménages, ce qui aurait limité la portée du marché de quotas.

### III.7.1.5 Le système communautaire d'échange de quotas d'émission (2005-2012)

Le marché de permis est l'instrument économique qui a été choisi par l'Union européenne pour réduire les émissions de CO<sub>2</sub> des installations industrielles d'une puissance thermique supérieure à 20 MW (pour les bases juridiques voir la section II.5.2.4).

Après un an et demi de fonctionnement et une première vérification, il est désormais possible de juger du fonctionnement du SCEQE, véritable pierre angulaire de la politique climatique européenne.

Premièrement, le SCEQE a mis la problématique des émissions de GES à l'agenda des industriels européens.

Ensuite, le volume des transactions est déjà conséquent. Pour la seule année 2005, 262 Mt CO<sub>2</sub> (EUA) ont été échangées via des *brokers* (courtiers) et des bourses, correspondant à un volume financier de 5,4 milliards d'euros<sup>199</sup>.

Le SCEQE fait néanmoins l'objet de critiques et son fonctionnement n'est pas encore optimal. En particulier, la volatilité des prix est importante et problématique pour l'industrie. Entre fin avril et début mai 2006, suite à la publication des premiers rapports de vérification le prix a par exemple fortement chuté, passant de 30 € à 9 €. Ce mouvement spectaculaire n'était pas le

<sup>198</sup> Voir notamment Sijm, J., Neuhoff, K. and Y. Chen (2006), "CO<sub>2</sub> cost pass-through and windfall profits in the power sector", *Climate Policy*, Vol. 6, pp. 49-72

<sup>199</sup> Point Carbon (2006), Carbon 2006 - Towards a truly global market

premier et peu de *traders* ou *brokers* oseraient aujourd'hui se prononcer sur le cours futur des EUA<sup>200</sup>.

La chute récente des prix a deux explications principales.

Premièrement, il semble que de nombreux états membres aient été assez généreux avec leur industrie lors de l'allocation des quotas de la première phase (2005-2007). En pratique, l'expérience de cette allocation initiale a montré les difficultés à assurer l'homogénéité des règles d'attribution entre Etats. Ce problème de sur-allocation des quotas devra être pris en compte lors de la deuxième phase, où la Commission risque d'être plus sévère dans la révision des plans d'allocations nationaux (NAP). Il est vrai que lors de la première phase les autorités qui ont alloué les quotas avaient peu de référentiel et, dans la crainte de pénaliser la compétitivité des entreprises, ont peut-être parfois pris pour argent comptant des chiffres de croissance particulièrement optimistes annoncés par l'industrie. Aujourd'hui, les chiffres vérifiés par installations étant connus, il est probable que des secteurs ayant reçu un excédent de quotas lors de la première phase se voient attribuer une allocation moindre.

Deuxièmement, il semblerait que le marché a sous-estimé la capacité d'adaptation des industries. L'installation d'unité de cogénération, l'amélioration de l'efficacité énergétique, le renouvellement d'anciennes unités, le changement d'utilisation du combustible primaire (*switch-fuel* : centrales électriques charbon-gaz ou charbon-biomasse qui favorisent le combustible qui émet le moins de gaz à effet de serre) sont autant d'éléments qui peuvent expliquer une baisse des émissions supérieures à celle attendue par le marché.

Néanmoins, de nombreux spécialistes s'accordent à dire que le marché dépend encore trop fortement des communications de la Commission et des Etats membres et que l'absence de visibilité à long terme nuit à la stabilité. En particulier le fait qu'en août 2006, certains plans d'allocations pour 2008 ne soient pas encore connus des industries ne facilite pas les décisions d'investissement.

### **III.7.1.6 Les différentes options d'un système d'échange de quotas pour l'aviation**

La littérature récente et les prises de position de l'UE sont de plus en plus favorables à l'intégration du secteur aérien dans un marché de droits d'émissions. Toutefois, une fois ce choix politique fait, les options concernant la mise en œuvre pratique restent très nombreuses.

Selon une communication de la Commission, les quatre éléments-clés à prendre à compte dans les débats à venir sont : le type d'entité chargée de répondre de l'impact de l'aviation sur le climat, la mesure dans laquelle il est tenu compte de toutes les incidences, les types de vols pris en considération et l'approche suivie pour calculer la limitation globale des émissions du secteur et pour allouer les quotas<sup>201</sup>.

---

<sup>200</sup> Voir par exemple les numéros de la revue *Carbon finance* de juin et juillet 2006.

<sup>201</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2005) 459, *Réduction de l'impact de l'aviation sur le changement climatique*, Bruxelles

Le bureau de consultant CE Delft, dans une étude pour la Commission, a étudié différents scénarii possibles pour un système de quotas. Les différentes options étudiées sont reprises dans le tableau ci-dessous<sup>202</sup>.

<b>Tableau 9 : Eléments clés d'un système de quotas d'émissions pour le secteur aérien</b>	
<b>Eléments clés</b>	<b>Options</b>
<b>Couverture de l'impact climatique</b>	CO <sub>2</sub> x multiplicateur pour autres effets CO <sub>2</sub> + approche spécifique pour comptabiliser autres effets CO <sub>2</sub> uniquement (instruments auxiliaires pour NO <sub>x</sub> )
<b>Zone géographique</b>	Intra UE Intra UE + 50% vols au départ et à l'arrivée de l'UE Vols au départ d'aéroports de l'UE Emissions dans espace aérien UE Emissions vols au départ UE + autres émissions dans espace aérien UE Intra UE et liaisons vers et à partir des pays tiers qui ont ratifié Kyoto
<b>Entité visée par les échanges</b>	Compagnies aériennes Aéroports Fournisseur de kérosène Gestionnaire de l'espace aérien Constructeurs aéronautiques
<b>Interaction avec Kyoto</b>	Elargissement du Protocole de Kyoto au secteur aérien Emprunt d'AAU aux secteurs non couverts par le SCEQE Pas d'allocation de quotas à l'aviation Obligation d'acheter des quotas au-dessus d'un certain niveau Echange semi-ouvert Restrictions commerciales (Gateway)
<b>Méthode d'allocation</b>	Grandfathering Benchmarking Mise aux enchères Baseline (niveau de base) Pas d'allocation
<b>Méthode de suivi des émissions</b>	Consommation en carburant rapportées par compagnies Données eurocontrol (ex ante avec surveillance radar)

Source : CE Delft 2005, page 3

Dans la communication précitée, la Commission précise déjà ses préférences par rapport à certaines options.

Ainsi, selon la Commission, il est fondamental que les exploitants d'aéronefs, autrement dit les compagnies aériennes, soient l'entité responsable.

La Commission considère que pour maintenir l'intégrité environnementale du système, il faudrait tenir compte tant des incidences en termes de CO<sub>2</sub> que des autres incidences. Cette prise de position peut sembler étrange si l'on sait que seul le CO<sub>2</sub> est jusqu'à présent pris en compte dans le SCEQE. De plus, d'après certains chercheurs, il n'existerait pas encore de bases scientifiques assez solides pour déjà inclure les effets non-CO<sub>2</sub> de l'aviation. Les index du forçage radiatif sont encore sources de trop nombreuses incertitudes et les échelles de temps

<sup>202</sup> Wit, R.C.N., Boon, B.H., van Velzen, A., Cames, M., Deuber, O. and D.S. Lee (2005), *Giving wings to emission trading. Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts*, Delft, CE, July 2005

différentes des différents phénomènes permettent difficilement leur comparaison<sup>203</sup>. Sur la question de la méthode à favoriser pour la prise en compte des effets non-CO<sub>2</sub>, la Commission ne tranche pas mais recommande, par pragmatisme, de : soit utiliser un coefficient multiplicateur, soit tenir compte au départ du seul CO<sub>2</sub>, mais en parallèle mettre en œuvre des instruments auxiliaires comme la différenciation des taxes d'aéroport en fonction des émissions de NO<sub>x</sub>. Cette dernière approche nous semble plus facile à mettre en œuvre et plus équitable pour le secteur aérien.

En ce qui concerne le type de vol à prendre en compte, la Commission précise qu'en termes environnementaux, l'option préférée est de couvrir tous les vols au départ de l'UE. En effet, d'après les estimations réalisées pour 2004, les vols intracommunautaires ont généré environ 52 MtCO<sub>2</sub> contre 130 MtCO<sub>2</sub> pour l'ensemble des vols au départ de l'UE. La Commission promet une analyse de l'impact sur les parts de marché des compagnies aériennes. Pour le calcul de la limitation globale des émissions de l'aviation et l'allocation des quotas correspondants, les règles déjà en place pour les participants au système d'échange ne sont pas nécessairement adaptées au secteur de l'aviation. En effet, seules les émissions de CO<sub>2</sub> des vols intérieurs sont prises en compte selon Kyoto et par conséquent, des arrangements spéciaux seraient nécessaires pour s'assurer que cela ne perturbe pas le système comptable qui fait le lien entre le SCEQE et le protocole de Kyoto (voir infra).

Compte tenu de l'existence du SCEQE, l'inclusion du transport aérien intracommunautaire dans le marché européen serait, pour un niveau de prix des quotas égal au taux de la taxe, plus efficace qu'une taxe sur le kérosène. Elle permettrait de réaliser des réductions d'émissions plus importantes à un coût inférieur.

En outre, étant donné le niveau d'intégration du marché communautaire des transports aériens, la Commission estime qu'il faudrait adopter une méthode harmonisée d'allocation. L'allocation des quotas de la Commission aux compagnies sans passer par les Etats membres pourrait être une solution. Afin de favoriser les actions précoces des compagnies aériennes et, a contrario, de ne pas avantager les compagnies aériennes qui n'ont pas fait d'effort de renouvellement de leur flotte, il pourrait être intéressant de fonder les allocations initiales à partir d'un benchmark technologique ou sur un prorata selon les TKP en lieu et place du *grandfathering*.

Notons que dans tous les scénarii envisagés par la Commission, les transporteurs communautaires et les transporteurs non-communautaires seraient traités exactement de la même manière sur les liaisons auxquelles s'applique le système. En conséquence, le fait de tenir compte de l'impact de l'aviation sur le climat dans le SCEQE ne risquerait pas d'amoinrir de manière significative la position concurrentielle des compagnies aériennes de l'UE par rapport aux compagnies hors de l'Union.

Enfin, et bien que ce scénario n'ait pas été envisagé par la Commission, il existe aussi la possibilité de créer un marché spécifique à l'aviation. Cette proposition, déjà formulée de manière informelle début avril 2006<sup>204</sup>, a été reprise dans un rapport d'initiative de Caroline LUCAS (Verts/ALE, UK) adopté par 439 voix pour, 74 contre et 102 abstentions par le parlement européen le 4 juillet 2006<sup>205</sup>. En effet, devant le problème de la non-intégration des émissions de CO<sub>2</sub> par les traités internationaux et pour garantir l'intégrité du système actuel, il

---

<sup>203</sup> Forster, P. M., Shine, K. P. and N. Stuber (2006), "Is it premature to include non-CO<sub>2</sub> effects of aviation in emission trading schemes", *Atmospheric Environment*, Vol. 40, pp. 1117-1121

<sup>204</sup> Point Carbon, "Euro MPs propose separate ETS for aviation", April 7 2006

<sup>205</sup> Point Carbon, "European parliament favours an ETS for aviation", July 4 2006

serait plus simple de créer un marché spécifique. La création d'un marché de permis non relié au marché européen ne permettrait cependant pas au secteur aérien de profiter des efforts de réduction qui pourraient être réalisés à moindres coûts dans les autres secteurs et les effets économiques s'apparenterait davantage à ceux d'une taxe.

### III.7.2 Efficacité environnementale

L'impact environnemental de l'intégration dans un marché de droits d'émission varie selon les options choisies. Ci-dessous les 3 options analysées en détails pour le compte de la Commission.

Tableau 10 : Aperçu des 3 options étudiées par CE Delft			
	Option 1	Option 2	Option 3
Couverture de l'impact climatique	CO <sub>2</sub> + multiplicateur	CO <sub>2</sub> seul	CO <sub>2</sub> seul
Zone géographique	Intra UE	Vols départs UE	Espace aérien UE
Entité visée par les échanges	Compagnie aérienne	Compagnie aérienne	Compagnie aérienne
Règles d'allocation	Uniformes en UE	Uniformes en UE	Uniformes en UE
Interaction avec Kyoto	Compagnies achètent quotas aux autres secteurs des EUA au dessus d'un seuil historique	Compagnies peuvent acheter et vendre* des EUA aux autres secteurs	Compagnies peuvent acheter aux autres secteurs. Elles peuvent vendre au maximum ce qu'elles ont acheté préalablement aux autres secteurs SCEQE.
Méthode d'allocation	Baseline	Benchmarking	Mise aux enchères
Méthode de suivi des émissions	Consommation kérosène rapportée par compagnie	Consommation kérosène rapportée par compagnie	Données Eurocontrol
* Pour permettre à l'aviation de vendre, les Etats membres doivent réduire la part des émissions réservées aux activités non comprises dans le SCEQE.			
Source : CE Delft 2005, page 121			

On constate dans le tableau infra que les baisses d'émissions à l'intérieur du secteur sont relativement faibles. Cette étude est confirmée par les analyses du *Chief Economist* de *British Airways* : les diminutions des émissions de CO<sub>2</sub> seraient dues à l'achat de crédits aux industries alors que les émissions des compagnies continueraient à croître<sup>206</sup>.

Globalement, d'après les modélisations du consultant néerlandais, les réductions totales seraient indépendantes du prix du quota.

La baisse moyenne –environ 20 Mt CO<sub>2</sub>– est importante (plus de 20% des émissions du secteur) et certainement supérieure à la baisse obtenue grâce à une taxe. En effet pour économiser 20 MtCO<sub>2</sub> avec une taxe, il faudrait obtenir une baisse de la demande de plus de 15% (pour rappel les émissions du trafic aérien international en Europe étaient de 114,3 Mt CO<sub>2</sub> en 2004). En utilisant une élasticité de la demande au prix de –0,7 (cf. section III.5), on

<sup>206</sup> The Independent, "Carbon trading will not cut airlines emissions, says BA", 30 June 2006

constate que la taxe devrait augmenter le prix du billet de plus de 20% pour un niveau de réduction des émissions comparables.

<b>Tableau 11 : Réduction des émissions</b>			
	<b>Option 1</b>	<b>Option 2</b>	<b>Option 3</b>
Emissions BaU en 2012	71Mt	178,5Mt	156,5 Mt
Réductions totales, dont	20,3 Mt	25,9 Mt	22,7 Mt
- Réductions à l'intérieur du secteur	0,3 Mt	1,1 Mt	2,0 Mt
- Achats aux autres secteurs	19,9 Mt	24,8 Mt	20,7 Mt
Réductions totales, dont	20 Mt	25,9 Mt	22,7 Mt
- Réductions à l'intérieur du secteur	0,7 Mt	3,2 Mt	5,6 Mt
- Achats aux autres secteurs	19,3 Mt	22,7 Mt	17,1 Mt

Source : CE Delft 2005, page 142

### III.7.3 Efficacité économique

Les données économiques de CE Delft ont toujours pour hypothèse que les efforts se feraient dans d'autres secteurs et auraient donc un impact minime sur le nombre de vols (Km effectués) et le chiffre d'affaires (tonne Km payante) du secteur.

<b>Tableau 12 : Effet par rapport à un scénario business as usual en 2012</b>						
	<b>Option 1</b>		<b>Option 2</b>		<b>Option 3</b>	
	<b>UE</b>	<b>Hors UE</b>	<b>UE</b>	<b>Hors UE</b>	<b>UE</b>	<b>Hors UE</b>
<b>Prix du quota à 10€ la tonne</b>						
Km effectués	-0,2%	0,0%	-0,2%	0,0%	-0,6%	-0,1%
Tonne Km payante	-0,1%	0,0%	-0,1%	0,0%	-0,5%	-0,1%
<b>Prix du quota à 30€ la tonne</b>						
Km effectués	-0,4%	0,0%	-0,3%	0,0%	-1,8%	-0,2%
Tonne Km payante	-0,2%	0,0%	-0,4%	-0,1%	-1,4%	-0,2%

Source : CE Delft 2005, page 155

Au niveau des prix, on constate que pour l'option 3, c'est-à-dire la seule option analysée où les quotas sont attribués par une vente aux enchères, la hausse peut aller jusqu'à 9%.

<b>Tableau 13 : Hausse du prix du billet (en €) en 2012 pour un ticket A/R (prix du quota compris entre 10€ et 30€ la tonne de CO<sub>2</sub>)</b>			
	<b>Option 1</b>	<b>Option 2</b>	<b>Option 3</b>
<b>Vol court</b>	0,4-1,3	0,2-0,7	1,5-4,6
<b>Moyen-courrier</b>	0,9-2,6	0,4-1,3	3,0-9,0
<b>Long courrier</b>	0	1,0-2,9	2,3-6,9

Source : CE Delft 2005, page 136

Cependant, dans le cas où ces permis seraient mis en vente<sup>207</sup>, on peut imaginer que les bénéfices de la vente soient investis dans une réduction des charges salariales et finalement

<sup>207</sup> On parle d'auctioning (souvent opposé au *grandfathering* qui consiste à distribuer les droits gratuitement sur bases des émissions antérieures).

avoir un effet bénéfique pour l'économie (effet double dividende déjà abordé pour la taxation)<sup>208</sup>.

### III.7.4 Obstacles à l'implémentation

#### III.7.4.1 Difficulté de la mise en œuvre : le lien avec Kyoto

La directive *Emission Trading* précise que « pour la période 2008-2012, les transferts de quotas à un autre Etat membre entraîneront des ajustements correspondants d'unités de quantités attribuées au titre du protocole de Kyoto. »

Le problème qui se poserait si on intégrait le secteur aérien dans le SCEQE est le suivant<sup>209</sup>.

Chaque partie de l'annexe I ayant ratifié le protocole de Kyoto reçoit un montant d'unités de quantités attribuées correspondant à son objectif de Kyoto. La Belgique disposera ainsi chaque année entre 2008 et 2012 d'environ 135 millions d'AAU. On suppose que la Belgique a décidé d'allouer à ses industriels dans le cadre du SCEQE 60 millions de quotas<sup>210</sup>. La Belgique ne disposera dès lors plus que de 75 millions de quotas pour les secteurs non couverts par le marché de quotas européen.

Supposons qu'un industriel belge a reçu 5 millions de quotas. Il émet en 2008, 6 MteCO<sub>2</sub>, et achète 1 MteCO<sub>2</sub> à un industriel allemand. Il y a un transfert de 1 million de quotas du registre allemand vers le registre belge. En fin d'année l'industriel belge restitue 6 millions de quotas à la Belgique. La Belgique a émis 136 MteCO<sub>2</sub> et dispose de 136 millions d'AAU. La Belgique dispose donc toujours de la même quantité pour les secteurs non couverts par le marché.

En fin d'année, l'Allemagne aura émis 989 MteCO<sub>2</sub> (puisque l'industriel allemand a diminué ses émissions de 1 MteCO<sub>2</sub>) et elle dispose de 989 millions AAU. L'Allemagne dispose ainsi toujours de la même quantité pour les secteurs non couverts par le marché.

Supposons maintenant qu'un marché de permis a été mis en place pour le secteur de l'aviation avec des objectifs de réduction pour les vols communautaires et domestiques. L'industriel belge émet toujours 1 MteCO<sub>2</sub> de plus que l'objectif qui lui a été assigné, il achète 1 MteCO<sub>2</sub> à *SN Brussels Airlines* qui a réduit ses émissions de 1 MteCO<sub>2</sub> sur ses vols vers l'Europe. Ce vol n'étant pas compté dans les émissions belges au titre du protocole de Kyoto, les émissions de la Belgique comptabilisées au titre du protocole de Kyoto ont augmenté de 1 MteCO<sub>2</sub>, et ce malgré le fait que cette augmentation ait été compensée par une diminution équivalente des émissions du secteur de l'aviation. Or, la Belgique dispose toujours de la même quantité d'AAU. En fin de période, la Belgique dispose de 135 millions d'AAU or les industriels belges ont émis 61 MteCO<sub>2</sub>. Les émissions de la Belgique sont donc de 136 millions MteCO<sub>2</sub>. La Belgique n'est donc plus en conformité avec le protocole de Kyoto.

Supposons maintenant que l'échange se fasse en sens inverse. *SN Brussels Airlines* achète 1 Mt de quotas à un industriel belge. L'industriel belge a réduit ses émissions de 1 MteCO<sub>2</sub>, il

---

<sup>208</sup> Voir Van Steenberghe, V. (1999), "La Conception d'un Marché Domestique de Droits d'Emission de Gaz à Effet de Serre : Aspects Economiques", miméo, working paper, Université Catholique de Louvain

<sup>209</sup> L'exposé du problème est inspiré de Giblin (2005) et adapté aux données belges.

<sup>210</sup> En pratique ce sont les trois régions belges qui gèrent la répartition des quotas. Le chiffre cité est la somme des quotas attribués par Bruxelles, la Flandre et la Wallonie.

restituée à l'État belge en fin d'année 4 millions de quotas et il a émis 4 MteCO<sub>2</sub>. La Belgique disposera de 134 millions d'AAU en fin de période et elle aura émis 134 MteCO<sub>2</sub>. Cet échange est transparent pour la Belgique.

En conclusion, tant que les émissions des vols intra-communautaires de l'aviation ne sont pas comptabilisées au titre du protocole de Kyoto, le lien du SCEQE à un marché de permis de l'aviation ne sera possible que dans un seul sens. C'est à dire que le secteur de l'aviation pourra acheter des permis sur le marché européen mais que les industriels couverts par le marché de permis ne pourront pas acheter des permis au secteur de l'aviation.

C'est ce problème qui a poussé les consultants et la Commission à envisager des systèmes semi-ouverts ou des systèmes de restrictions commerciales (*Gateway*). Avec un système semi-ouvert les entités aériennes peuvent acheter des quotas aux autres secteurs mais ne peuvent pas vendre les surplus éventuels. Avec un système dit de *gateway*, les entités aériennes peuvent acheter des quotas aux autres secteurs et peuvent vendre un nombre de quotas au maximum équivalent à ce que ces entités ont acheté aux autres secteurs durant la période d'échange.

#### III.7.4.2 Opposition du secteur aérien

L'opposition du secteur aérien a évolué au fil du temps, d'une position unie de rejet en 1999, à une situation non-homogène en 2006 où certaines compagnies acceptent le principe comme un moindre mal et d'autres s'y opposent toujours farouchement.

D'un côté on trouve donc certaines compagnies –essentiellement *British Airways* (BA)<sup>211</sup> et les compagnies *low-cost* - qui considèrent aujourd'hui que l'intégration au SCEQE n'est pas la plus mauvaise proposition. Ces compagnies préfèrent en tout cas ce système à une taxe sur le kérosène, un système de quotas spécifiques ou des redevances de vols.

Notons que la position de l'*European Low Fares Airline Association* (ELFAA), l'association représentant les intérêts des compagnies *low-cost* (Ryanair, Easyjet, ...) a évolué récemment. Mettant en doute l'efficacité environnementale de l'intégration au SCEQE par rapport à un coût économique encore mal estimé en mars 2006<sup>212</sup>, les compagnies à bas coûts se montraient plus favorables à l'intégration lors d'une conférence organisée par l'*International Emission Trading Association* en juin 2006 à Bruxelles<sup>213</sup>.

A l'opposé, on retrouve le lobby mondial des compagnies aériennes (IATA<sup>214</sup>) ou une compagnie comme *Lufthansa* qui considèrent que le progrès technologique et une meilleure gestion du trafic sont la solution. Selon le responsable des affaires environnementales de la compagnie aérienne allemande *Lufthansa*, l'intégration des vols intra-européens dans le SCEQE coûterait entre 0,5 et 1,5 milliard d'euros par an à l'industrie aérienne et ne serait pas efficace pour l'environnement<sup>215</sup>. IATA ne rejette pas complètement l'idée d'un système de quotas pour l'aviation mais estime que cette solution doit être décidée au niveau international (OACI).

---

<sup>211</sup> Voir Point Carbon, "British Airways wants aviation in EU ETS", March 17 2006

<sup>212</sup> Point Carbon, "Low-fare airlines unconvinced of ETS", March 21 2006

<sup>213</sup> CEPS/IETA, Brussels Climate Change Conference, 29-30 May 2006 ("Aviation & EU ETS – Implications for low cost carriers: Christopher Essex, EasyJet)

<sup>214</sup> IATA, Communiqué de presse, "Aviation and the Environment - Killing Myths and Setting the Agenda", April 25 2006

<sup>215</sup> Point Carbon, "Aviation in the EU ETS presents unacceptable cost risk: Lufthansa", May 11 2006

D'après certains experts de l'aviation, *Lufthansa* s'opposerait au plan car la compagnie allemande pense que la taxe sur le kérosène sera de toute façon introduite à l'avenir. Leur opposition aurait pour objectif d'éviter que l'aviation soit doublement pénalisée. BA serait favorable car, premièrement, la compagnie britannique espère éviter une taxe et, deuxièmement, elle aurait la conviction que les compagnies *low-cost* seraient davantage touchées par une hausse de 5 à 10€ des billets (la hausse relative du prix du billet serait plus importante pour ces dernières). Les compagnies à bas coûts - qui utilisent une flotte plus récente, ont déjà fait des efforts pour réduire leur consommation de carburants et volent à partir d'aéroports moins congestionnés – pensent au contraire qu'elles seraient moins touchées par un marché de quotas dont l'allocation initiale serait basée sur un benchmark.

En ce qui concerne le rapport d'initiative du Parlement européen (voir section II.5.2.6) qui prévoit un système séparé pour l'aviation, les compagnies aériennes sont unies dans leur rejet de ce projet<sup>216</sup>. Pour l'exposé des critiques à ce rapport parlementaire, on peut faire référence au communiqué de presse de IATA ou à un rapport complet de IACA (International Air Carrier Association), groupe d'intérêts basé à Bruxelles qui représente des petites compagnies aériennes offrant essentiellement des vols charters aux touristes européens<sup>217</sup>.

### III.7.4.3 Opposition des autres secteurs participant au SCEQE

L'*International Emissions Trading Association* (IETA), association qui regroupe 129 membres participant à des marchés de droits d'émission (et donc actuellement aucune compagnie aérienne), appelle à la prudence en ce qui concerne l'aviation<sup>218</sup>. Pour IETA, un système efficace devrait être lié aux autres secteurs et l'aviation devrait avoir la possibilité d'acheter et de vendre aux autres secteurs (opposition aux systèmes semi-ouverts ou de *gateway*). La réalisation concrète d'un tel système ne saurait se dérouler avant 2012 puisqu'elle nécessiterait la prise en compte du transport aérien international dans un régime post-Kyoto. IETA estime aussi qu'un système d'échange de quotas n'est pas conçu pour traiter des effets non CO<sub>2</sub>. Enfin IETA considère qu'une allocation basée sur un benchmark serait plus appropriée que le traditionnel système de *grandfathering*.

Les industries participant au SCEQE qui manquent de quotas craignent que l'inclusion du secteur aérien, demandeur net de quotas, ne provoque une hausse des prix des EUA. Une étude britannique commandée par *Defra*<sup>219</sup> et *Dft*<sup>220</sup> au consultant *ICF* infirmerait cette hypothèse<sup>221</sup>. Néanmoins, si le prix des EUA ne devrait pas varier selon cette étude, l'inclusion du secteur aérien augmenterait la demande et le prix des ERU<sup>222</sup>. Sans entrer dans les détails techniques,

<sup>216</sup> Voir Kundnani, H. and D. Grow, "Airlines ready for a dogfight over EU's plan for cleaner, greener skies", *The Guardian*, July 4 2006 et Point Carbon, *Easyjet opposes EU parliament's aviation plan*, July 10 2006

<sup>217</sup> Voir [www.iata.org](http://www.iata.org) et [www.iaca.be](http://www.iaca.be)

<sup>218</sup> Point Carbon, "IETA calls for caution over aviation", July 13 2006

<sup>219</sup> Department for Environment, Food and Rural Affairs

<sup>220</sup> Department for Transport

<sup>221</sup> Defra and Dft (2006), *Including Aviation into the EU ETS: Impact on EU allowance prices*, Final report, February 1, 2006

<sup>222</sup> ICF, le consultant américain auteur de l'étude, estime qu'il n'y aura pas assez de crédits générés par des projets CDM (CER) sur le marché en raison de la lourdeur de la procédure de validation auprès du *CDM Executive Board*. Pour cette raison il considère que l'aviation s'intéressera essentiellement aux crédits obtenus via des projets JI (ERU). Cette prévision peut néanmoins paraître surprenante vu le peu de projets JI actuellement développés.

on peut se demander comment la hausse de la demande d'ERU (qui devrait varier selon la loi de l'offre et de la demande provoquer une hausse des prix) n'aurait pas d'influence sur le prix des EUA vu le lien entre les deux marchés (*linking directive*) ? Il paraît en effet logique que, toute chose restant égale par ailleurs, si le secteur de l'aviation est intégré au SCEQE et se voit attribuer un objectif sévère nécessitant l'achat de quotas, les prix des EUA augmenteront (mais sans doute pas de façon significative vu la faible part de l'aviation dans les émissions de CO<sub>2</sub> européennes aujourd'hui). La raison invoquée est donc que l'aviation serait un petit secteur dans le SCEQE mais un acheteur important sur le marché des ERU.

#### III.7.4.4 Opposition des Etats-Unis

L'intégration des vols internationaux risque de provoquer un conflit commercial majeur entre l'Europe et les Etats-Unis<sup>223</sup>. Aux Etats-Unis, la *Federal Aviation Administration* (FAA) a déclaré que le projet de l'Union européenne d'inclure les vols au départ de l'Europe dans le SCEQE pourrait être une violation de la Convention de Chicago<sup>224</sup>. Sharon Pinkerton, de la FAA, déclarait dans la presse que «*la question de savoir si une compagnie aérienne pouvait être incluse dans le système de droits d'émission européen est une question juridique qui selon lui doit être résolue. L'option préférée par les américains est la moins ambitieuse, celle qui consiste à inclure uniquement les vols intra-européens (ce qui représente 52 millions de tonnes CO<sub>2</sub> équivalent annuellement)*<sup>225</sup> ».

#### III.7.5 Analyse

Si les marchés de droits d'émission ont fait leur preuve et s'il est très probable que les compagnies aériennes devront participer à un système de ce type en Europe, les interrogations restent nombreuses.

En particulier l'opposition entre le rapport d'initiative du Parlement européen qui prévoit la création d'un système fermé pour l'aviation et la vision du Conseil qui appelle à l'intégration dans le SCEQE pourrait retarder l'échéance. En 2003, le Royaume-Uni appelait à l'intégration dès le début de la seconde phase (2008)<sup>226</sup>. Plus récemment, l'Allemagne estimait cette intégration réaliste pour 2010<sup>227</sup>.

En raison des incertitudes scientifiques élevées, les effets non CO<sub>2</sub> ne devraient pas être pris en compte dans un marché de droits d'émissions. Ces effets, peut-être encore supérieurs aux estimations du GIEC en 1999, devraient néanmoins être gérés par d'autres instruments politiques (normes et redevances) et étudiés plus en détails. Le pouvoir politique pourrait réserver une partie des budgets de recherche et développement prévus pour l'aviation à l'analyse de ces impacts et des moyens pour les atténuer (voir infra la section III.11).

---

<sup>223</sup> Point Carbon, "US and Europe heading towards trade dispute on aviation", May 11 2006

<sup>224</sup> Point Carbon - Carbon Market Europe, January 6 2006, p. 7

<sup>225</sup> Si tous les vols au départ de l'Union européenne étaient inclus cela couvrirait 131 millions de tonnes. Si tous les vols au départ et à l'arrivée étaient compris on atteindrait 208 millions de tonnes.

<sup>226</sup> Voir le livre blanc « *The Future of Air Transport* », publié par Dft en décembre 2003.

<sup>227</sup> Voir Point Carbon - Carbon Market Europe, February 3, 2006, p. 7

Plus le nombre d'acteurs impliqués sera élevé, plus le système de quotas sera efficace au niveau économique et politique. L'Europe devrait dès lors faire pression lors de la prochaine réunion de l'OACI (2007) afin de remettre la question d'un marché de droits d'émissions pour l'aviation à l'agenda. L'Europe a également un rôle politique important à jouer dans les discussions sur l'avenir du protocole de Kyoto (post-2012). Il est essentiel que la question des émissions relatives au transport international (aérien et maritime) soit prise en compte.

## III.8 Programme de compensation (*Carbon offset*)

### III.8.1 Principe

#### III.8.1.1 Introduction

Une autre façon d'améliorer la situation en ce qui concerne les incidences des transports aériens sur le climat consisterait à compenser les émissions de GES de l'aviation par des réductions d'émissions dans d'autres secteurs (financement de projets de réduction des émissions de GES) ou par une absorption accrue des GES (puits de carbone via le reboisement ou une meilleure utilisation des sols) ou encore en finançant des projets de capture et de stockage de CO<sub>2</sub>.

En matière de compensation des émissions du secteur aérien, la Commission estimait en 1999, que la recherche n'était pas encore assez avancée afin de tirer d'éventuelles conclusions sur les actions à entreprendre<sup>228</sup>. Ce mode d'action n'est plus mis en avant dans les communications ultérieures de la Commission sur le transport aérien. Par contre, la recherche en matière de capture et stockage de CO<sub>2</sub> est toujours encouragée et financée par la Commission ; la mise en œuvre de cette technologie soulève toutefois de nombreuses questions liées notamment aux risques environnementaux, aux coûts, et à la surconsommation de combustibles fossiles qu'elle induit (*energy penalty*).

En pratique, les programmes de compensation existent déjà sur base volontaire. Certaines compagnies ou nouvelles entreprises spécialisées proposent aux voyageurs la possibilité de payer un supplément au prix de leur billet afin de compenser l'empreinte climatique de leurs vols.

Les prix proposés sont parfois très élevés (ils peuvent dépasser les 30€ la tonne de CO<sub>2</sub>, soit près du double du prix d'un quota sur le SCEQE en juillet 2006). La raison invoquée est le coût des intermédiaires et le coût du marketing associé à un produit encore peu demandé.

Notons que l'intégrité environnementale n'est pas toujours effective puisque le calcul des émissions évitées est laissé à l'appréciation du vendeur. De plus, lorsque ces vendeurs sont des entités à but commercial<sup>229</sup>, le risque existe que les certificats vérifiés les moins chers du marché soient proposés aux voyageurs<sup>230</sup>. Notons également que la majorité de ces crédits vendus en compensation financent des projets forestiers (puits de carbone) au lieu de financer des réductions d'émissions. Ce type d'approche est considéré comme moins durable que de réelles réductions des émissions et les méthodes de comptabilisation des émissions évitées par ces projets sont sujettes à des incertitudes élevées. En outre, les sociétés privées qui calculent les émissions à compenser estiment les émissions en fonction du nombre de kilomètre parcouru. Ce type d'approche simplifiée pénalise les compagnies les plus efficaces et ne reflète pas toujours les émissions réelles. Un programme imposé pourrait sans doute définir un

---

<sup>228</sup> Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (1999) 640, *Les Transports aériens et l'Environnement*, Bruxelles

<sup>229</sup> Ce risque est réduit si la vente est assurée ou contrôlée par une ONG environnementale qui n'a pas intérêt à mettre sa crédibilité en jeu.

<sup>230</sup> Par exemple des réductions d'émissions, induites par un projet CDM qui n'a pas été approuvé par l'Executive Board de la CCNUCC et qui ne peut donc pas prétendre générer des CER, sont parfois vendus comme VER (Verified Emission Reductions).

cadre plus strict pour la définition des crédits de compensation et le calcul des émissions à compenser.

Notons qu'un point positif des investissements dans les puits de carbone est qu'ils apportent une source de revenus à des populations qui vivaient de la vente de bois tropicaux<sup>231</sup>.

Finalement, on peut regretter que ces systèmes privés relèvent parfois davantage du marketing que d'un véritable effort de protection de l'atmosphère. En Allemagne, DHL a expérimenté des vols « neutres en carbone » en compensant ses émissions par l'achat de crédits volontaires auprès de *The Carbon-Neutral Company*, un des vendeurs spécialisés dans ce domaine<sup>232</sup>.

### III.8.2 Efficacité environnementale

L'impact environnemental dépendrait essentiellement du niveau d'exigence demandé aux compagnies. Selon que l'on demande une compensation totale des émissions de GES ou seulement un pourcentage, l'effet environnemental sera évidemment différent. Ensuite rappelons que même si les compagnies aériennes achetaient des réductions d'émissions de CO<sub>2</sub> comparables à leurs propres émissions, l'empreinte climatique du secteur ne serait toujours pas neutre en raison de l'effet non-CO<sub>2</sub> des avions.

En matière de capture et stockage du CO<sub>2</sub>, la recherche est encore à un stade initial. Par conséquent, des investissements importants sont nécessaires pour un résultat environnemental encore mal estimé. Si théoriquement le stockage de GES dans des formations géologiques qui ont contenu du pétrole ou du gaz naturel avant leur exploitation par l'homme paraît envisageable, la pratique pose de nombreux problèmes. En particulier, la capture et le transport du CO<sub>2</sub> jusque dans ces couches géologiques profondes sont encore sources de nombreux problèmes et les coûts estimés par tonne de CO<sub>2</sub> évitée sont encore très élevés<sup>233</sup>.

Enfin, des programmes de compensation peuvent aussi avoir un effet environnemental pervers. En soulageant la conscience environnementale des voyageurs, ces programmes pourraient accroître la demande, ce qui est contraire au but recherché.

### III.8.3 Efficacité économique

En considérant que le développement de cette mesure se calque sur les programmes de compensation existants sur base volontaire, l'effet serait comparable à une taxe sur les billets proportionnelle au nombre de kilomètres parcourus. En imposant un programme de ce type, on augmenterait le prix et diminuerait la demande sur les vols internationaux.

---

<sup>231</sup> Osborne, T. and C. Kiker (2005), "Carbon offsets as an economic alternative to large-scale logging: a case study in Guyana", *Ecological Economics*, Vol. 52 (4)

<sup>232</sup> Voir <http://www.carbonneutral.com/pages/casestudies.asp>

<sup>233</sup> IPCC (2005), *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*, Cambridge University Press, Cambridge

Rendre le programme obligatoire aurait un avantage économique considérable : celui de limiter les phénomènes de passager clandestin<sup>234</sup> caractéristiques des approches volontaires (pour plus de détails sur cette problématique, voir infra la section III.10.4).

### III.8.4 Obstacles à l'implémentation

Imposer un système qui fonctionne déjà aujourd'hui sur base volontaire risque de ne pas susciter un soutien important. De plus, rendre cette mesure obligatoire serait équivalent à lever une taxe sur les billets ce qui n'apparaît pas comme une solution efficace au niveau économique et environnemental (voir supra).

### III.8.5 Analyse

L'achat de crédits pour compenser les émissions de GES relève peut-être davantage d'une forme de charité post-matérialiste<sup>235</sup> que d'une mesure politique durable de lutte contre les changements climatiques.

La compensation des émissions accompagne également souvent des campagnes de communication des entreprises ou gouvernements<sup>236</sup>.

Néanmoins, malgré ces critiques, la mesure a plusieurs arguments en sa faveur.

Premièrement, elle est relativement simple à mettre en œuvre (cf., dans un autre contexte, la rapidité de la mise en œuvre de la « taxe Chirac »). Ensuite, le fait de proposer ou imposer des programmes de compensation participe à la sensibilisation à la problématique des émissions de GES. Enfin, même si certains crédits de compensation ne compensent que très partiellement les émissions, investir dans la protection des forêts ou dans des technologies propres ne saurait nuire à l'environnement.

Etant donné les faiblesses du système mis en avant, cette mesure ne devrait toutefois pas être considérée comme prioritaire par le pouvoir politique. Cette mesure reste peut-être plus efficace avec la flexibilité de l'approche volontaire.

S'il s'avérait que ces programmes prenaient de l'ampleur et devenaient un argument commercial, les décideurs politiques auraient néanmoins un rôle à jouer : ils devraient veiller à encadrer les programmes volontaires. Pour améliorer l'efficacité économique et environnementale de cette mesure, les pouvoirs publics pourraient par exemple mettre en œuvre ou encourager le développement de labels éthiques (qui pourraient rester dans la sphère privée), un peu à l'instar de ce qui se fait pour le commerce équitable<sup>237</sup>. Si cette solution s'avérait insuffisante pour garantir l'intégrité du système, la mise en place de normes pourrait être une solution, à l'instar des normes européennes sur les produits issus de l'agriculture biologique<sup>238</sup>.

---

<sup>234</sup> Un problème de passager clandestin surgit lorsque l'agent qui paie ne tire pas plus d'avantages que les autres. Dans le présent cas, les passagers qui ne paient pas de suppléments de leur ticket bénéficient aussi des réductions d'émissions payées par d'autres.

<sup>235</sup> Sur le post-matérialisme et la montée des mouvements verts, nous faisons référence aux écrits d'Inglehart.

<sup>236</sup> Par exemple, le 31<sup>ème</sup> sommet du G8 organisé au Royaume-Uni était « neutre en carbone ».

<sup>237</sup> Un exemple de certification privée est donné par Max Havelaar, garant l'intégrité du commerce équitable.

<sup>238</sup> Voir Règlements européens (2092/91 pour la production végétale et 1804/99 pour la production animale)

## III.9 Utilisation de biocarburants

### III.9.1 Principe

L'intérêt des biocarburants vient de ce qu'ils réduisent considérablement les émissions nettes de CO<sub>2</sub> dans la mesure où dans le cycle du carbone leur utilisation se trouve compensée par une absorption équivalente de CO<sub>2</sub> par les végétaux. Le bilan serait donc égal à zéro si aucun combustible fossile n'intervenait dans leur fabrication.

Les biocarburants sont produits à partir de la biomasse. On distingue essentiellement 4 types de biocarburants<sup>239</sup> :

1. biodiesel : il est produit à partir d'huiles végétales (principalement l'huile de colza, mais également de tournesol, de noix de coco ou de palmes) ayant subi un traitement chimique (estérification). Le biodiesel peut être ajouté à concurrence de 5% au diesel normal sans nécessiter de modifications techniques aux véhicules routiers. En ce qui concerne l'aviation, il semble que même un mélange aussi faible nécessiterait des adaptations techniques (voir infra).
2. bioéthanol : il est produit à partir de sucres (de cannes à sucre ou de betteraves) ou de féculés (liaisons chimiques des sucres dans le maïs, les pommes de terre, le riz...). Le bioéthanol peut être ajouté à concurrence de 5% à l'essence
3. bio-ETBE (*ethyl-tertiar-butyl-ether*) : il s'agit d'un antidétonant produit à partir de bioéthanol et d'iso-butylène. Il peut être ajouté à concurrence de 15% à l'essence. Il ne peut pas être ajouté au diesel normal car il nécessite un moteur adapté.
4. biocarburants dits de 2<sup>ème</sup> génération : ils sont produits à partir d'huiles usagées, de graisses ou de biomasse cellulosique (bois, résidus de l'exploitation et de l'industrie du bois, pailles de céréales, tiges de maïs, cultures énergétiques dédiées comme les taillis à courte rotation, les peupliers, les eucalyptus, les déchets comme les déchets ménagers, voire les déchets organiques comme les boues des stations d'épuration ainsi que les sous-produits d'industries comme les papeteries) ce qui leur donne un meilleur bilan environnemental (moins d'émissions de GES pour leur production). La biomasse est gazéifiée par voie thermochimique et transformée en carburant liquide par procédé Fischer-Tropsch<sup>240</sup>.

L'utilisation de biocarburants dans les transports n'est pas récente. Rudolf Diesel, l'inventeur du moteur à combustion, faisait tourner ses machines à l'huile d'arachide et les premières Ford T roulaient à l'éthanol. L'amélioration des techniques de forage ayant rendu le pétrole bon marché au début du XX<sup>ème</sup> S., les constructeurs automobiles se sont désintéressés des carburants issus de l'agriculture.

---

<sup>239</sup> Source : [www.climat.be](http://www.climat.be)

<sup>240</sup> Le procédé de synthèse de carburants liquides à partir d'un mélange gazeux a été découvert en 1923 par les scientifiques allemands Fischer et Tropsch. Les carburants de synthèse ainsi obtenus sont caractérisés par l'absence de composé aromatique, de soufre et d'impureté. Le mélange gazeux à l'origine de la synthèse des carburants liquides peut être obtenu à partir de différents composés carbonés. Le procédé Fischer Tropsch a été initialement utilisé avec le charbon durant la seconde guerre mondiale mais il peut s'appliquer aussi bien au gaz naturel qu'à la biomasse dès lors qu'un procédé de gazéification est disponible. La production de kérosène de synthèse à partir du charbon gazéifié par le procédé, dit CTL (Coal to Liquid), a été utilisée par l'Allemagne pendant la seconde guerre mondiale et par l'Afrique du Sud sous embargo.

La perspective d'un cours mondial des produits pétroliers s'établissant durablement au-dessus des 50\$ le baril modifie sensiblement le bilan économique jusqu'ici défavorable aux biocarburants.

Néanmoins, malgré ces éléments intéressants d'un point de vue environnemental et économique, il faut d'emblée préciser que la biomasse ne pourrait remplacer l'utilisation de produits pétroliers. Jean-Marc Jancovici, vulgarisateur reconnu sur la question climatique, a estimé en se basant sur des chiffres officiels de la FAO concernant la superficie agricole mondiale et des données récentes sur les rendements agricoles (TEP de biocarburant par hectare de culture) que l'utilisation de toutes les surfaces cultivées de la planète pour la production de biocarburants ne permettrait de remplacer que 40% des besoins en carburant des transports<sup>241</sup>. Même avec un scénario aussi extrême et improbable (l'homme a besoin de l'agriculture pour se nourrir), les biocarburants ne sont pas la solution.

S'ils ne sont pas la solution, les biocarburants peuvent néanmoins représenter une des solutions, raison pour laquelle la question de leur utilisation dans l'aviation reste pertinente. S. Pascala et R. Socolow, qui ont développé la « *wedges approach* »<sup>242</sup>, considèrent ainsi que le développement des biocarburants est une des quinze solutions visant à stabiliser le climat<sup>243</sup>. Leur idée sur ce point consiste à multiplier par cent au niveau mondial la production actuelle du Brésil ou des USA, soit consacrer un sixième de la superficie agricole mondiale à la production de biocarburants.

Au niveau européen, l'incorporation de biocarburants dans les carburants automobiles a déjà fait l'objet d'une directive en 2003 qui précise un objectif d'incorporation de 5,75 % de carburant d'origine végétale en 2010<sup>244</sup>. Aucune initiative analogue n'a été prise concernant le transport aérien. Ce qui peut sembler paradoxal, puisque ce mode de transport, plus encore que les véhicules routiers, est durablement dépendant des combustibles liquides à haute densité énergétique.

Le Brésil et les Etats-Unis produisent et consomment déjà des quantités importantes de bioéthanol. Aux USA, les fabricants automobiles se sont récemment engagés à multiplier par deux la production de FFVs (*Flexible Fuel Vehicles*, véhicules pouvant rouler avec de l'éthanol). L'E85 (mélange avec 85% d'éthanol) est vendu dans 700 points de vente et 17 millions de véhicules sont déjà adaptés<sup>245</sup>. La raison qui a motivé ce choix de carburant dans ces deux pays est davantage économique (soutien au secteur agricole) et politique (accroître l'indépendance énergétique par rapport aux pays de l'OPEP) qu'environnementale.

---

<sup>241</sup> Source : [www.manicore.com](http://www.manicore.com)

<sup>242</sup> Wedge peut se traduire par cale ou coin. L'image du déséquilibre climatique inventée par ces deux chercheurs est celle d'une table bancal pour laquelle il n'existe pas de cale suffisamment épaisse pour atteindre une stabilisation. Néanmoins en superposant l'ensemble des cales disponibles (image pour les solutions actuelles : par exemple le solaire, l'éolien, la biomasse, l'efficacité énergétique, le nucléaire, la capture du CO<sub>2</sub>, la diminution de la demande de déplacement...) on arriverait à l'équilibre souhaité. Cette approche est très souvent citée dans les politiques climatiques et se veut une réponse aux personnes qui refusent la mise en œuvre de mesures environnementales sous prétexte qu'elles ne peuvent à elles seules stabiliser le climat. S'il est évident qu'aucune de ces mesures n'est la solution, il est probable que l'ensemble de ces mesures soit une solution.

<sup>243</sup> Pascala, S. and R. Socolow (2004), "Stabilizing Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies", *Science*, Vol. 305, 13 August 2004, pp. 968-972

<sup>244</sup> Directive 2003/30/CE du parlement européen et du conseil du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports

<sup>245</sup> Environmental Finance, US carmakers commit to biofuels, July 6 2006

On voit dès lors que la promotion des biocarburants dépasse le cadre de la lutte contre les changements climatiques. Les biocarburants sont un facteur intéressant dans une politique de réorientation de l'activité agricole en Europe (réorientation de la PAC et utilisation des jachères). En Europe, la production de biocarburants présente l'avantage de ne pas entrer en compétition avec les usages alimentaires (l'agriculture européenne produit plus que la demande).

Notons que les deux carburants verts actuellement utilisés pour l'automobile (biodiesel et éthanol) ne sont pas compatibles avec les exigences des avions à réaction pour trois raisons : les énergies spécifiques sont inférieures, ils augmenteraient les risques d'instabilité (*flash points* trop bas) et créeraient des problèmes d'oxydation<sup>246</sup>. Néanmoins ces problèmes ne sont pas insurmontables, comme l'a montré le Brésil, particulièrement à la pointe dans l'utilisation de biocarburants pour la flotte aérienne<sup>247</sup>. Dès 1982, un avion brésilien volait avec du kérosène végétal (prosène). En 1983, des études ont montré qu'un avion volant avec un mélange composé de 90% de kérosène et de 10% de prosène émettait 7,8% d'émissions de CO<sub>2</sub> en moins que le même appareil brûlant uniquement du kérosène. Ces expériences réussies d'utilisation du prosène n'ont plus été développées après 1985, suite à la stabilisation des prix du pétrole. L'utilisation de biocarburants par l'ensemble de la flotte brésilienne pourrait permettre de réduire les émissions du Brésil de 3% par rapport au scénario *business as usual*.

### III.9.2 Efficacité environnementale

L'efficacité environnementale des biocarburants n'est pas toujours garantie. En prenant en compte l'ensemble des effets environnementaux de leur production, le bilan est mitigé. En effet, la production agricole nécessite des quantités d'engrais élevées or le processus de fabrication de l'engrais consomme beaucoup d'énergie. Les engrais provoquent des pollutions des sols et de l'eau (les nitrates vont jusqu'aux rivières et provoquent l'eutrophisation de milieux aquatiques). Les processus de production de biocarburants nécessitent également beaucoup d'énergie. La culture requiert des quantités d'eau très élevée (c'est notamment le cas pour le maïs américain utilisé pour la production d'éthanol), ce qui tend à accroître le nombre de zones en stress hydrique.

Les biocarburants de seconde génération ont un bilan environnemental nettement meilleur puisqu'il ne nécessite pas une agriculture intensive.

Enfin, le passage aux biocarburants n'agit pas sur le nœud du problème : la croissance spectaculaire de demande de transport aérien.

### III.9.3 Efficacité économique

Dans un contexte de prix élevés du pétrole, les biocarburants pourraient être rentables et dès lors intéresser le secteur privé. Néanmoins, il n'est pas certain que les compagnies aériennes fassent l'effort d'investir dans ces nouvelles technologies sans la pression des pouvoirs publics. En effet, dans une perspective de prix du pétrole plus élevés que les coûts de production des biocarburants, il est probable qu'un arbitrage aligne les prix de ces derniers sur ceux des

---

<sup>246</sup> IPCC (1999), Aviation and the global atmosphere, op. cit., p. 257

<sup>247</sup> Simões, A. F. and R. Schaeffer (2005), "The Brazilian air transportation sector in the context of global climate change: CO<sub>2</sub> emissions and mitigation alternatives", *Energy Conversion and Management*, 46, pp. 501-513

produits pétroliers. La hausse du prix du pétrole profiterait ainsi davantage aux exploitants agricoles qu'aux compagnies aériennes ayant opté pour les biocarburants.

Aujourd'hui en raison des coûts liés aux projets de R&D tant sur les carburants que sur les moteurs, il existe un surcoût par rapport au kérosène. Les pouvoirs publics devraient veiller à encourager cette forme d'énergie moins dommageable pour le climat, par exemple en diminuant les accises sur ce carburant<sup>248</sup>. Dans le cas de l'aviation, où rappelons-le, il n'y a pas d'accises sur le kérosène, l'utilisation de biocarburants serait encouragée par l'introduction d'une taxe sur le kérosène ou la non-prise en compte des émissions de CO<sub>2</sub> provoquées par la combustion des biocarburants dans un système d'échange de quotas.

### **III.9.4 Obstacles à l'implémentation**

Le principal obstacle à l'implémentation de cette mesure pour le trafic aérien est d'ordre technique. Les biocarburants aujourd'hui mélangés aux carburants utilisés par le trafic routier nécessiteraient des adaptations techniques aux moteurs des avions. Cet obstacle n'est toutefois pas insurmontable comme l'a démontré le constructeur aéronautique brésilien EMBRAER.

### **III.9.5 Analyse**

Dans son rapport d'initiative du 4 juillet 2006, à côté de nombreuses autres propositions, le Parlement européen a invité la Commission à promouvoir l'introduction de biocarburants pour l'aviation en tant que contribution à la réduction des répercussions sur le changement climatique. Le Parlement estime également qu'il faut accorder la priorité à la recherche dans le contexte du 7<sup>ème</sup> programme-cadre en matière de R&D en vue de développer des technologies de moteurs propres et de carburants de substitution.

Cette demande du Parlement confirme notre opinion selon laquelle les biocarburants, s'ils ne sont pas la solution au problème, restent un élément intéressant. En particulier les biocarburants – en raison des conventions internationales qui proposent de ne pas comptabiliser les émissions résultantes de leur combustion – pourraient offrir une possibilité aux compagnies aériennes de réaliser un effort de réduction de leurs émissions de GES en interne. Cet argument est important puisqu'une des critiques des compagnies aériennes opposées au SCEQE est que les compagnies ne disposent pas des facilités des installations terrestres (amélioration de l'efficacité énergétique, fuel-switch...) en matière de réduction des émissions. En permettant à la flotte du futur de choisir son carburant, les compagnies aériennes pourraient mieux se positionner dans un marché de droits d'émissions.

---

<sup>248</sup> Cette recommandation provient d'une étude du consultant PwC pour l'administration fédérale belge. Cf. PwC (2005), *Biofuels and other renewable fuels for transport*, July 3 2005 (disponible sur le site [www.climat.be](http://www.climat.be)).

## III.10 Accords volontaires

### III.10.1 Principe

Selon l'OCDE, la notion d'accord volontaire recouvre différents types d'instruments qui peuvent être catégorisés en quatre groupes<sup>249</sup> :

1. les engagements unilatéraux : une entreprise met en place un programme interne d'amélioration de ses performances environnementales et en communique les résultats à l'extérieur ;
2. les accords privés : ce sont des accords entre une entreprise et des agents qui souffrent de la pollution engendrée par les activités de l'entreprise. Ces accords aboutissent à la mise en place de programmes d'amélioration des performances environnementales de l'entreprise ;
3. les accords négociés : ce sont des contrats négociés par les autorités publiques et des entreprises ou groupements d'entreprises, précisant des objectifs environnementaux à atteindre dans un délai fixé. Les autorités publiques surveillent l'effectivité des efforts réalisés. Si l'objectif fixé n'est pas atteint, l'accord peut prévoir un mécanisme de sanction permettant d'inciter les opérateurs à respecter leur engagement ;
4. les programmes publics volontaires : il s'agit de programmes développés par l'autorité publique, précisant des standards environnementaux, auxquels des entreprises peuvent choisir de participer.

Dans le cadre de notre réflexion sur les instruments politiques, ce sont les groupes 3 et 4 qui nous intéressent.

Des accords volontaires de ce type ont déjà été négociés par l'Europe avec les constructeurs automobiles européens, japonais et sud-coréens et par le Japon avec son industrie aéronautique.

Les accords entre les associations de constructeurs automobiles européens<sup>250</sup>, japonais<sup>251</sup> et sud-coréens<sup>252</sup> et la Commission fixent ainsi un objectif d'émission de 140 gCO<sub>2</sub>/Km exprimé comme la moyenne des émissions de CO<sub>2</sub> au km de l'ensemble des véhicules vendus en 2008 (dans l'accord avec les constructeurs européens) ou 2009 (accords avec constructeurs japonais et coréens).

L'accord japonais avec les constructeurs aéronautiques nippons prévoit quant à lui une réduction des émissions de GES de 10% par unité de transport aérien pour 2010 par rapport à 1990. Le Japon a également négocié un accord volontaire avec l'association des compagnies aériennes japonaises, qui se sont engagées à réduire de 1% par an la consommation par

---

<sup>249</sup> OCDE (2003), Les approches volontaires dans les politiques de l'environnement. Efficacité et combinaison avec d'autres instruments d'intervention.

<sup>250</sup> Commission Recommendation of 5 February 1999 on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars (ACEA) (1999/125/EC). ACEA regroupe BMW AG, DaimlerChrysler AG, Fiat S.p.A., Ford of Europe Inc., General Motors Europe AG, Dr. Ing. H.c.F. Porsche AG, PSA Peugeot Citroën, Renault SA, Volkswagen AG, AB Volvo.

<sup>251</sup> Commission Recommendation of 13 April 2000 on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars (JAMA) (2000/304/EC). JAMA regroupe Daihatsu, Fuji Heavy Industries (Subaru), Honda, Isuzu, Mazda, Nissan, Mitsubishi, Suzuki, Toyota

<sup>252</sup> Commission Recommendation of 13 April 2000 on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars (KAMA) (2000/303/EC). KAMA regroupe Daewoo Motor Co. Ltd., Hyundai Motor Company, Kia Motors Corporation

passager kilomètre transporté (PKT). Cet engagement correspond à la fourchette basse des scénarii de référence de l'amélioration de l'efficacité énergétique. Autrement dit, cet engagement volontaire ne permet pas d'aller au-delà de ce que les compagnies auraient fait en l'absence d'accord.

Des accords similaires pourraient être envisagés au niveau européen. Toutefois, les accords volontaires ne constituent pas un outil très efficace lorsqu'il s'agit d'atteindre un objectif environnemental donné. En effet, peu d'accords volontaires prévoient une sanction en cas de dépassement de l'objectif. De plus, on constate souvent que l'objectif fixé par un accord volontaire représente rarement un effort supplémentaire par rapport au scénario de référence (*business as usual*).

En pratique, les accords volontaires ne valent que par la menace de mesures plus restrictives, qui pourraient être mises en place si l'objectif n'est pas atteint. Dans ces conditions, les pouvoirs publics sont en position de négocier de réelles avancées, mais encore faut-il qu'ils aient les moyens de contrôler l'application effective des accords.

### **III.10.2 Efficacité environnementale**

L'efficacité environnementale des accords volontaires n'est pas démontrée. Un avantage potentiel des approches volontaires est que leur mise en œuvre peut nécessiter moins de préparatifs que les approches réglementaires. Grâce aux accords volontaires, il serait possible de s'attaquer à un problème environnemental déterminé plus rapidement que s'il fallait passer par toutes les étapes nécessaires pour mettre en place une nouvelle norme ou une taxe. En revanche, le rapport de l'OCDE susmentionné précise que la probabilité de voir une approche volontaire apporter des améliorations environnementales qui vont au-delà du scénario de référence dépend fortement du niveau de préparation. La définition d'objectifs quantifiables, la mise en place d'un système de surveillance et la définition de sanctions sont des éléments nécessaires pour assurer l'efficacité environnementale de tels accords.

### **III.10.3 Efficacité économique**

Pour réduire au minimum le coût total de la réduction de la pollution, il faudrait que les coûts marginaux de cette réduction soient égaux pour tous les acteurs participant à l'effort environnemental (c'est le principe de base des marchés de droits d'émissions). Les approches volontaires sont dès lors plus efficaces lorsqu'elles autorisent des échanges. La mise en place d'un marché de droits d'émissions est donc une solution économique optimale pour des accords volontaires. Les systèmes d'échange de quotas d'émissions de GES du Royaume-Uni (voir supra) ou du Japon sont deux exemples d'approches volontaires efficaces au niveau économique.

### **III.10.4 Obstacles à l'implémentation**

Parmi les obstacles à la mise en œuvre d'accords volontaires, on trouve le problème du passager clandestin (*free-rider*)<sup>253</sup>. Ce problème surgit lorsque l'agent qui paie ne tire pas plus

---

<sup>253</sup> « Un passager clandestin obtient un bénéfice sans payer l'ensemble ou une partie des coûts. Il s'agit d'un parasite dans la mesure où il obtient un bénéfice en déplaçant tout ou partie des coûts sur d'autres personnes

d'avantages que les autres. Il s'agit d'un problème récurrent dans les approches volontaires de protection de l'environnement. On retrouve d'ailleurs ce type de comportement au niveau international où des nations comme les Etats-Unis ou l'Australie profiteront des politiques climatiques plus ambitieuses d'autres pays sans en avoir à payer le coût.

### **III.10.5 Analyse**

Les accords volontaires représentent souvent une première étape. Offrir la possibilité à un secteur de s'autoréguler est créateur de confiance entre les décideurs politiques et le monde privé et peut ainsi faciliter la compréhension de réglementations ultérieures.

La négociation d'accords volontaires place aussi des thématiques environnementales au cœur des préoccupations des agents économiques. Les accords de branche en Wallonie peuvent illustrer cette situation. S'il est peu probable que ces accords aient permis des réductions des émissions de GES plus importantes que le scénario de référence, il est certain que ces accords ont facilité la mise en œuvre de la directive *Emission Trading* en Wallonie et ont conscientisé les industriels wallons au réchauffement climatique.

Les accords volontaires peuvent aussi objectiver la nécessité d'une nouvelle réglementation. En effet, si lors de l'évaluation il s'avère que l'accord n'a pas atteint l'objectif défini, le pouvoir politique se retrouve alors en position de force pour recourir à des instruments plus contraignants.

---

[...]. *Le propriétaire d'une entreprise qui se débarrasse de gaz polluants en les libérant dans l'atmosphère sans compenser ceux qui souffrent de la pollution qu'il cause est un parasite dans la mesure où il déplace une partie de ses coûts sur les autres* ». Extrait de : Gauthier, D. (1986), *Morals by Agreement*, Clarendon, Oxford Press, p. 96 (Traduction personnelle)

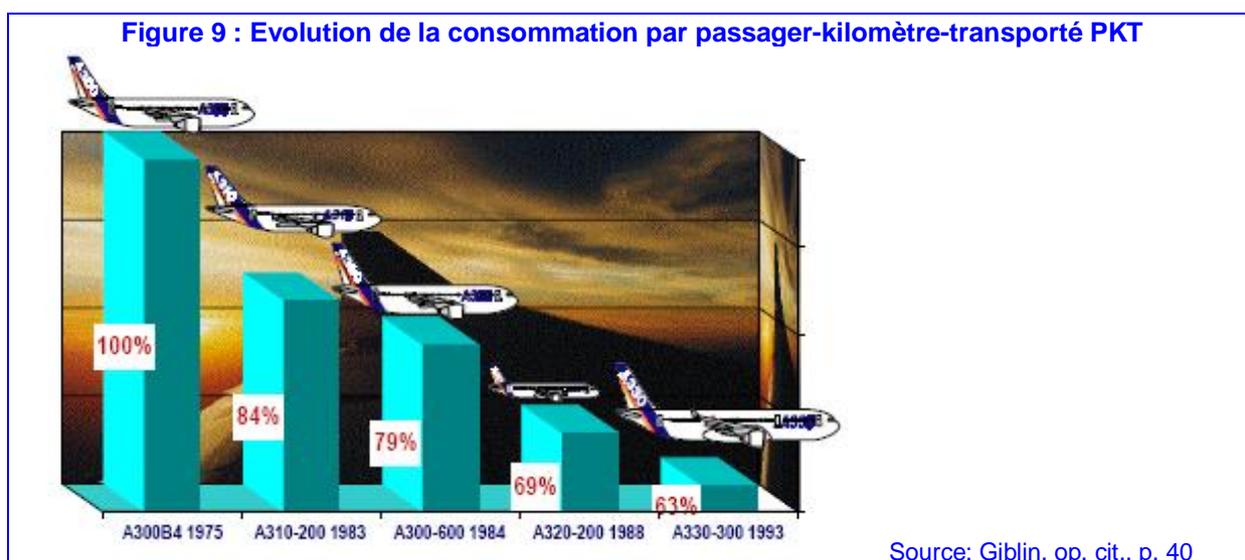
## III.11 Politique de Recherche & Développement

### III.11.1 Principe

Le progrès technologique est, selon le secteur aérien, un des moyens les plus efficaces de résoudre le problème de l'impact de l'aviation sur le climat.

Néanmoins, comme nous l'avons vu dans l'introduction de ce travail, le progrès technologique seul ne peut résoudre le problème en raison de la croissance très importante du secteur. A l'instar des biocarburants, le progrès technologique peut être une des solutions en offrant la possibilité aux compagnies aériennes de mieux maîtriser leurs émissions.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution de la consommation par PKT réalisée depuis 1975 par le constructeur aéronautique européen Airbus. Si les améliorations sont appréciables, elles se révèlent largement incapables de compenser la croissance du trafic, comme le confirme l'évolution des chiffres des émissions. Pour rappel, les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'UE dues au trafic aérien international ont augmenté de 86% entre 1990 et 2004, passant de 61,3 à 114,3 Mt CO<sub>2</sub> (voir section II.1).



L'industrie aéronautique recevant des fonds publics pour développer des programmes de recherche tant civils que militaires, il pourrait être opportun que les décideurs politiques conditionnent une partie de ces aides à l'atteinte de performances environnementales, notamment en matière d'émissions de GES. Il serait en effet dommageable que les réductions obtenues via des programmes de recherches subventionnés se voient réduites à néant par des programmes de recherche aéronautique favorisant les performances techniques (par exemple la vitesse de croisière) au détriment des performances environnementales. Ce cas de figure pourrait notamment concerner le développement d'une flotte supersonique de deuxième génération qui devrait remplacer la niche anciennement occupée par le Concorde (vols intercontinentaux à très grande vitesse dans la stratosphère). A ce sujet, l'actualité récente est encourageante.

En juillet 2006, sept industriels majeurs de l'aéronautique européenne (*Airbus SAS, Dassault Aviation, Eurocopter SAS, Liebherr-Aerospace Lindenberg GmbH, Rolls-Royce plc, SAFRAN et Thales*) ont signé une lettre d'intention sur la *Joint Technology Initiative "Clean Sky"*.

Cette initiative est destinée à servir une politique de transport aérien plus respectueuse de l'environnement. La *JTI Clean Sky* sera le plus grand projet de recherche jamais lancé avec la Commission européenne, sur une période de sept ans, d'un budget total d'environ 1,7 milliard d'euros.

La *JTI Clean Sky* est un programme de recherche visant à réduire de manière significative les impacts du transport aérien sur l'environnement. Elle devrait amener à offrir des technologies et des solutions innovantes devant permettre des améliorations sensibles en terme de bruit, d'émissions polluantes et de consommation pour les futures générations d'avions, incluant leurs équipements et leur mode opératoire. L'objectif est de démontrer et valider les ruptures technologiques nécessaires pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par le Conseil Consultatif pour la Recherche Aéronautique en Europe (ACARE).

Précisons que les objectifs d'ACARE, fixés en 2000 pour 2020, incluent une réduction de 50% des émissions de CO<sub>2</sub> grâce une réduction drastique de la consommation de carburant, une réduction de 80% des émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et une réduction de moitié du bruit perçu. De plus, le cycle de vie des avions (fabrication, maintenance et démantèlement) devra être davantage écologique.

La *JTI Clean Sky* sera financée à 50% par la Commission européenne, le reste étant financé par les industriels signataires de la lettre d'intention ainsi que les futurs partenaires qui se joindront au projet. Des universités, des centres de recherche et des PME participeront également au projet.

Un accord final sera conclu avant le début de 2007. La *JTI Clean Sky* sera menée de la même façon qu'un programme industriel. Elle sera composée d'une assemblée générale, d'un comité exécutif, d'un directeur et de son personnel.

### **III.11.2 Efficacité environnementale**

L'efficacité environnementale peut sembler limitée dans la mesure où les progrès technologiques n'agissent pas sur le fond du problème : la croissance spectaculaire de la demande de transport aérien. Néanmoins les améliorations enregistrées ces 40 dernières années montrent que le progrès technologique est une des solutions au problème. En effet, en supposant que les avions utilisent encore les technologies des années 60, le problème serait accru.

Néanmoins des programmes de R&D de grande ampleur tels que la *JTI Clean Sky* auront un impact positif et permettront si pas de résoudre le problème au moins de le limiter.

### **III.11.3 Efficacité économique**

Au niveau économique, l'effet d'un subside induit une augmentation de l'offre et une diminution du coût marginal, qui en l'absence de situation monopolistique ou oligopolistique, tend à provoquer une baisse des prix et une hausse de la demande. Ces phénomènes expliquent en partie la surproduction agricole et l'effondrement des prix en Europe suite aux subsides de la Politique Agricole Commune (PAC).

Le subside peut cependant se justifier. En effet, si l'on est en présence d'externalités positives à la production, le subside est un correctif qui permet de s'orienter vers la quantité optimale en remboursant le producteur des effets bénéfiques pour lesquels il n'est pas rémunéré. Les subsides concernent donc généralement des secteurs sensibles jugés stratégiques soit pour des raisons d'indépendance ou d'emploi, soit en raison des effets économiques du secteur sur le reste de l'économie.

L'UE, considérant comme fondamental d'avoir un constructeur de premier plan (Airbus) et étant consciente des emplois directs et indirects du secteur aéronautique, estime donc justifié de soutenir ce secteur. Néanmoins, en agissant de la sorte, les décideurs européens doivent être conscients que leur soutien au secteur aérien pourrait indirectement favoriser la demande pour ce type de transport.

#### **III.11.4 Obstacles à l'implémentation**

L'obstacle principal au développement de programmes de R&D ambitieux est l'argent. Des politiques publiques très ambitieuses peuvent décourager les décideurs de par leur coût. Une des solutions consisterait à utiliser tout ou une partie des fonds obtenus par d'autres initiatives publiques (vente aux enchères de quotas, taxes ou redevances) pour le financement de programmes de recherche dans le secteur aéronautique. En agissant ainsi, le décideur pourrait faciliter l'acceptation des nouvelles charges par le secteur.

#### **III.11.5 Analyse**

Au niveau européen, l'ampleur du programme *JTI Clean Sky* et la définition d'objectifs environnementaux (objectifs ACARE) sont porteurs d'espoir. Il est en tout cas heureux de constater que l'industrie s'associe de la sorte à un programme de R&D aux objectifs environnementaux. Il est cependant regrettable que cet effort de l'UE n'a pas été plus applaudi par les groupes d'intérêts représentant le secteur aérien.

Au niveau belge, et en particulier en Wallonie, des entreprises telles que la SABCA ou la SONACA, participent à la recherche et au développement dans le secteur aéronautique. Etant donné le soutien de la région wallonne à ce secteur considéré comme « porteur »<sup>254</sup>, le décideur politique belge ou wallon préoccupé par l'impact climatique de l'aviation pourrait sans doute orienter une partie des aides publiques vers des programmes de recherche visant à améliorer les performances environnementales des avions.

---

<sup>254</sup> L'aéronautique est par exemple un des « pôles de compétitivité » du programme d'actions prioritaires pour l'avenir wallon (nouveau nom de ce qui fut d'abord dénommé « plan Marshall pour la Wallonie »).

## III.12 Transfert modal

### III.12.1 Principe

Ces dernières années, le marché des vols court-courriers a explosé et les transporteurs exploitent désormais des lignes à plus courte distance. Près de 40% des 7,5 millions de vols annuels dans les 41 pays de la *Conférence Européenne de l'Aviation Civile* (CEAC) ne dépassent pas 500 km<sup>255</sup>.

Ces vols court-courriers exigent une quantité de carburant disproportionnée pour la distance parcourue (la part de carburant consommée en phase de décollage étant relativement élevée par rapport aux autres phases de vol) et sont donc encore plus nuisibles à l'environnement, par passager-km, que les vols long-courriers. Cette tendance devrait être étudiée et des mesures devraient être prises pour l'inverser. Parmi ces mesures le transfert modal apparaît comme une solution envisageable et aux effets pervers limités. Le transfert modal consiste à déplacer la demande pour un type de transport (ici le transport aérien) vers d'autres modes de transports (transports maritime, fluvial, ferroviaire ou routier).

Le GIEC (1999) a calculé que près de 10% des voyageurs européens pourraient emprunter des trains à grande vitesse plutôt que l'avion mais, bien sûr, uniquement pour de courtes distances et sur des itinéraires très fréquentés<sup>256</sup>. Toutefois, si le réseau ferroviaire à grande vitesse européen était plus développé, ce pourcentage pourrait considérablement augmenter. Les attentats déjoués du 10 août 2006 en Grande-Bretagne et la perturbation du trafic qui a suivi, ont mis en avant les possibilités de transfert modal sur les lignes reliant la capitale britannique à Paris et Bruxelles. Ce jour là, le taux d'occupation du train *Eurostar* était à son maximum, presque multiplié par deux par rapport au taux moyen.

En ce qui concerne le fret, les possibilités de transfert modal sont encore plus nombreuses. Les émissions de CO<sub>2</sub> produites par le fret ferroviaire sont de 20 à 100 fois inférieures à celles produites par le fret aérien, et le fret maritime est au moins deux fois moins nuisible pour l'environnement que le fret ferroviaire<sup>257</sup>.

En ce qui concerne ces comparaisons, on peut regretter l'absence de rapports spéciaux du GIEC sur l'impact climatique des autres modes de transports (routier, ferroviaire ou maritime). Si la littérature sur la pollution engendrée par les transports est abondante, un état des lieux des connaissances de l'impact de ces modes de transport sur le climat aiderait certainement la prise de décision politique.

### III.12.2 Efficacité environnementale

Le manque de données environnementales au sujet des autres modes de transports permet difficilement d'estimer l'efficacité environnementale de cette mesure. Néanmoins il est certain que remplacer une liaison aérienne par une liaison ferroviaire ou, dans le cas du fret, par une liaison maritime ou fluviale peut permettre de réduire drastiquement les émissions de GES.

---

<sup>255</sup> Forum Européen de l'Energie et des Transports (2005), op. cit.

<sup>256</sup> Données du GIEC (1999) cité in Forum Européen de l'Energie et des Transports (2005), op. cit.

<sup>257</sup> Données d'un rapport de la *Royal Commission on Environmental Pollution* (2002) cité in Forum Européen de l'Energie et des Transports (2005), op. cit.

### **III.12.3 Efficacité économique**

En favorisant les modes de transports alternatifs, le décideur politique doit cependant veiller à ne pas faire de la concurrence déloyale au secteur aérien. Il serait dès lors sans doute plus judicieux que ce soutien se fasse de façon indirecte, en particulier en favorisant l'internalisation des externalités environnementales du secteur aérien. Les instruments cités dans les autres sections auront en effet tendance à augmenter le prix du transport aérien et donc à renforcer la compétitivité des autres modes de transport. Des investissements publics dans des réseaux européens ferroviaire et fluvial intégrés sont néanmoins une action politique qui peut se justifier par la volonté de réduction des émissions de GES.

La récente libéralisation du secteur du rail, malgré certains effets pervers qui n'entrent pas dans le cadre de ce travail, est un élément qui devrait permettre un transfert modal en douceur vers ce secteur. En effet, tant que le secteur du rail était un monopole d'Etat, la qualité et les délais de livraisons n'étaient peut-être pas toujours comparables à ceux des compagnies de transport express privées.

### **III.12.4 Obstacles à l'implémentation**

L'encouragement du transfert modal par un soutien direct des autorités publiques aux secteurs ferroviaires, fluviaux ou maritimes pourrait être assimilé à de la concurrence déloyale. Aussi il est sans doute préférable que la promotion du transfert modal se fasse de façon indirecte par l'intermédiaire d'autres mesures. L'inclusion de l'aviation à un marché de quotas ou la taxation du kérosène sont des mesures qui encourageraient l'utilisation de modes de transport alternatifs.

Un autre obstacle est le coût en infrastructure que nécessiteraient l'intégration et le développement de réseaux ferroviaires et fluviaux européens. L'époque où les Etats européens appliquaient une politique économique keynésienne notamment au travers de politiques de grands travaux est aujourd'hui révolue. Enfin, l'exemple britannique a montré que la libéralisation du rail pouvait conduire à un éparpillement du capital des anciens monopoles ferroviaires au sein de différentes sociétés privées qui ne facilite pas les investissements importants en infrastructure.

### **III.12.5 Analyse**

La promotion de l'utilisation d'autres modes de transport ne peut constituer à elle seule une solution à la problématique de l'impact de l'aviation sur le climat. Par contre de nombreux instruments permettraient de faire glisser une partie de la demande de transport aérien vers des modes de transport moins néfastes pour le climat. Les mesures économiques d'internalisation des coûts externes sont une voie en la matière.

Ci-dessous, nous présentons des variantes ou nouvelles idées pouvant favoriser un transfert modal :

- une taxe très élevée sur les vols courts. Ces vols sont proportionnellement plus néfastes en raison du carburant nécessaire pour les seules phases d'atterrissage et de décollage. Ils peuvent également davantage être substitués par le transport ferroviaire ou routier ;
- un remplacement des vols courts vers une correspondance par un voyage en train (nombreux vols courts de ce type, par exemple Bruxelles-Francfort-Singapour) ;

- une obligation aux aéroports d'être efficacement reliés à un réseau ferroviaire, à la fois pour le transport de personnes et de fret (afin de permettre de remplacer les vols courts) ;
- une suppression des subsides publics aux aéroports ;
- une interdiction aux aéroports d'augmenter leur capacité d'accueil...

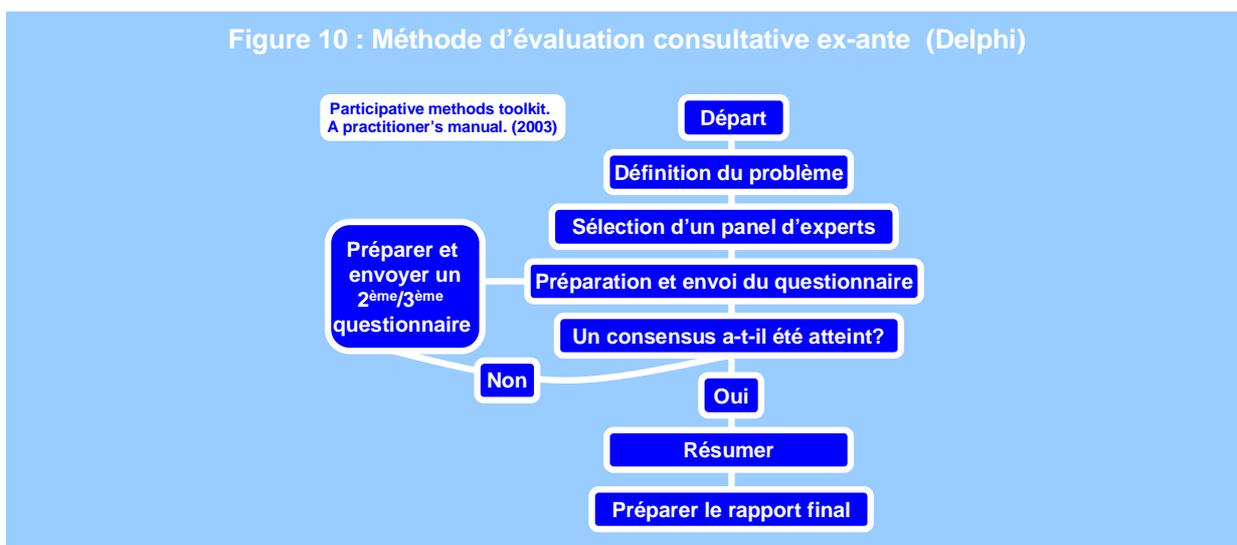
# IV Les choix politiques

## IV.1 Introduction

D'après certains politologues, la réunion de *stakeholders* hétérogènes est une pratique désirable pour le développement durable<sup>258</sup>. Les consultations multipartites permettraient une mise en œuvre du développement durable dans ses trois dimensions : économique, sociale et écologique. Pour Lafferty et Meadowcroft, les mécanismes visant à l'intégration de groupes différents sont une condition nécessaire pour répondre efficacement aux dilemmes environnementaux<sup>259</sup>. En Belgique, l'utilité des réunions multipartites en matière d'environnement se retrouve dans l'institutionnalisation de différents organes consultatifs qui regroupent des représentants de l'industrie, des syndicats, des ONG environnementales et des universités (cf. le CFDD, le CWEDD ou le MiNaRaad).

Aussi, afin de nous aider dans la sélection des mesures politiques optimales, nous avons choisi d'organiser une consultation auprès de différents experts. Le choix du panel de *stakeholders* s'est porté sur les utilisateurs (*users*) du groupe *ABC Impacts – Aviation and the Belgian Climate Policy : Integration Options and Impacts* (voir supra la section II.5.3.2). Ce choix est justifié par les similitudes qui existent entre l'objectif de ce programme de recherche et notre sujet d'étude. Le projet financé par la politique scientifique fédérale ayant déjà établi un groupe de travail *ad hoc* regroupant des participants issus de « mondes » différents et concernés (directement ou indirectement) par la problématique que nous étudions, nous avons pu bénéficier de la sélection déjà effectuée et aisément obtenir les coordonnées des différents intervenants. L'approche choisie est une version inspirée, mais simplifiée, de la méthode Delphi.

La méthode Delphi est un processus consultatif d'évaluation *ex-ante*<sup>260</sup> souvent utilisé en matière d'analyse des politiques publiques.



<sup>258</sup> Faucheux, S. cité in van den Hove, S. (2000), "Participatory approaches to environmental policy-making: the European Commission Climate Policy Process as a case study", *Ecological Economics*, Vol. 33, pp. 458

<sup>259</sup> Lafferty, W. and J. Meadowcroft cité in van den Hove, S. (2000), *ibid.*

<sup>260</sup> Evaluation *ex-ante* signifie évaluation des politiques avant leur mise en œuvre.

Comme représenté à la figure 10, il s'agit d'un processus itératif permettant une présentation anonyme d'un ensemble de jugements émanant d'experts, jugements qui sont ensuite soumis à réévaluation en vue d'aboutir à une conclusion commune. Avec cette méthode, les représentants des agences et des autres parties prenantes (y compris les bénéficiaires) collaborent pour concevoir et conduire une évaluation et en tirer des conclusions.

Dans le cadre de ce travail, il ne s'agira pas de dégager un consensus formel de l'ensemble des parties. Nous nous contenterons donc de l'envoi d'un seul questionnaire et nous tirerons les conclusions sans consulter les différentes parties. Les résultats obtenus lors de cette première consultation seront néanmoins fournis aux experts consultés. Ces résultats pourraient ainsi alimenter les discussions ultérieures de ce groupe de travail.

Notons que l'obtention d'un consensus n'est pas une condition nécessaire à la réussite d'une politique. Simplement avoir conscience des oppositions de certains acteurs peut faciliter la mise en œuvre d'une politique.

## **IV.2 Résultats de la consultation**

### **IV.2.1 Présentation du questionnaire et taux de participation**

Le questionnaire a été envoyé aux seize participants du groupe *ad hoc* (voir annexe 1). Un participant étant en congé de longue durée, quinze personnes ont effectivement été contactées.

Sur ces quinze envois, nous avons reçu onze réponses au 1<sup>er</sup> août 2006. Le taux de participation élevé s'explique par des prises de contact téléphoniques répétées auprès de l'ensemble des sondés.

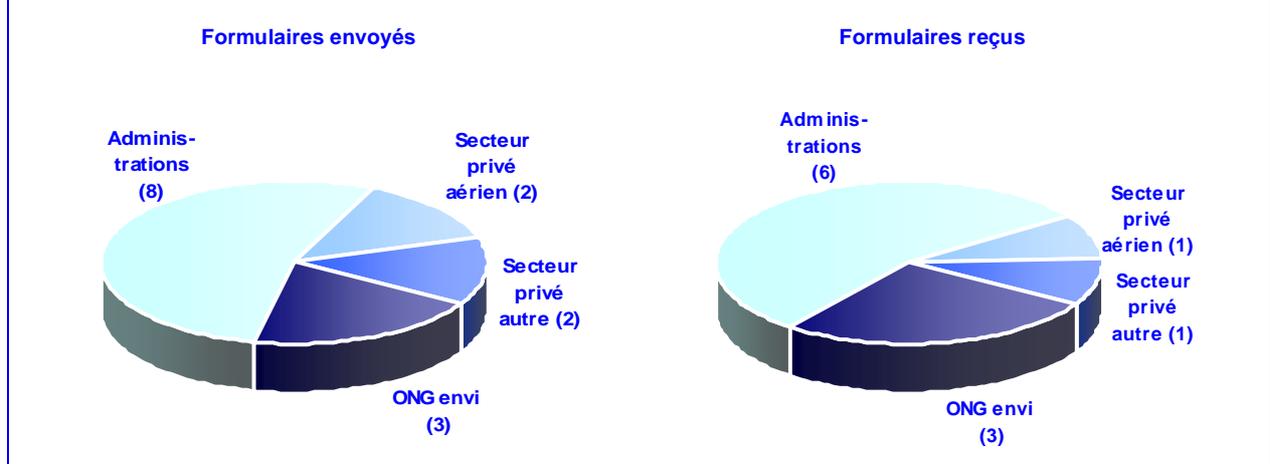
Un participant du secteur privé (hors aérien) a préféré ne pas répondre en raison d'un manque de connaissance du secteur aérien.

Pour le secteur aérien nous n'avons pas reçu de réponses de BIAC avant la clôture de cette enquête (fixée au 1<sup>er</sup> août 2006).

En ce qui concerne les administrations (6/8 ou 75%), nous n'avons plus rappelé les fonctionnaires dès lors qu'au moins un de leurs collègues avait répondu à l'enquête. Nous avons donc reçu au minimum une réponse pour chaque administration concernée par le projet ABC (SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement, Service fédéral Mobilité et Transport, IBGE, Vlaamse Milieumaatschappij et Aminor).

L'anonymat a été garanti aux différents auteurs, en particulier aux différents fonctionnaires qui ont précisé que leurs opinions étaient personnelles et n'engageaient pas l'administration. Néanmoins, le représentant de la compagnie *SN Brussels Airlines* ayant consulté sa hiérarchie dans la formulation des réponses à l'enquête, nous avons été autorisés à considérer le questionnaire de cette compagnie comme une prise de position officielle.

Figure 11 : répartition des participants par catégorie



Le questionnaire est composé en deux parties (voir annexe 2). La première reprend l'essentiel des questions d'une consultation publique menée par la commission européenne au printemps 2005 sur les instruments de réduction des impacts de l'aviation sur le climat<sup>261</sup> (voir supra la section II.5.2.6). La seconde a été rédigée par nos soins. Etant donné que le groupe de travail est composé d'experts francophones et néerlandophones, et afin d'éviter des erreurs d'interprétation, nous avons envoyé un seul questionnaire rédigé en anglais. Les répondants étaient néanmoins invités à répondre dans leur langue maternelle.

Dans notre analyse, les réponses au questionnaire sont regroupées par groupe de répondants, sauf pour la deuxième partie du questionnaire où seul un acteur privé (*SN Brussels Airlines*) a répondu aux questions.

La somme des pourcentages peut être supérieure à 1 (plusieurs réponses sont parfois autorisées) ou inférieure à 1 (certains participants n'ont pas répondu à toutes les questions).

Toutes les questions n'ont pas été analysées dans les pages qui suivent. Un tableau reprenant l'ensemble des réponses par catégorie (en pourcentages) et un échantillon des commentaires les plus intéressants est repris en annexe 3.

#### IV.2.2 Analyse de la première partie du questionnaire

L'analyse de la première partie sera faite en parallèle avec le rapport final de la consultation européenne. En effet, avec onze réponses, il nous est parfois difficile de tirer des enseignements sur base de traitements statistiques. L'échantillon européen, basé sur 5564 réponses, s'avère utile lorsque les opinions des différents participants du groupe ABC ne permettent pas de dégager des tendances. Les réponses de la consultation européenne proviennent à l'écrasante majorité de 5 Etats (1544 réponses du Royaume-Uni, 1110 d'Allemagne, 945 de Belgique, 911 de France, 272 des Pays-Bas...). La Commission ne présente pas les résultats par Etat ou par catégorie de répondants.

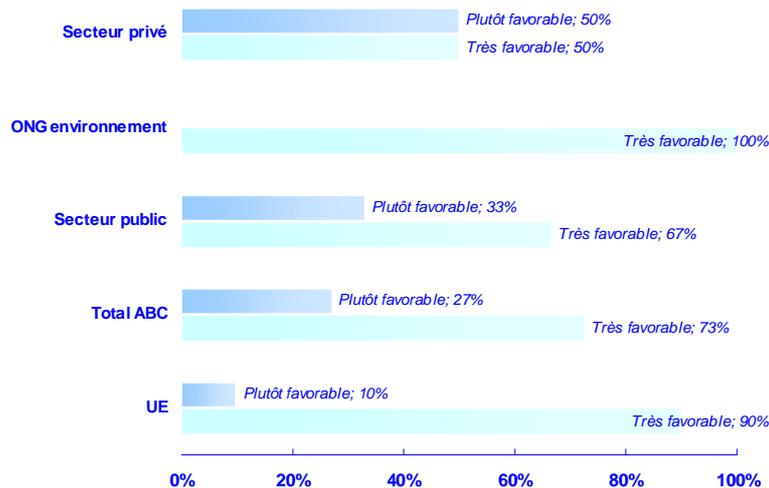
<sup>261</sup> Commission européenne (2005), *Reducing the Climate Change Impact of Aviation. Report on the Public Consultation March-May 2005*, Brussels.

### IV.2.2.1 Objectifs politiques

Les trois premières questions sont relatives aux objectifs politiques. Les résultats européens montrent que 90% des répondants sont très favorables à une prise en compte de cette problématique. Aucun répondants, ni dans notre enquête, ni au niveau européen n'est opposé au fait que l'aviation devrait participer à l'effort de lutte contre le changement climatique.

**Figure 12 : Inclusion du transport aérien dans l'effort de lutte contre le changement climatique**

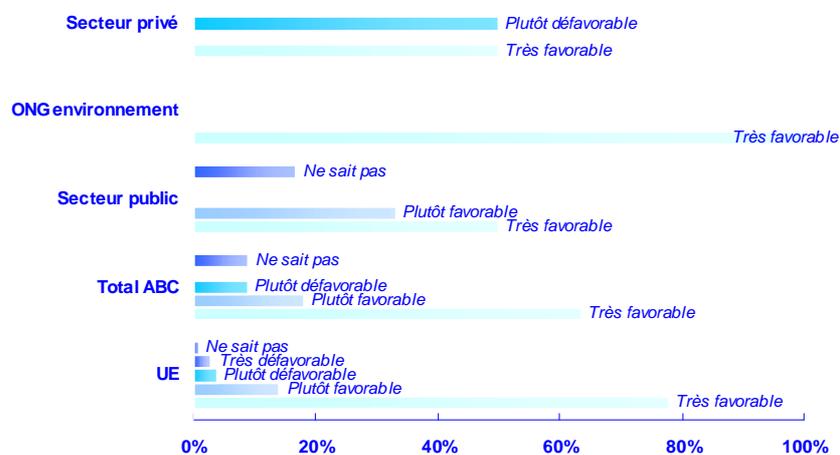
*Etes-vous favorable à l'inclusion du transport aérien dans l'effort de lutte contre le changement climatique?*



La deuxième question concerne l'internalisation des coûts externes du changement climatique dans le prix du transport aérien. Ici aussi, les opinions sont largement favorables. Remarquons cependant que dans notre enquête, *SN Brussels Airlines* s'est déclarée plutôt défavorable à cette internalisation, estimant que « *les mesures économiques ne représentent qu'une petite partie des mesures à prendre (...) et qu'une analyse correcte de l'impact sur les coûts pour l'aviation par rapport aux bénéfices pour l'environnement doit absolument être faite avant toute décision.* » Les trois répondants des fédérations environnementales se sont déclarés très favorables à cette internalisation. Au niveau européen près de 95% des répondants sont favorables à cette mesure.

**Figure 13 : Internalisation des coûts externes**

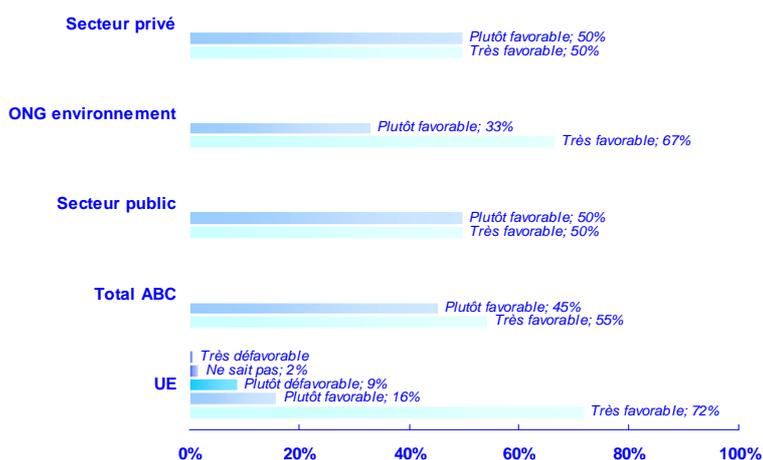
*Etes-vous favorable à l'internalisation des coûts externes du changement climatique dans le prix du transport aérien?*



Sur la question des incitants économiques, l'ensemble des répondants à notre enquête s'est montré plutôt ou très favorable. *SN Brussels Airlines* a précisé que « les gouvernements pourraient intervenir en offrant certains « incentives » au renouvellement des flottes. » Au niveau européen, le pourcentage d'opinions favorables est de 88%.

**Figure 14 : Incitants économiques**

*Etes-vous favorable au renforcement des incitants économiques afin que les opérateurs de transport aérien réduisent leurs impacts sur le climat?*



#### IV.2.2.2 Choix politiques

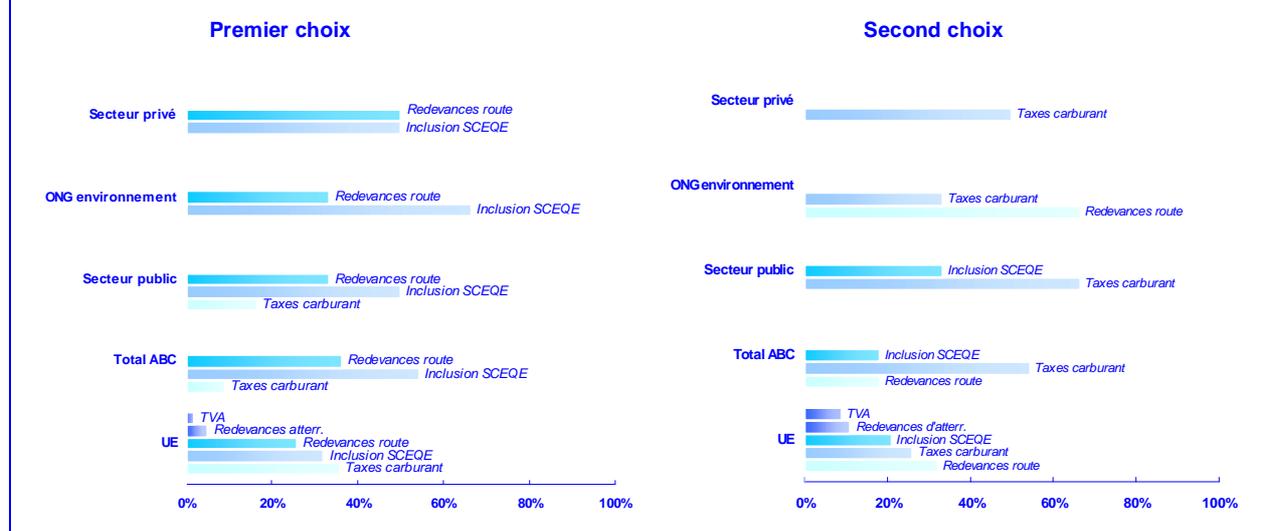
Les deux questions suivantes concernent le choix des meilleurs instruments économiques afin de parvenir aux objectifs décrits dans les trois premières questions (prise en compte de l'impact de l'aviation sur le climat, internalisation des coûts externes dans le prix du transport et incitants pour la réduction des impacts sur le climat). Les cinq mesures proposées sont : redevances de routes, redevances d'atterrissage et/ou de décollage, inclusion de l'aviation dans le SCEQE, taxes sur les carburants et TVA pour le transport aérien. Notons que la TVA sur le transport aérien, qui n'a pas été encore abordée dans ce travail, aurait un effet économique et environnemental comparable à celui d'une taxe sur les billets.

Au niveau européen, en 2005, la taxe sur les carburants était l'option la plus souvent citée comme premier choix. Les répondants du groupe ABC considèrent eux que l'inclusion dans le SCEQE est le plus efficace, la taxe sur le carburant étant leur premier « second choix » (à droite de la figure 15). Cette divergence peut s'expliquer par une meilleure connaissance du SCEQE (lors de l'enquête européenne, le système faisait ses premiers pas) et par la médiatisation récente (décembre 2005) du soutien du Conseil à cette mesure.

Les redevances de décollage/atterrissage et la TVA (taxe sur les billets), dont nous avons montré la relative inefficacité, tant économique qu'environnementale, sur la question du changement climatique sont logiquement très peu citées. Moins de dix pourcents des participants à la consultation européenne ont envisagé ces mesures comme premier choix. Ces mesures ne furent pas considérées comme efficaces par les répondants du groupe ABC (0% à la fois comme premier choix et comme second).

**Figure 15 : Efficacité des instruments économiques**

Quel est selon vous l'instrument économique le plus efficace pour atteindre les objectifs décrits ci-dessus au niveau européen?  
Quel est votre second choix?



### IV.2.2.3 Mesures opérationnelles et technologiques

Les deux tableaux qui suivent reprennent une série de mesures opérationnelles ou technologiques qui pourraient permettre de réduire l'impact négatif de l'aviation sur le climat. A court et moyen termes (2006-2020), les trois mesures qui rencontrent le plus de succès sont la réduction de la croissance de la demande (61% au niveau européen ; 45% des répondants du groupe ABC), l'amélioration de la gestion du trafic aérien (53% au niveau européen ; 64% du groupe ABC) et l'amélioration du taux de remplissage (41% au niveau européen et 55% du groupe ABC). Au niveau des différences par catégorie, on constate que les ONG sont les plus favorables à la réduction de la croissance de la demande (67%) alors qu'aucun répondant du secteur privé ne cite cette mesure. L'amélioration des appareils existants (*retrofitting*) ne suscite pas un soutien élevé (36% au niveau européen ; 27% du groupe ABC).

**Tableau 14 : Mécanismes de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat à court ou moyen terme (2006-2020)**

	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Gestion de la demande (réduire la croissance de la demande)	61%	45%	50%	67%	0%
Améliorer la gestion du trafic aérien	53%	64%	83%	0%	100%
Améliorer le taux de remplissage (p. ex. modification des routes et horaires)	41%	55%	33%	100%	50%
Améliorer/mettre à jour ( <i>retrofitting</i> ) les ailes, moteurs ou mesures technologiques similaires	36%	27%	17%	33%	50%
Renouvellement accéléré de la flotte	32%	45%	33%	67%	50%
Développement de technologies de propulsion avec moins d'émissions	21%	9%	17%	0%	0%
Développement de carburants alternatifs pour l'aviation	13%	9%	0%	0%	50%
Développement d'avions avec une résistance aérodynamique moins élevée	11%	0%	0%	0%	0%
Développement de concepts d'avions nouveaux et plus efficaces	9%	9%	0%	0%	50%

A long terme (2020-2050), le développement de nouveaux concepts d'appareils plus efficaces et le développement de moteurs avec moins d'émissions de polluants sont les deux mesures technologiques les plus citées.

<b>Tableau 15 : Mécanismes de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat à long terme (2020-2050)</b>					
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Développement de concepts d'avions nouveaux et plus efficaces	58%	64%	50%	67%	100%
Développement de technologie de propulsion avec moins d'émissions	57%	64%	50%	67%	100%
Gestion de la demande (réduire la croissance de la demande de transport aérien)	52%	55%	50%	100%	0%
Développement de carburants alternatifs pour l'aviation	42%	64%	83%	33%	100%
Développement d'avions avec une résistance aérodynamique moins élevée	34%	45%	17%	67%	100%
Renouvellement accéléré de la flotte	28%	27%	17%	67%	0%
Améliorer la gestion du trafic aérien	16%	9%	0%	33%	0%
Améliorer le taux de remplissage (p. ex. modification des routes et horaires)	9%	9%	0%	33%	0%
Améliorer/mettre à jour (retrofitting) ailes, moteurs ou mesures technologiques similaires	8%	0%	0%	0%	0%

#### IV.2.2.4 Distorsion de la concurrence

La question suivante concerne les risques de distorsion de concurrence qu'une mesure européenne pourrait faire courir à l'industrie de l'aviation et du tourisme. Parmi les sondés ayant une opinion sur la question, la très grande majorité considère que des mesures éventuelles doivent couvrir l'ensemble des vols partant ou arrivant de pays hors UE.

<b>Tableau 16 : Distorsion de concurrence</b>					
<i>En supposant que les vols soient couverts par une mesure européenne qui ne fait pas de distinction selon la nationalité de la compagnie (compagnies non européennes également couvertes), quel niveau d'action considèreriez-vous comme le moins risqué en terme de distorsion de concurrence pour le commerce européen (en ce compris l'industrie aérienne et l'industrie touristique)?</i>					
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Mesures qui couvrent les impacts des vols à l'intérieur et entre les Etats membres et 100% des impacts des vols partant ou arrivant de pays hors de l'UE	72%	64%	67%	67%	50%
Ne sait pas	9%	36%	33%	33%	50%
Mesures qui couvrent les impacts des vols à l'intérieur et entre les Etats membres	8%	0%	0%	0%	0%
Mesures qui couvrent les impacts des vols à l'intérieur et entre les Etats membres et 50% des impacts des vols partant ou arrivant de pays hors de l'UE	7%	0%	0%	0%	0%

Les répondants étaient également invités à justifier leur choix.

Epinglons une réaction d'un membre d'une ONG environnementale : « Aucune des options ne comporte de risque important de distorsion de concurrence dans la mesure où elles sont basées sur les trajets et appliqués à tous les transporteurs. La question fondamentale est d'éviter les

*distorsions de concurrence entre différents trajets. L'application aux vols intercontinentaux réduit le risque de distorsion de concurrence qui pourrait être induite par une subsidiation croisée des vols intra-européens par les transporteurs étrangers. »* En effet, en appliquant la mesure à tous les transporteurs et sur la totalité du trajet, le risque de distorsion de la concurrence pour le transport aérien semble faible. Notons que ce risque existe cependant. Il est par exemple possible qu'un agent économique (entreprise ou touriste par exemple) choisisse de ne pas se rendre dans l'UE afin d'éviter de payer le surcoût engendré par l'internalisation de l'impact climatique des vols à destination de cette région.

#### IV.2.2.5 SCEQE pour l'aviation

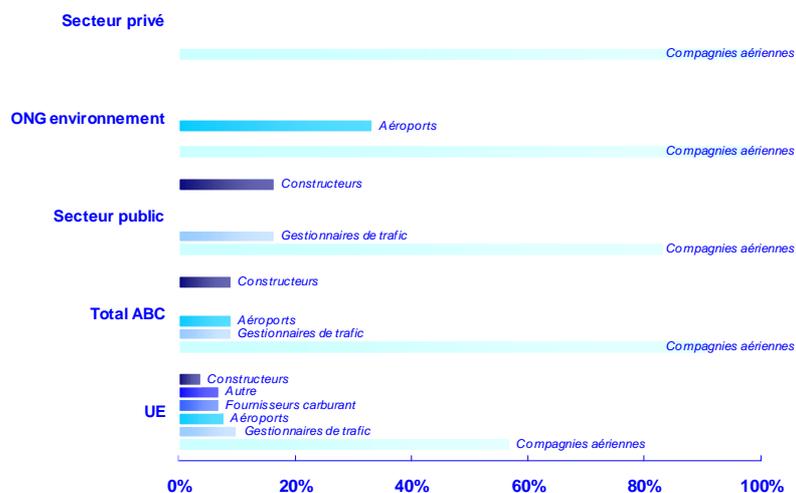
Les questions qui suivent se placent dans le contexte de l'inclusion de l'aviation dans le SCEQE. La première concerne le type d'entité concernée par le système d'échange.

91% des répondants du groupe ABC considèrent que les compagnies aériennes devraient être les entités responsables. Ce pourcentage était de seulement 57% au niveau de l'enquête européenne.

10% des participants à la consultation européenne considèrent que les gestionnaires de trafic aérien devraient être l'entité responsable.

**Figure 16 : Entité(s) dans le SCEQE**

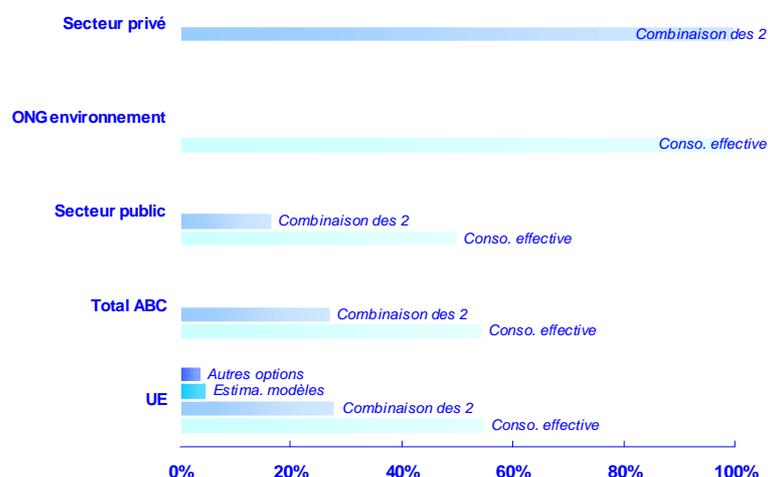
*Quelle entité serait la plus appropriée pour remettre les quotas couvrant les émissions de l'aviation?*



En ce qui concerne les données nécessaires à la surveillance et au rapportage, les membres du groupe ABC et les participants à la consultation européenne considèrent que l'emploi des données effectives doit être privilégié. L'emploi de modèles suscite très peu d'adhésion.

### Figure 17 : Surveillance et rapportage des émissions de CO<sub>2</sub>?

Quel type de données serait le plus approprié pour la surveillance et le rapportage (M&R)?



### IV.2.3 Analyse de la seconde partie du questionnaire

Pour la deuxième partie du questionnaire, il n'existe plus de repères au niveau européen.

Notons également qu'un des acteurs privés n'a pas répondu à la deuxième partie, réduisant à dix le nombre de participants. De ce fait, *SN Brussels Airlines* est le seul acteur privé à s'être exprimé.

#### IV.2.3.1 Mesures alternatives ou complémentaires

La première question était relative à d'autres instruments étudiés dans le chapitre 3. Les participants étaient invités à distribuer 100 points à quatre mesures : des accords volontaires avec le secteur aérien, des programmes de compensation volontaires, des programmes de compensation imposés et un programme de biocarburants obligatoire pour l'aviation.

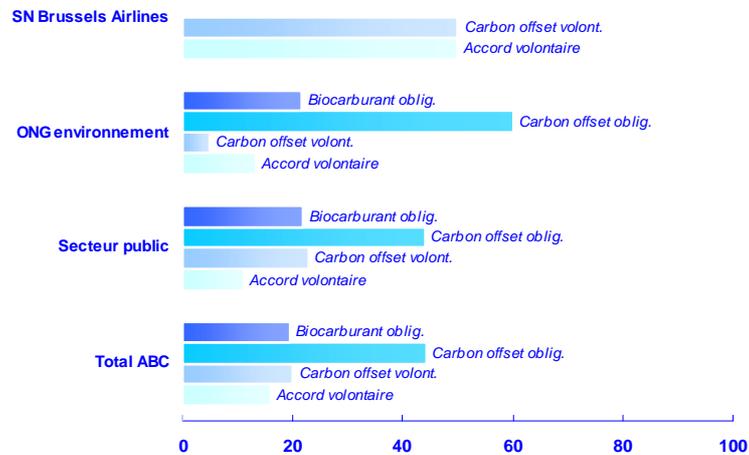
Le programme de compensation obligatoire est la mesure qui a récolté le plus de points (44 points en moyenne). Les biocarburants obligatoires ont reçu en moyenne 19 points, un de moins que les programmes de compensation volontaires (20 points).

*SN Brussels Airlines* a attribué ses 100 points à parts égales entre les deux approches volontaires.

Les représentants des fédérations environnementales semblent accorder peu de soutien aux programmes de compensation volontaire (5 points attribués en moyenne).

### Figure 18 : Autres instruments politiques

Veillez distribuer 100 points à ces instruments politiques (de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat) selon vos préférences:



La question qui suit a suscité de nombreuses interrogations. Les abstentions ou réponses « ne sait pas » dominant. Il s'agissait en fait de savoir ce que les *stakeholders* du groupe ABC pensaient d'un système séparé pour l'aviation, dans lequel des crédits obtenus grâce à des mécanismes de flexibilité pourraient s'échanger sans limite. Cette proposition était en fait une variante proche du système présenté dans le rapport d'initiative approuvé par les députés européens début juillet 2006.

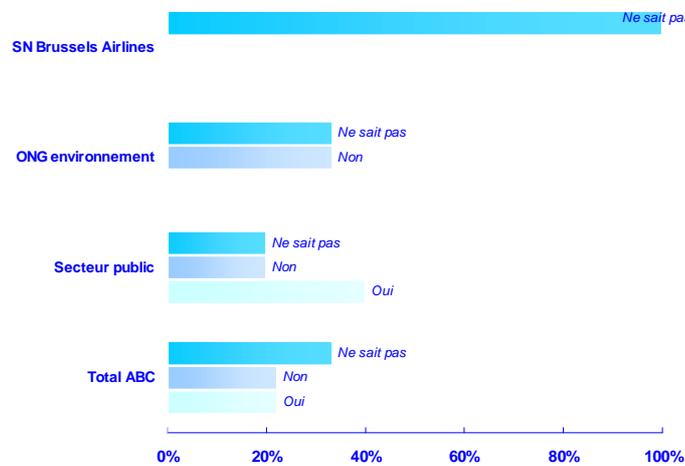
Les idées sous-jacentes étaient de permettre à l'aviation de financer des efforts de réduction de GES là où ils sont le moins chers (dans les pays en développement) et d'apporter une source de revenus et une visibilité à plus long terme aux développeurs de projets CDM.

Les réactions à cette idée sont assez mitigées, aucune tendance ne l'emportant vraiment (22% de oui contre 22% de non).

Il est à noter que certains participants ont avoué une connaissance incomplète des mécanismes de flexibilité de Kyoto. Il serait dès lors sans doute opportun d'assurer une mise à niveau des connaissances des différents participants dans les réunions ultérieures de ce groupe *ad hoc*. Cette remarque est principalement valable pour des acteurs privés qui n'ont pas encore été amenés à suivre les développements du régime climatique et pour les fonctionnaires qui n'ont pas la question climatique dans leurs compétences.

**Figure 19 : Système séparé pour l'aviation**

*Etes-vous favorable à un système de quotas séparé pour l'aviation où les opérateurs aériens seraient encouragés à utiliser des CER (crédits des MDP/CDM) si leur propre effort de réduction n'était pas suffisant?*



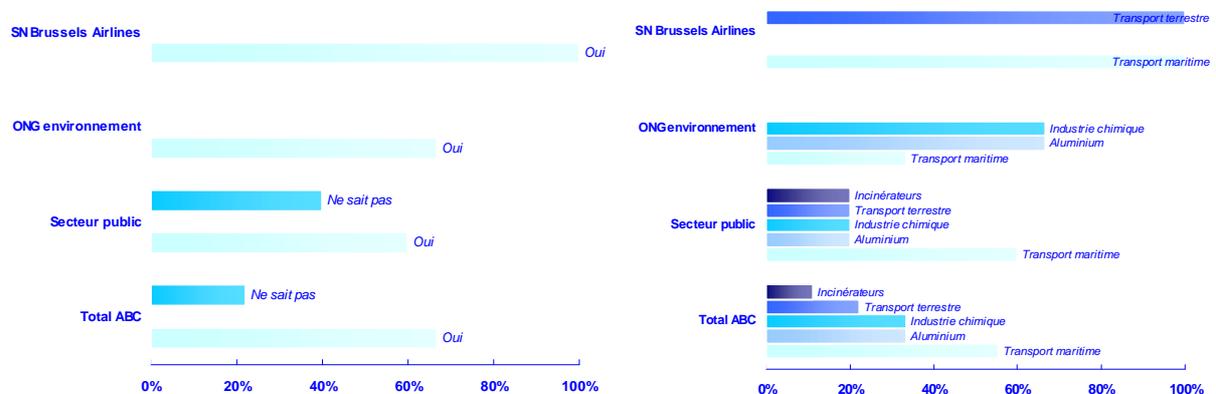
#### IV.2.3.2 Autres options relatives au SCEQE

Les deux questions suivantes concernaient l'inclusion d'autres secteurs. Aucun participant ne s'est opposé à d'éventuelles inclusions futures. Remarquons la position de *SN Brussels Airlines* qui souhaite l'inclusion du transport maritime et terrestre dans le SCEQE. Cette position s'explique par la crainte d'une perte de compétitivité par rapport à ces autres modes de transport.

Outre, le transport maritime, cité par 56% des sondés, le secteur chimique et le secteur de l'aluminium sont les deux secteurs les plus souvent cités.

**Figure 20 : Autres secteurs (1)**

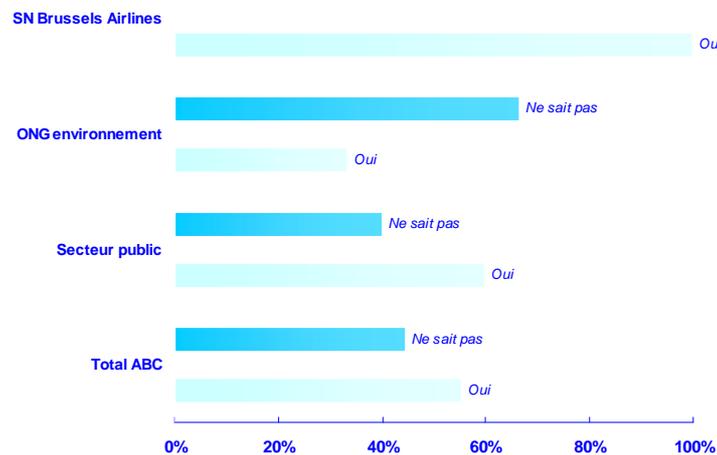
*Etes-vous favorable à l'inclusion d'autres secteurs dans le SCEQE?  
Quels secteurs (autre que l'aviation) devraient être introduits dans le SCEQE?*



La question suivante est relative à une méthode spécifique d'allocation des quotas : le *benchmarking*. Une majorité des répondants considèrent que ce système serait réalisable, en ce compris *SN Brussels Airlines*.

**Figure 21 : Benchmarking**

*Pensez-vous qu'un système de benchmarking (basé sur l'efficacité énergétique par opposition au grandfathering) soit réalisable?*



Les deux dernières questions étaient relatives à la vente aux enchères de quotas. La majorité des enquêtés n'ont pas d'opinion à la question de savoir si la proportion de quotas vendus aux enchères après 2012 devrait être augmentée.

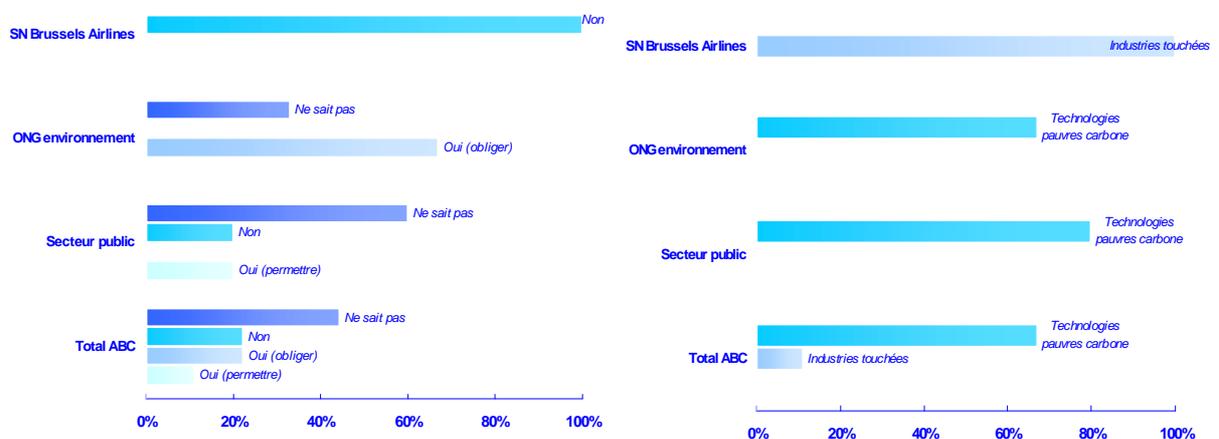
Par contre en ce qui concerne l'utilisation des fonds ainsi récoltés, tous, à l'exception de *SN Brussels Airlines*, considèrent qu'ils doivent être alloués à des objectifs spécifiques tels que la recherche de technologies pauvres en carbone. La compagnie aérienne belge considère que ces fonds devraient revenir aux industries touchées par les systèmes de quotas.

**Figure 22 : Vente de quotas aux enchères**

*La directive EU ETS prévoit que l'on puisse vendre aux enchères jusqu'à 10% des quotas pour la période 2008-2012.*

*Est-ce que la directive devrait augmenter la proportion de quotas vendus aux enchères après 2012?*

*Que devrait-t-on faire avec l'argent récolté lors de la vente aux enchères des quotas?*



## IV.3 Synthèse

### IV.3.1 Complémentarité entre les différentes mesures

Dans le troisième chapitre nous avons inventorié et décrit l'essentiel des instruments ou mesures permettant de réduire l'impact de l'aviation sur le climat. Ces mesures ne sont cependant pas mutuellement exclusives. Certaines d'entre-elles sont davantage des mesures temporaires ou des mesures complémentaires visant à limiter les effets pervers d'autres instruments.

Par exemple, les taxes d'atterrissage et de décollage peuvent être utiles pour inciter les développeurs de nouveaux concepts d'avions plus efficace au niveau énergétique à prendre en compte la problématique de la pollution locale. En effet, nous avons vu (section III.4.5) qu'il existerait un *trade-off* entre une diminution des émissions de CO<sub>2</sub> et la diminution de NO<sub>x</sub> au niveau de la construction des moteurs. Aussi, si cette mesure seule a peu de sens pour l'obtention de l'objectif recherché, ne pas l'envisager pourrait avoir des effets indésirables sur notre environnement.

Un programme de recherche et développement pourrait être favorable pour l'environnement mais il ne résout en rien la question de l'internalisation des coûts externes liés à la pollution de l'atmosphère par le secteur de l'aviation. Les théories économiques et juridiques récentes revendiquent néanmoins une généralisation de l'utilisation du principe du pollueur-payeur. Laisser le secteur de l'aviation en dehors du champ d'application de ce principe aurait peu de sens au vu de la croissance importante du secteur et de la part accrue des émissions de l'aviation dans les émissions anthropiques globales de GES. Aussi des programmes de R&D financés par des fonds publics ne sauraient être envisagés comme seule politique.

Certaines mesures (normes, taxation sur les billets, programme de compensation volontaire ou imposé) nous sont apparues comme non optimales au niveau de leurs effets environnementaux et/ou économiques. Néanmoins ces mesures sont également les plus simples à mettre en œuvre. Les accords volontaires sont aussi de ces mesures qui, si elles ne suffissent pas à résoudre la question, ont le mérite de la simplicité et de la sensibilisation des différents acteurs à la problématique.

En conclusion, nous avons réparti les différentes mesures en quatre catégories :

1. Les *mesures économiques efficaces* au niveau environnemental pour internaliser les coûts externes du changement climatique dans le prix du transport aérien
2. Les *mesures économiques simples* à mettre en œuvre mais dont l'efficacité environnementale et économique n'est pas assurée. Ces mesures consistent essentiellement à augmenter le prix du billet (TVA, taxe sur le billet ou programme de compensation obligatoire)
3. Les *mesures complémentaires* qui devraient accompagner les *mesures économiques* pour éviter l'apparition d'effets pervers ou permettre de gérer des aspects particuliers des émissions de polluants de l'aviation (influence de l'altitude, des saisons, de la nuit...)
4. Les *autres mesures*, qui participent à la solution, mais ne sauraient suffire à résoudre le problème. Ces *autres mesures* ont une faible efficacité environnementale à court terme (avant 2012).

Selon nous, un choix politique optimal devrait se baser sur un échantillon de mesures appartenant à ces différentes catégories. Certaines *mesures économiques simples* pourraient être envisagées pour une période transitoire, par exemple dans l'attente d'une éventuelle comptabilisation des émissions du transport aérien international suite aux négociations post-Kyoto (post-2012).

Le tableau ci-dessous résume notre propos. Notons que les mesures présentées ne sont pas exhaustives. Des mesures telles que l'augmentation du taux de remplissage ou une meilleure organisation des vols ne figurent pas dans la liste. Ces mesures sont normalement déjà économiquement encouragées par la dérégulation du secteur. En effet, dans une économie libéralisée, il est contre-productif de faire voler des avions vides. Ceci explique en partie le succès des compagnies *low-cost* qui affichent déjà des taux de remplissage très proches du maximum et utilisent des aéroports moins touchés par la congestion du trafic aérien. Les autorités publiques pourraient encourager l'augmentation du taux de remplissage en modulant certaines options des *mesures économiques* proposées. Par exemple en allouant les quotas en fonction d'un benchmark basé sur les tonnes-passagers transportées effectivement et non en fonction de l'unique consommation historique des compagnies aériennes.

Tableau 17 : Catégorisation des différentes mesures	
<b><i>Instruments économiques efficaces</i></b>	<b><i>Mesures complémentaires</i></b>
« Performance Standard Incentive »	Normes d'émissions pour certains polluants
Taxation du kérosène	Restriction des vols de nuit
Redevances de route / Redevances émissions	Restriction de l'altitude de vol
Inclusion dans un marché de quotas séparé	Redevances d'atterrissage / de décollage
Inclusion dans un marché de quotas existant	
<b><i>Instruments économiques simples</i></b>	<b><i>Autres mesures</i></b>
Taxation des billets	Biocarburants
TVA sur le transport aérien	Financement public de programmes de R&D
Programme de compensation obligatoire	Transferts modaux
	Accords volontaires
	Encadrement des programmes de compensation volontaire

### IV.3.2 Classement des différentes mesures

L'objectif de cette section est d'évaluer les différentes mesures sur base de trois critères : l'efficacité environnementale, l'efficacité économique (risque de distorsions économiques, perte de PIB) et la facilité de mise en œuvre (contraintes techniques et juridiques).

Le choix des mesures à mettre en œuvre dépendra du poids que le responsable politique attribuera à ces différents critères. Ce choix sera dès lors fonction des objectifs, programmes politiques ou échéances électorales<sup>262</sup> des responsables amenés à prendre la décision.

Dans le tableau suivant nous avons arbitrairement considéré que chacun de ces trois critères avait un poids équivalent. Le classement qui en résulte est donc assez réducteur. L'objectif de la réglementation étant environnemental, il serait sans doute opportun de favoriser ce critère. Notons également que l'efficacité des mesures est relative. L'efficacité environnementale d'une taxe dépend par exemple du niveau de taxation. De même, l'efficacité environnementale

<sup>262</sup> En période pré-électorale, il y aura une propension du pouvoir politique à favoriser des mesures moins efficaces à long terme mais plus faciles à mettre en œuvre et aux effets immédiats.

d'un système de quotas peut dépendre de l'allocation initiale. Néanmoins il n'est pas abusif de préférer, au niveau environnemental, un système de quotas à une taxe puisqu'avec un système de quotas *cap and trade*, l'exigence environnementale est fixée *ex-ante* et offre de sérieuses garanties de résultats. C'est en effectuant une succession de raisonnements similaires que nous sommes parvenus à classer les différentes mesures.

L'inclusion dans un système d'échange de quotas, où tous les vols à destination ou au départ de l'UE seraient couverts, apparaît comme l'option la mieux classée. Les redevances de route sont également un instrument relativement performant même si la mise en œuvre est assez complexe. Ce sont donc finalement les deux instruments les plus cités par les répondants à notre enquête qui apparaissent en tête du classement.

En raison d'une implémentation assez simple, le programme de compensation obligatoire est un choix politique qui pourrait s'avérer intéressant. Notons que le critère de mise en œuvre tend à lisser le classement puisque les mesures les moins performantes au niveau environnemental et économique sont aussi les plus simples à implémenter. Pour cette raison, il vaut peut-être mieux évaluer les politiques sur base des deux seuls critères d'efficacité. Sur base de ces deux critères, les taxes sur les billets, la TVA et le marché de quotas limités aux vols intra-UE n'apparaissent pas comme des choix politiques optimaux pour internaliser les coûts externes du changement climatique dans le prix du transport aérien.

<b>Tableau 18 : Classement des mesures économiques (perspective UE)</b>					
	<b>Efficacité environnementale</b>	<b>Efficacité économique</b>	<b>Σ</b>	<b>Mise en œuvre</b>	<b>Σ</b>
« Performance Standard Incentive »	6	1	7	10	17
Taxation du kérosène en UE	4	5	9	8	17
Redevances de route / Redevances émissions	3	3	6	8	14
Inclusion dans un marché de quotas séparé. Vols intra UE.	7	10	17	4	21
Inclusion dans un marché de quotas séparé. Tous les vols de ou vers UE.	1	4	5	5	10
Inclusion dans un marché de quotas existant. Vols intra UE.	7	6	13	6	19
Inclusion dans un marché de quotas existant. Tous les vols de ou vers UE	1	2	3	7	10
Taxation des billets*	9	7	16	1	17
TVA sur le transport aérien	9	7	16	2	18
Programme de compensation obligatoire	5	7	12	3	15

\* ou du prix de chargement pour le fret

Selon nous, les *mesures complémentaires* peuvent toutes être envisagées et des propositions réglementaires devraient voir le jour à l'échelon européen. Les initiatives suisses et suédoises en matière de taxe de décollage ou atterrissage modulées par le niveau d'émission de NO<sub>x</sub> sont des exemples à suivre.

Les *autres mesures* ne nous apparaissent pas, à l'exception peut-être des accords volontaires, comme des solutions efficaces à court terme. Néanmoins des programmes de recherche axés sur le développement de biocarburants et des investissements en infrastructures terrestres moins néfastes pour le climat sont des options qui méritent une attention particulière. On peut

ainsi s'étonner que ni la question des biocarburants ni la question du transfert modal pour les vols de courte distance (moins de 500 km) n'aient été analysées par la Commission européenne. En ce qui concerne les accords volontaires, ceux-ci pourraient rapidement être conclus afin de renouer le dialogue avec le secteur. Ces accords volontaires pourraient aussi concerner des acteurs autres que les compagnies aériennes. Des accords pourraient ainsi se conclure avec les constructeurs aéronautiques et les aéroports.

### IV.3.3 Autres mesures et perspectives

Avant de clôturer précisons que si ce travail avait pour objectif de présenter un état des lieux de la question, toutes les possibilités réglementaires n'ont pu être abordées. La créativité des consultants, experts et autres *stakeholders* est débordante en la matière. Aussi, lors de notre présentation des instruments, certaines options n'ont pu être étudiées. Parmi ces mesures non encore traitées, dont certaines peuvent paraître irréalistes voire fantaisistes, citons :

- des mesures fiscales pénalisantes pour les vols d'affaires / déductibilité accrue des investissements en matériel de vidéoconférences
- des campagnes de communication axées sur la problématique (avec mise en avant des alternatives : vidéoconférences, transport ferroviaire, achat de crédit de compensation, choix des compagnies optimisant le mieux l'usage de leur flotte...)
- une interdiction des vols de nuit en Europe (formation de cirrus plus importante la nuit)
- une taxe plus élevée pour les vols en hiver (formation de cirrus plus importante l'hiver)
- des mesures à l'encontre de l'aviation légère (jets privés, hélicoptères...)
- une prise en compte des vols militaires dans les futurs systèmes de réglementation
- une politique agressive contre le refus des américains de participer à un système contraignant de réduction des émissions de GES. L'Europe négocierait directement des politiques amicales avec les Etats américains progressistes qui développent ou comptent développer des marchés de quotas de GES locaux (Etats du Nord-Est<sup>263</sup>, Californie...) et surtaxerait les vols et échanges commerciaux avec les autres Etats.

Finalement, après ce parcours au travers des différentes mesures, reste la question de l'agenda politique. S'il est incontestable que certaines mesures décrites dans ce travail verront le jour, la question qui taraude les acteurs économiques et autres *stakeholders* préoccupés par l'enjeu est celle de la date de mise en œuvre de ces mesures. En particulier, la mise en œuvre future d'un système de quotas pour l'aviation fait l'objet de vives spéculations. Si, nous l'avons vu, le Royaume-Uni appelait, dès 2003, à l'intégration dans le SCEQE pour le début de la seconde phase (2008)<sup>264</sup> et, plus récemment, l'Allemagne estimait cette intégration réaliste pour 2010<sup>265</sup>, de nombreux acteurs estiment qu'il serait préférable d'attendre 2012 et la définition des objectifs post-Kyoto au sein de la CCNUCC.

Nous ne partageons pas ce point de vue. En effet, il nous semble que la mise en place de systèmes temporaires représente une opportunité de formation et des réductions d'émission anticipées qui ne doivent pas être sous-estimées. Les systèmes d'échanges de quotas danois et britanniques étaient des systèmes hybrides, temporaires et sans doute imparfaits. Il n'empêche qu'ils ont conduit à une sensibilisation accrue des acteurs locaux mais aussi et surtout à une occasion d'apprentissage pour l'Union européenne. Le développement rapide d'un système

---

<sup>263</sup> Voir par exemple la *Regional Greenhouse Gas Initiative* (<http://www.rggi.org/>)

<sup>264</sup> Voir le livre blanc « *The Future of Air Transport* », publié par Dft en décembre 2003.

<sup>265</sup> Voir *Point Carbon - Carbon Market Europe*, February 3, 2006, p. 7

contraignant pour l'aviation répond de la même logique. Retarder toute mesure à l'après 2012, c'est perdre six ans pour traiter une problématique qui va s'accroître au fil du XXI<sup>ème</sup> siècle.

En 2007, l'UE participera à la prochaine assemblée de l'OACI. Ce moment nous paraît opportun pour mettre la question des émissions du trafic aérien international à l'agenda politique. Si l'Europe pouvait exposer clairement sa position en la matière et convaincre ses partenaires de l'enjeu, cela pourrait aider les négociateurs post-2012 réunis au sein de la CCNUCC. Une reconnaissance au sein de l'OACI de la nécessité d'internaliser les coûts externes du changement climatique dans le prix du transport aérien et de réduire les émissions du secteur est une étape importante qui pourrait faciliter une prise en compte éventuelle de l'aviation internationale dans un régime post-Kyoto. Un système de quotas européens pour l'aviation devrait donc être conçu dans l'optique d'un système provisoire en attendant d'une prise en compte globale des émissions du secteur aérien. Il devrait s'agir d'un système pouvant inspirer les Etats non européens.

Une acceptation de la politique européenne en la matière lors de la prochaine assemblée de l'OACI permettrait peut-être même de donner un nouveau souffle à une politique climatique internationale mise à mal par une opposition de l'Amérique du Nord (le nouveau gouvernement canadien ne cache pas son hostilité au protocole de Kyoto, pourtant précédemment ratifié par le Canada ; l'administration Bush n'a jamais été favorable à des politiques contraignantes en matière de lutte contre le changement climatique).

## V Conclusion

L'aviation connaît une croissance spectaculaire en Europe et dans le monde. La dérégulation du secteur et le développement de compagnies aériennes ont démocratisé ce mode de transport et élargi l'offre. Les *city-trips* dans les villes historiques, les séminaires à l'étranger, les échanges scolaires, les programmes *Erasmus*, les semaines de vacances moins chères en Turquie que sur les plages anglaises, belges ou françaises sont autant de raisons qui expliquent la hausse sensible de la demande. Ces voyages ont de nombreux aspects positifs. Ils participent par exemple à une meilleure compréhension entre les peuples. En Europe, ils seront peut-être un des facteurs d'une intégration réussie entre les habitants des différents Etats membres. Au niveau du fret, l'évolution de croissance est comparable et va de pair avec le développement du *just in time*. Là aussi, l'aviation représente des opportunités de croissance économique. Ce moyen de transport permet notamment à des zones périphériques non intégrées dans les systèmes de transports fluviaux, ferroviaires ou routiers de se développer. Néanmoins, l'évolution actuelle, à la fois en transport de personnes et en transport de marchandises, n'est pas gérable à long terme pour l'environnement.

L'aviation contribue au réchauffement climatique. Beaucoup plus encore que ne pourraient le laisser penser les seules émissions de CO<sub>2</sub> du secteur, pourtant déjà élevées. A haute altitude les émissions de NO<sub>x</sub> et de vapeur d'eau ont un impact plus néfaste pour le climat qu'au niveau du sol. Ces éléments devront notamment être pris en compte par les développeurs d'une future flotte supersonique (en remplacement du Concorde). Ces avions devraient voler dans la stratosphère, là où leur impact environnemental est le plus dommageable. Les attentats terroristes du 11 septembre 2001 et l'arrêt consécutif du transport aérien pendant plusieurs jours aux Etats-Unis ont illustré l'influence que les traînées de condensation persistantes peuvent avoir sur la température. Une réduction de ces couches nuageuses artificielles permet à la température de refroidir davantage durant la nuit. Des études plus récentes précisent que les vols en hiver et la nuit ont le plus d'impact sur la formation de traînées de condensation persistantes (cirrus). Réduire la demande ou l'offre sur ces créneaux serait donc plus bénéfique pour l'environnement. Finalement, les scientifiques, malgré des incertitudes très importantes sur les différents phénomènes non directement liés à l'émission de CO<sub>2</sub>, estiment que l'impact de l'aviation sur le climat est deux à quatre fois supérieur à l'effet de réchauffement dû aux seules émissions de CO<sub>2</sub> (GIEC, 1999). Il serait illogique, à l'heure où les autres secteurs s'organisent pour diminuer leurs émissions, de laisser le secteur aérien à l'écart de toute mesure contraignante. Les efforts ambitieux de réduction drastique annoncés par l'UE pour l'horizon 2030 ne pourraient mener aux résultats escomptés si le secteur aérien poursuivait son développement en dehors de tout contrôle.

Les théories économiques plaident en faveur d'une internalisation des coûts externes du secteur aérien. Pour ce faire, la théorie économique prône par exemple des correctifs fiscaux (taxes dites de Pigou) ou la mise en place d'un marché de droits d'émission (Coase). Le droit de l'environnement, au travers de ses principes fondamentaux (pollueur-payeur, prévention et précaution) représente un autre argument en faveur de l'intervention politique. Le fait que l'aviation internationale continue à bénéficier d'une exonération fiscale pour les carburants plaide également en faveur d'une internalisation rapide des coûts externes environnementaux de l'aviation dans le prix du transport.

Face aux conséquences graves du réchauffement climatique, tant pour les activités humaines que pour les écosystèmes, des mesures politiques ont déjà été prises. Le Protocole de Kyoto

constitue un premier régime fixant un objectif de réduction chiffré aux différents Etats signataires. Malheureusement, en raison de la difficulté de la comptabilité des émissions du transport international, celui-ci est resté en dehors de son champ d'application, compliquant de ce fait l'internalisation des émissions de GES du secteur. Suite à la ratification de ce Protocole, l'Union européenne a pris toute une série de mesures législatives devant permettre aux Etats membres de respecter leurs engagements internationaux.

Au titre des solutions, des mesures prises pour d'autres secteurs pourraient s'étendre à l'aviation. Par exemple la taxation du kérosène, la TVA, la création d'un marché de quotas sont des mesures économiques qui pourraient s'appliquer au secteur aérien. Des accords volontaires, des normes, des programmes de biocarburants, l'encouragement d'un transfert vers des modes de transport moins nocifs pour l'atmosphère sont des mesures qui se développent aujourd'hui pour le transport routier et qui pourraient participer à l'effort de réduction des émissions de GES de l'aviation. D'autres mesures, plus spécifiques au secteur aérien, présentent également des potentialités intéressantes. Citons les taxes d'atterrissage et de décollage modulées en fonction des émissions de NO<sub>x</sub>, les redevances de routes, les programmes de compensation des émissions de GES (volontaire, encadré ou imposé) ou une taxation des billets. Des programmes de recherche et développement, une augmentation du taux de remplissage, une meilleure gestion des vols ou d'autres mesures opérationnelles (réduction des vols de nuit, réduction de l'altitude de croisière) sont aussi des éléments à ne pas perdre de vue.

Avant de prendre des mesures économiques à l'encontre du secteur, le législateur devra cependant veiller à limiter les risques de distorsions. Une mesure pénalisant seulement certains opérateurs pourrait être contre-productive et dommageable pour certains pans de l'économie européenne (l'industrie du tourisme par exemple).

Finalement, face à un tel éventail de mesures, nous avons voulu récolter les opinions de différents experts. Les impressions issues de cette consultation ont confirmé l'analyse détaillée des mesures : un marché de quotas incluant tous les vols au départ et/ou à destination de l'UE serait la mesure la plus efficace, suivie par une redevance de route et une taxe sur le carburant. Cette enquête a également confirmé qu'aucun acteur ne privilégie l'inaction. Les compagnies aériennes reconnaissent leurs responsabilités et sont conscientes que des mesures seront nécessaires. Leur principal message est que l'Union européenne doit éviter de créer des distorsions. Aussi, comme un programme ambitieux de réduction des émissions de GES de l'aviation impliquera une prise de conscience de la communauté internationale et une participation équitable des différents acteurs responsables, la solution optimale passera par l'OACI ou une autre organisation globale. L'Europe seule ne pourrait résoudre un problème par définition planétaire.<sup>266</sup> Gageons que la prochaine conférence de cette organisation internationale puisse voir soutenir certaines initiatives de l'Union européenne sur la question de l'internalisation des effets climatiques de l'aviation dans le prix du transport aérien.

---

<sup>266</sup> Sur les questions de "l'agenda climatique" et le rôle de l'OACI, voir H. van Asselt, J. Gupta and F. Biermann (2005), "Advancing the Climate Agenda : Exploiting Material and Institutional Linkages to Develop a Menu of Policy Options", *RECIEL*, 14 (3)

## VI Bibliographie

### VI.1 Articles académiques, études, ouvrages et textes officiels

Air Transport Action Group (2005), *The Economic & Social Benefits of Air Transport*

Andresen, S. and S. Agrawala (2002), “Leaders, pushers and laggards in the making of the climate regime”, *Global Environmental Change*, Vol. 12, pp. 41-51

Arrhenius, S. (1896), “On the Influence of Carbonic Acid in the Air Upon the Temperature of the Ground”, *Philosophical Magazine*, Vol. 41, pp. 237-276

Bauduin, P. (1995), “La prise en compte des externalités environnementales”, *Problèmes économiques*, n°2451

Berntsen, T. K. et al. (2003), “Sources of NO<sub>x</sub> at cruise altitudes: Implications for reductions of ozone and methane perturbations due to NO<sub>x</sub> from aircraft”, Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25

Boer, H., J. Gutteling, R. Houwen en O., Wigman (1988), “Veiligheidsbeleving en massamedia. Milieurisico's in de Nederlandse dagbladers en reacties van de lezers”, *Nederlands Tijdschrift voor de psychologie*, 43, pp. 213-222

Bonduelle, A. (2001), “Les dix défauts du Protocole de Kyoto” in Yves Petit (ed.) (2002), *Le Protocole de Kyoto. Mise en œuvre et implications*, Presses Universitaires de Strasbourg, Strasbourg, pp. 71-84

Bosquet, B. (2000), “Environmental tax reform: does it work? A survey of the empirical evidence”, *Ecological Economics*, No 34, pp 19-32.

Bossier F., Bracke I., Callens I., de Beer de Laer H., van Ierland W., Vanhorebeek F., (2001), “Évaluation de l'impact des mesures fiscales et non fiscales sur les émissions de CO<sub>2</sub>”, *Working Paper 09-01*, Bureau Fédéral du Plan

Boucquey, N. (1998), *Aspects juridiques des marchés de pollution: conception, régulation et responsabilité*, Bruylant, Bruxelles

Breidenich, C., D. Magraw, A. Rowberg, J. W. Rubin (1998), “The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Changes”, *The American Journal of International Law*, Vol. 92, No 2, Apr. 1998, pp. 315-331

Bukovnik, M. and M. T. Kalivoda (2003), “AvioMEET Inventory Tool and its Applications”, *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25*

CEPS (2002), *Greenhouse Gas Emissions Trading in Europe: Conditions for Environmental Credibility and Economic Efficiency*, CEPS Task Force Report No 43, October 2002

Christiansen, A. C., and J. Wettestad (2003), "The EU as a frontrunner on greenhouse gas emissions trading: how did it happen and will the EU succeed?", *Climate Policy*, Vol. 3, pp. 3-18

Church, J.A., N.J. White and J. R. Hunter (2006), "Sea-level rise at tropical Pacific and Indian Ocean islands", *Global and Planetary Change*, article in press, available on line.

Coase, R.H., "The problem of Social Cost", *Journal of Law and Economics*, Vol. 3, pp. 1-44

Commission européenne (2000), *Green paper on greenhouse gas emissions trading within the European Union*

Commission européenne (2005), *Reducing the Climate Change Impact of Aviation. Report on the Public Consultation March-May 2005*, Brussels

Commission Recommendation of 5 February 1999 on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars (ACEA) (1999/125/EC)

Commission Recommendation of 13 April 2000 on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars (JAMA) (2000/304/EC)

Commission Recommendation of 13 April 2000 on the reduction of CO<sub>2</sub> emissions from passenger cars (KAMA) (2000/303/EC)

Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (1999) 640, *Les Transports aériens et l'Environnement*, Bruxelles

Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2000) 110, *Taxation du carburant d'aviation*, Bruxelles

Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, COM (2005) 459, *Réduction de l'impact de l'aviation sur le changement climatique*, Bruxelles

Convention relative à l'aviation civile internationale (Doc 7300/8), dite convention de Chicago

Convention-cadre des Nations-Unies sur les changements climatiques (New-York, 9 mai 1992)

Defra and Dft (2006), *Including Aviation into the EU ETS: Impact on EU allowance prices*, Final report, February 1, 2006

de Sadeleer, N. et C.-H. Born (2004), *Droit international et communautaire de la biodiversité*, Paris, Dalloz, page 313.

Dft (2003), *The Future of Air Transport*, white paper

Directive 2003/30/CE du parlement européen et du conseil du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports

Directive 2003/87/CE, du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CE du Conseil

Directive 2003/96/CE du Conseil du 27 octobre 2003 restructurant le cadre communautaire de taxation des produits énergétiques et de l'électricité

Directive 2004/101/CE, du Parlement européen et du Conseil du 27 octobre 2004 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté, au titre des mécanismes de projet du protocole de Kyoto

Dore, M.H.I. (2005), "Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know?", *Environment International*, Vol. 31, p. 1167-1181

Douma, W.T. (2003), *The precautionary principle. Its application in International, European and Dutch Law*, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen

ECCP II – Aviation Working Group (2006), *Final Report*, April 2006, Brussels

European Environment Agency (2000), *Environmental taxes: recent developments in tools for integration*, Copenhagen

European Environmental Agency (2001), *Late lessons from early warnings : the precautionary principles 1896-2000*, Copenhagen

European Environmental Agency (2006), Technical report, *Annual European Community greenhouse gas inventory 1990-2004 and inventory report 2006 – Submission to the UNFCCC Secretariat*, Version 7 June 2006

Ewald, F. et al., *Le Principe de précaution*, PUF, Que Sais-je, Paris

Farber, S.C., R. Costanza and M.A. Wilson (2002), "Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services", *Ecological Economics*, Vol. 41, pp. 375-392

Forster, P. M., Shine, K. P. and N. Stuber (2006), "Is it premature to include non-CO<sub>2</sub> effects of aviation in emission trading schemes", *Atmospheric Environment*, Vol. 40, pp. 1117-1121

Forum Européen de l'Energie et des Transports (2005), *Transport aérien et changement climatique: Taxation du kérosène et autres solutions fondées sur le marché.*

Fourier, J. (1824), "Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires", *Annales de chimie et de physique*, Vol. 27, pp. 136-167

Gauthier, D. (1986), *Morals by Agreement*, Clarendon, Oxford Press

Giblin, J.P., *Maîtrise des émissions de gaz à effet de serre de l'aviation civile* (2005), rapport du Conseil Général des Ponts et Chaussées, mars 2005

- Gössling, S. (2003), “The Importance of Aviation for Tourism”, Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25
- Grayling, T. (2001), “Aviation and the economy”, *New Economy*, pp. 179-182
- Grayling, T. (2003), “Is the sky limit?”, *New Economy*, pp. 172-175
- Gregory, J. M., Huybrechts, P., and S.C.B. Raper (2004), “Threatened loss of the Greenland ice sheet”, *Nature*, Vol. 428, 8 April 2004, p. 616
- Grewe, V. (2003), “Lightning NO<sub>x</sub> emissions and the impact on the effect of aircraft emissions - Results from the EU-Project TRADEOFF”, *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25*
- Grubb, M. (2001), “The Seven Myths of Kyoto”, *Climate Policy*, Vol.1, pp. 269-272.
- Haese, M. J. (2000), “Taxation of Aviation Fuel – an Aerospace Manufacturing Industry View”, *Air & Space Europe*, Vol. 2, No 3
- Haines, A., R. S. Kovats, D Campbell-Lendrum and C. Corvalan (2006), “Climate change and human health: impacts, vulnerability, and mitigation”, *The Lancet*, 24 June 2006
- Hendricks, J. et al. (2003), “Potential Impact of Aviation-Induced Black Carbon on Cirrus Clouds: Global Model Studies with the ECHAM GCM”, *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25*
- Hohn, R. W., R. N. Stavins (1992), “Economic Incentive for Environmental Protection: Integrating Theory and Practice”, *American Economic Review*, Vol. 82, No 2
- Hood, C., H. Rothstein and R. Baldwin (2002), *The Government of risk. Understanding Risk Regulation Regimes*, Oxford University Press, Oxford
- L'institut Servier (2001), *La prévention et la protection dans la société du risque : le principe de précaution*, Elsevier, Paris
- IPCC (1999), *Aviation and the Global Atmosphere*, Cambridge University Press, Cambridge
- IPCC (2001), *Climate Change 2001: Synthesis Report*, IPCC, Genève
- IPCC (2001), *Climate Change 2001, the Scientific Basis. Summary for the policymakers and technical Summary of the Working Group I Report*, Cambridge University Press, Cambridge
- IPCC (2005), *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage*, Cambridge University Press, Cambridge
- Jancovici, J-M. (2002), *L'avenir climatique : quel temps ferons nous?*, Seuil, Paris
- Joskow, P.L., R. Schmalensee and E.M. Bailey (1998), “The Market for Sulfur Dioxide Emissions”, *American Economic Review*, Vol. 88, n°4, pp. 669-685

- Joskow, P. and R. Schmalensee (1998), “The Political Economy of Market-Based Environmental Policy: The U.S. Acid Rain Program”, *The Journal of Law and Economics*, Vol. 41/1
- Keldusild, K. (2006), “NOx differentiated landing-charges in Sweden”, ECCP II WG Aviation, 26 January 2006.
- Kirwin, J. (2000), “Limited support seen for EU-wide tax on aviation fuel to cut GHG emissions”, *International Environment Reporter*, Vol. 23, No. 8, p. 305
- Klinke, A. and O. Renn (2001), “Precautionary principle and discursive strategies ; classifying and managing risks”, *Journal of Risk Research* 4 (2), pp. 159-173
- Ladeur, K-H. (2003), “The Introduction of the Precautionary Principle into EU Law: A Pyrrhic Victory for Environmental and Public Health Law? Decision-Making Under Conditions of Complexity in Multi-Level Political Systems”, *Common Market Law Review*, Vol. 40, n°6
- Loozen, F. (2006), *Répartition des efforts de réduction dans le cadre des négociations post-Kyoto : analyse de la Proposition Brésilienne et des Régimes alternatifs*, mémoire IGEAT (ULB).
- Mannstein, H. and U. Schumann. (2003), “Observations of Contrails and Cirrus Over Europe”, *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25*
- McNelis, N. (2000), “EU communication on the precautionary principle”, *Journal of International Economic Law*, Vol. 3, n°3, p. 545
- Minnesma, M.E. (2003), “Dutch climate policy. A victim of economic growth?”, *Climate Policy*, Vol. 3, pp. 45-56
- Minnis, P. et al. (2003), “Simulation of Contrail Coverage over the USA Missed During the Air Traffic Shutdown”, *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25*
- Monirul Qader Mirza (2003), “Climate change and extreme weather events: can developing countries adapt?”, *Climate Policy*, Vol. 3, Issue 3, pp. 233-248
- Nilsson, M. and R. Küller (2000), “Travel behaviour and environmental concern”, *Transportation Research*, D 5, pp. 211-234.
- Nordhaus, W. D. (1993), “Reflections on the Economics of Climate Change”, *The Journal of Economics Perspectives*, Vol. 7, No 4, p. 17
- OACI (2004), Assemblée – 35<sup>ème</sup> session, rapport du comité exécutif sur le point 15 de l’ordre du jour, A-35-WP/352 P/84, 12/10/2004
- Oberthür (2003), “Institutional interaction to address greenhouse gas emissions from international transport: ICAO, IMO and the Kyoto Protocol”, *Climate Policy*, Vol. 3, Issue 3, pp. 191-205

Obura, D. O. (2005) "Resilience and climate: lessons from coral reefs and bleaching in the Western Indian Ocean", *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Vol. 63, Issue 3, May 2005, p. 353

OCDE (2003), Les approches volontaires dans les politiques de l'environnement. Efficacité et combinaison avec d'autres instruments d'intervention

Öko-Institut eV (2004), *Emissions Trading in International Civil Aviation*, Berlin

Olsthoorn, X. (2001), "Carbon dioxide emissions from international aviation : 1950-2050", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 7, pp. 87-93

Osborne, T. and C. Kiker (2005), "Carbon offsets as an economic alternative to alternative to large-scale logging: a case study in Guyana", *Ecological Economics*, Vol. 52 (4)

Pascala, S. and R. Socolow (2004), "Stabilizing Wedges: Solving the Climate Problem for the Next 50 Years with Current Technologies", *Science*, Vol. 305, 13 August 2004, pp. 968-972

Pedersen, S. L. (2000), "The Danish CO<sub>2</sub> Emission Trading System", *Reciel*, 9 (3)

*Plan nationale belge d'allocation de quotas du 23 juin 2004*

Point Carbon (2006), Carbon 2006 - Towards a truly global market

Pouillet, C. (1838), "Mémoire sur la chaleur solaire", *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, Vol. 7, pp. 24-65

Poumadère, M., C. Mays and S. Le Mer and R. Blong (2005), "The 2003 Heat Wave in France: Dangerous Climate Change Here and Now", *Risk Analysis*, Vol. 25, No 6

Pounds, J.A. and R. Puschendorf (2004), "Clouded futures", *Nature*, Vol. 427, 8 January 2004, p. 107.

Preisendörfer, P. (1998), "Umwelteinrichtungen und Freizeitmobilität", *Tourismus Journal*, Vol. 2, No 4, pp. 441-456.

PwC (2005), *Biofuels and other renewable fuels for transport*, July 3 2005 (disponible sur le site [www.climat.be](http://www.climat.be))

Reay, D. S. (2004), "A Silent Spring for climate change?", *Nature*, Vol. 440, 2 December 2004, pp. 27-28

Schär, C. and G. Jendritzky (2004), "Climate change: Hot news from summer 2003", *Nature*, Vol. 432, 2 December 2004, pp. 559-560

Schipper, Y., Rietveld, P. and P. Nijkamp (2001), "Environmental externalities in air transport markets", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 7, pp. 169-179

Schipper, Y., Rietveld, P. and P. Nijkamp (2003), "Airline deregulation and external costs: a welfare analysis", *Transportation Research*, Vol. 37, pp. 669-718

- Shackley, S. (1997), "Institutions for global environmental change : The IPCC", *Global Environmental Change*, Vol. 7, n°1, pp. 77-79
- Sijm, J., Neuhoff, K. and Y. Chen (2006), "CO2 cost pass-through and windfall profits in the power sector", *Climate Policy*, Vol. 6, pp. 49-72
- Silviero, W. and J.M.Jaquet, (2005), "Glacial cover mapping (1987-1996) of the Cordillera Blanca (Peru) using satellite imagery", *Remote Sensing of Environment*, Vol. 95, Issue 3, 15 April 2005, p. 342.
- Simões, A. F. and R. Schaeffer (2005), "The Brazilian air transportation sector in the context of global climate change: CO<sub>2</sub> emissions and mitigation alternatives", *Energy Conversion and Management*, 46, pp. 501-513
- Spash, C. (2002), *Greenhouse Economics: Value and Ethics*, Routledge, London
- Stockmayer, M. (2006), "The Linking Directive – Friend or Foe?", *Point Carbon - Carbon Market Europe*, February 3 2006
- Stone, C. D., (1992), "Beyond Rio: Insuring Against Global Warming", *The American Journal of International Law*, Vol. 86, No 3, Jul. 1992, pp. 445-488
- Stuber, N., Forster, P., Räde, G., and K. Shine (2006), "The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing", *Nature*, Vol. 441, 15 June 2006, pp. 864-867
- T&E – CAN Europe (2006), *Clearing the Air. The Myth and Reality of Aviation and Climate Change*, T&E 06/2
- Thomas, C.D. et al (2004), "Extinction risk from climate change", *Nature*, Vol. 427, 8 January 2004, pp. 145-148
- Unique/Swiss (2004), "Aircraft NO<sub>x</sub> Emissions within the Operational LTO Cycle", August 2004, Zurich. Pour la Suède
- van den Hove, S. (2000), "Participatory approaches to environmental policy-making: the European Commission Climate Policy Process as a case study", *Ecological Economics*, Vol. 33, pp. 458
- Van Steenberghe, V. (1999), "La Conception d'un Marché Domestique de Droits d'Emission de Gaz à Effet de Serre : Aspects Economiques", miméo, working paper, Université Catholique de Louvain
- Vivien, F.D. (2000), "Quel prix accorder à la biodiversité", *Problèmes économiques*, n°2687, pp. 20-24
- Weber, L. (1997), *L'Etat, acteur économique*, Economica, Paris

Williams, V., R. B. Noland and R. Toumi (2002), “Reducing the climate change impacts of aviation by restricting cruise altitudes”, *Transportation Research*, pp. 451-464

Williams, V., R. B. Noland and R. Toumi (2003), “Air transport cruise altitude restrictions to minimize contrail formation”, *Climate Policy*, Vol. 3, Issue 3, pp. 207-219

Wit, R.C.N., J.M.W. Dings, P. Mendes de Leon, L. Thwaites, P. Peeters, D. Greenwood and R. Doganis (2002), *Economics incentives to mitigate greenhouse gas emissions from air transport in Europe*, Delft, CE

Wit, R.C.N., Boon, B.H., van Velzen, A., Cames, M., Deuber, O. and D.S. Lee (2005), *Giving wings to emission trading. Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts*, Delft, CE, July 2005

The World Bank (2004), *Options for designing a Green Investment Scheme in Bulgaria*, Report No 29998

Wuebbles, D. J., Dutta, M., Jain, A. K., and S. L. Baughcum et al. (2003), “Radiative Forcing on Climate from Stratospheric Aircraft Emissions”, *Proceedings of the AAC-Conference, June 30 to July 3, 2003, Friedrichshafen, Germany 25*

Zaccai, E. (2002), “De la prévention à la précaution et réciproquement”, *Revue d' éthique publique*, automne 2002, pp. 23-39

## **VI.2 Articles et communiqués de presse**

Environmental Finance, “US carmakers commit to biofuels”, July 6 2006

The Guardian, “Airlines ready for a dogfight over EU's plan for cleaner, greener skies”, July 4 2006

IATA, Communiqué de presse, “Aviation and the Environment - Killing Myths and Setting the Agenda”, April 25 2006

The Independent, “Carbon trading will not cut airlines emissions, says BA”, 30 June 2006

Inter Environnement Wallonie, Communiqué de presse, “Protocole de Kyoto : IEW recommande l'utilisation massive du transport aérien de proximité”, 1<sup>er</sup> avril 2004

Le Soir, “L'effet de serre laisse froid”, 6 mai 2003

Le Soir, “Le climat laisse les Belges de glace”, 21 décembre 2005

Parlement européen, Communiqué de presse, “Les députés veulent stabiliser les impacts environnementaux de l'aviation”, 4 juillet 2006.

Point Carbon, “British Airways wants aviation in EU ETS”, March 17 2006

Point Carbon, “Low-fare airlines unconvinced of ETS”, March 21 2006

Point Carbon, “Euro MPs propose separate ETS for aviation”, April 7 2006

Point Carbon, “Aviation in the EU ETS presents unacceptable cost risk: Lufthansa”, May 11 2006

Point Carbon, “US and Europe heading towards trade dispute on aviation”, May 11 2006

Point Carbon, “European Parliament favours an ETS for aviation”, 4 July 2006

Point Carbon, “Easyjet opposes EU parliament’s aviation plan”, July 10 2006

Point Carbon, “IETA calls for caution over aviation”, July 13 2006

Point Carbon, “Ireland submits final NAP with 50 per cent CDM/JI limit”, July 14 2006

## Annexe 1 : “Users’ committee of ABC Impacts”

Name	Organisation	Participatory rate
<b>NGO’s – Associations</b>		
Bram Claeys	Bond Beter Leefmilieu	<b>100% (3/3)</b>
Pierre Courbe	Inter Environnement Wallonie	
Jean-Yves Saliez	Inter Environnement Wallonie Secrétaire général	
<b>Administrations</b>		
Sophie Vanhomwegen	IBGE, Observatoire des données, Coordination Climat	<b>67% (6/9)</b>  Remarks: One civil servant was not contacted due to maternity leave, increasing the answer rate to 75% (6/8)  We received at least 1 answer by organisation in this category.
Geoffray Robert	Service fédéral Mobilité et Transport, direction générale transport aérien	
Etienne Hannon	SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement DG Environnement - Service Changements climatiques	
Peter Wittoeck	SPF Santé publique, Sécurité de la Chaîne alimentaire et Environnement	
Caroline De Bosscher	Vlaamse Milieumaatschappij Afdeling Meetnetten en Onderzoek verantwoordelijk voor de emissieberekeningen van de sector Transport	
Caroline De Geest	Vlaamse Milieumaatschappij	
Bart Naessens	Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL - Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid Cel Lucht	
Greet Van Laer	Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL - Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid Cel Lucht	
Els Van Den Broeck	Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap AMINAL - Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid Cel Lucht	
<b>Aviation sector</b>		
Paul Van Dyck	Vice-president Head of Environment BIAC nv	<b>50% (1/2)</b>
Nico Van der Steen	Documentation and Engineering Officer Flight Operations SN Brussels Airlines	
<b>Other international transport sectors</b>		
Heidi Hendrix	B-Cargo Marketing Services s. 20/0	<b>50% (1/2)</b>
Jean Pierre Merckx	Vlaamse Havencommissie	
<b>Academics</b>		
Users from this category were not yet chosen		<b>Not applicable</b>

## Annexe 2 : questionnaire envoyé par email aux 16 participants

My name is Arnaud Brohé and I am a student in Environmental management at the ULB (*DES en gestion de l'environnement*, evening education programme). I am currently writing a paper on “climate change and aviation” under the supervision of Etienne Hannon (Federal administration - ULB). After having compiled and synthesized the voluminous literature on this hot topic, I would like to obtain your opinion (the second part of my thesis will be focused on policy advice). I obtained your email address through Etienne Hannon and Sandrine Meyer (CEESE). The results of this questionnaire are likely to provide useful insight for the upcoming steps of the **ABC impacts project** (led by CEESE-ULB) in which you are currently involved as a member of the users' committee. The goal is here to help define a “Belgian position” on this topic.

This questionnaire is intended to elicit the opinion of Belgian experts and/or stakeholders on the issue of climate change and aviation.

Results will be sorted by expert category (private sector, environmental NGOs, public authorities...) and anonymity will be guaranteed if your opinion differs from that of your peers.

The first part of this document is probably already known to some of you. It is a reproduction of the questionnaire for organisations submitted for public consultation by the EU Commission in March 2005. I am including it here so as to compare Belgian answers to European answers. The second part is aimed at testing some other instruments or ideas.

For the open questions, you are invited to answer in your own language (Dutch or French).

Since the sample of stakeholders is quite limited, I will need the collaboration of all of you (if you have little time or interest, please only fill the closed questions in).

You may return this questionnaire to me either by e-mail at [abrohe@ulb.ac.be](mailto:abrohe@ulb.ac.be) (preferred option) or by regular mail at rue Jean Robie 9/4 1060 Bruxelles.

If you have any questions concerning the questionnaire and/or my research project, you are welcome to contact me.

Thank you very much for your time and consideration.

**If you reply by e-mail (preferred option), please highlight your choice in yellow**

E.g.:

option 1

option 2

## **Part I – Questionnaire for organisations** (EU Commission, Public Consultation, March-May 2005)

### **Policy objectives**

Indicate to which extent you agree with each of the policy objectives identified below

#### **1. To include the air transport sector in efforts to mitigate climate change**

Fully agree -  Rather agree -  Rather disagree

Completely disagree -  Don't know

#### **2. To internalise the external costs of climate change in the price of air transport**

Fully agree -  Rather agree -  Rather disagree

Completely disagree -  Don't know

#### **3. To strengthen the economic incentives for air transport operators to reduce their impact on the climate**

Fully agree -  Rather agree -  Rather disagree

Completely disagree -  Don't know

### **Policy options**

#### **4. Please select which economic instrument you think would most effectively achieve the above policy objectives if implemented at EU level**

Aircraft fuel taxes

Departure/arrival taxes

En-route charges or taxes on aircraft emissions and impacts

Inclusion of air transport in the EU emissions trading system (Directive 2003/87/EC)

VAT on air transport

## **5. Please select your second best choice**

- Aircraft fuel taxes
- Departure/arrival taxes
- En-route charges or taxes on aircraft emissions and impacts
- Inclusion of air transport in the EU emissions trading system (Directive 2003/87/EC)
- VAT on air transport
- If you would prefer other options not listed please specify and explain them briefly

## **Impacts**

### **6. Indicate the mechanisms for reducing aviation's climate change impact which you consider most interesting in terms of reduction costs and potential contribution in the short-to medium term (2005-2020)**

- Accelerated fleet renewal
- Demand side effect (reduced growth in air transport demand)
- Retrofitting (wingtip devices, engines, riblets or similar technological measures)
- Improving load factors (e.g. changes in route network and timetables)
- Operational optimisation of individual flights and advanced air traffic management
- Development of aircraft with lower aerodynamic drag
- Development of lower-emission propulsion technologies
- Development of alternative aircraft fuels
- Development of new and more efficient aircraft concepts

### **7. Please indicate the mechanisms for reducing aviation's climate change impact which you consider most interesting in terms of reduction costs and potential contribution in the long term (2020-2050)**

- Accelerated fleet renewal
- Demand side effect (reduced growth in air transport demand)
- Retrofitting (wingtip devices, engines, riblets or similar technological measures)
- Improving load factors (e.g. changes in route network and timetables)
- Operational optimisation of individual flights and advanced air traffic management
- Development of aircraft with lower aerodynamic drag
- Development of lower-emission propulsion technologies
- Development of alternative aircraft fuels
- Development of new and more efficient aircraft concepts

**8. Assuming that flights were included within the scope of an EU measure without regard to the nationality of the air carrier (thus covering flights operated by both EU and non-EU carriers on a given route), what scope of action would you consider implies the lowest risk of distortion of competition for European businesses, including both the aviation and tourist industries?**

Measures covering impacts from flights within and between EU Member States

Measures covering impacts from flights within and between EU Member States flights and 50% of the impact of flights leaving for or arriving from non-EU countries

Measures covering impacts from flights within and between EU Member States flights and 100% of the impact of flights leaving for or arriving from non-EU countries

Don't know

Why? (please explain briefly)

## **Questions related to the potential inclusion of aviation in the EU Emissions trading Scheme**

The following questions relate to one particular policy option which is currently the subject of a detailed study (complementing previous studies on other policy options), and for which the Commission would be interested in receiving specific input on a number of issues. All of these questions are hypothetical in the sense that they concern issues which would have to be addressed only IF aviation were to be included in the EU emissions trading scheme (cf. Directive 2003/87/EC).

### **Agent**

#### **9. Which type of entity would it be most appropriate to make responsible for surrendering allowances for aircraft emissions?**

- Air carriers or aircraft operators
- Airports
- Fuel suppliers
- Air traffic management bodies
- Aircraft manufacturers
- Other

### **Degree of harmonization**

#### **10. Indicate which elements and functions you believe should be developed or carried out at EU level rather than at country level**

- The range of appropriate methodologies for monitoring and reporting emissions/impacts (similar in nature to the existing guidelines for sectors participating in the ETS, cf. Commission Decision 2004/156/EC: C(2004) 130 final)
- A single detailed methodology for monitoring and reporting emissions/impacts (similar in nature to an individual tier in the guidelines for the ETS, cf. C(2004) 130 final)
- Accreditation procedure for verifiers wishing to qualify to assess emissions/impacts reports
- Verification procedures to be used by verifiers assessing emissions/impacts reports
- A single detailed methodology for calculating the quantity of allowances to be allocated to each agent
- The proportion of each allocation which is to be auctioned, if auctioning is implemented
- Allowances issued into accounts held in a single registry
- Legal sanctions against non-compliance, extending beyond the fixed penalty for not surrendering sufficient allowances to cover reported emissions/impacts
- Implementation of legal sanctions against a non-compliant agent

**Allocation methodology**

**11. If the use of historic data were part of the allocation methodology, for which year(s) would the most accurate data be available?**

1990 –  1991 –  1992 –  1993 –  1994 –  1995 –  1996 -  1997 –

1998 –  1999 –  2000 –  2001 -  2002 -  2003 -  2004 –  2005

**12. If benchmarking based on performance would be part of the allocation methodology, which performance indicator should be used? (explain briefly your choice)**

**Monitoring, reporting and verification of impacts**

**13. What kind of data would be most suitable for monitoring and reporting CO<sub>2</sub> emissions for the purpose of establishing the amount of allowances to be surrendered for this particular impact?**

Actual fuel consumption data based on trip fuel data

Estimates for fuel consumption generated by a standardised model

A combination of the above

Other options

Why? (please explain briefly if you wish)

**14. If the amount of allowances to be surrendered varied only as a function of reported CO<sub>2</sub> emissions, would the resulting additional focus on and optimisation with respect to CO<sub>2</sub> significantly increase other negative impacts because of trade-offs with other impacts such as NO<sub>x</sub>, contrail formation or cirrus cloud enhancement?**

Yes -  No -  Don't know

If possible, please substantiate your reply

**15. If you wish to make any other comments related to the subject of this consultation, insert them here. Please be brief and specific.**

## Part II – Additional questions

### Additional policy options

**1. Please distribute 100 points to the following additional policy options (to help mitigate climate change impacts from aviation) according to your preferences.**

Voluntary agreements: \_\_\_\_\_ points

Voluntary Carbon offset programmes: \_\_\_\_\_ points

Compulsory Carbon offset programmes: \_\_\_\_\_ points

Compulsory Use of biofuels: \_\_\_\_\_ points

**2. What do you think of the idea of creating a cap-and-trade scheme specific to the aviation sector, in which aircraft operators would be allocated tradable emission quotas, which they could supplement, if needed, with an unlimited quantity of CERs (CERs being permits generated through the Clean Development Mechanism)?**

---

---

---

---

**Do you support this idea?**

Yes -  No -  Don't know

**Do you believe it would boost the CDM market by allowing projects with longer payback periods to become profitable?**

Yes -  No -  Don't know

**Do you believe it would be feasible?**

Yes -  No -  Don't know

**Do you believe it would help mitigate climate change?**

Yes -  No -  Don't know

**3. Do you support the inclusion of other sectors (apart from aviation) in the EU ETS?**

Yes -  No -  Don't know

**4. Which other sectors (apart from aviation) should be included in the EU ETS beyond the combustion installations (several answers allowed)**

- Aluminium                       Chemicals  
 Land transport                   Agriculture  
 Maritime transport               Waste incineration  
 Other: \_\_\_\_\_

**5. Do you believe RTK (Revenue Ton Kilometer) as a fair indicator of aircraft operators output (production)?**

- Yes -  No -  Don't know

**Questions related to EU ETS**

**6. The Emission Trading Directive foresees that, beyond 2012, allocations should be determined for five-year intervals and agreed upon a year before the start of a trading period. Is a five-year interval long enough? If the length of the trading period should be extended, how long should the trading period be?**

- 5 years is enough –  6 years –  7 years –  8 years –  9 years –  10 years –  
 > 10 years

**7. Should the allocation decision be made earlier? If the decision about the allocation should be made further ahead of the start of a trading period, how early in advance should the allocation be decided?**

- 1 year in advance is enough –  2 years –  3 years –  4 years –  5 years –  > 5 years

**8. Please distribute 100 points to the following methods of allocating allowances to existing facilities , according to your preferences.**

Historic production (RTK) x CO<sub>2</sub> efficiency benchmark: \_\_\_\_\_ points

Recent production (RTK) x CO<sub>2</sub> efficiency benchmark: \_\_\_\_\_ points

Expected/forecasted production (RTK) x CO<sub>2</sub> efficiency benchmark: \_\_\_\_\_ points

Capacity x utilization benchmark (standard load factor) x CO<sub>2</sub> efficiency benchmark: \_\_\_\_\_ points

**9. Do you believe a benchmarking system (i.e. allocation based on efficiency performance as opposed to grandfathering) would be feasible?**

- Yes –  No –  Don't know

**10. The EU Emissions Trading Directive allows for auctioning of up to 10% of the total allocated EU allowances in the 2008 to 2012 period. Should the EU Directive allow for more auctioning beyond 2012?**

Yes, more auctioning should be allowed to EU Member States

Yes, more auctioning should be mandatory for EU Member States

No

**11. What should be done with the money raised through auctions?**

Used in general State budget

Distributed within the affected industries

Earmarked for special purposes, e.g. promotion of carbon-friendly technology

Other: \_\_\_\_\_

## Annexe 3 : réponses au questionnaire

### Part 1 –question 1

Etes-vous favorable à l'inclusion du transport aérien dans l'effort de lutte contre le changement climatique?						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Très favorable	90%	73%	67%	100%	50%	
Plutôt favorable	10%	27%	33%	0%	50%	
Plutôt défavorable	0%	0%	0%	0%	0%	
Très défavorable	0%	0%	0%	0%	0%	
Ne sait pas	0%	0%	0%	0%	0%	

### Part 1 –question 2

Etes vous favorable à l'internalisation des coûts externes du changement climatique dans le prix du transport aérien?						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Très favorable	78%	64%	50%	100%	50%	
Plutôt favorable	14%	18%	33%	0%	0%	
Plutôt défavorable	4%	9%	0%	0%	50%	
Très défavorable	3%	0%	0%	0%	0%	
Ne sait pas	1%	9%	17%	0%	0%	

### Part 1 –question 3

Etes vous favorable au renforcement des incitants économiques afin que les opérateurs de transport aérien réduisent leurs impacts sur le climat?						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Très favorable	72%	55%	50%	67%	50%	
Plutôt favorable	16%	45%	50%	33%	50%	
Plutôt défavorable	9%	0%	0%	0%	0%	
Ne sait pas	2%	0%	0%	0%	0%	
Très défavorable	1%	0%	0%	0%	0%	

### Part 1 –question 4

Quel instrument économique est selon vous le plus efficace pour atteindre les objectifs décrits ci-dessous au niveau européen?						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Taxes carburant	36%	9%	17%	0%	0%	
Inclusion SCEQE	32%	55%	50%	67%	50%	
Redevances route	26%	36%	33%	33%	50%	
Redev. atterriss.	5%	0%	0%	0%	0%	
TVA	2%	0%	0%	0%	0%	

## Part 1 –question 5

Quel est votre second choix?						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Redevances route	32%	18%	0%	67%	0%	
Taxes carburant	26%	55%	67%	33%	50%	
Inclusion SCEQE	21%	18%	33%	0%	0%	
Redev. atterriss.	11%	0%	0%	0%	0%	
TVA	9%	0%	0%	0%	0%	

## Part 1 –question 6

Indiquez les mécanismes de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat qui selon vous sont le plus intéressants en terme de coûts de réduction et de potentiel dans le court à moyen terme (2005-2020).						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Gestion de la demande (réduire la croissance de la demande de transport aérien)	61%	45%	50%	67%	0%	
Améliorer la gestion du trafic aérien	53%	64%	83%	0%	100%	
Améliorer le taux de remplissage (p. ex. modification des routes et horaires)	41%	55%	33%	100%	50%	
Améliorer/mettre à jour (retrofitting) ailes, moteurs ou mesures technologiques similaires	36%	27%	17%	33%	50%	
Renouvellement accéléré de la flotte	32%	45%	33%	67%	50%	
Développement de technologie de propulsion avec moins d'émissions	21%	9%	17%	0%	0%	
Développement de carburants alternatifs pour l'aviation	13%	9%	0%	0%	50%	
Développement d'avions avec une résistance aérodynamique moins élevée	11%	0%	0%	0%	0%	
Développement de concepts d'avions nouveaux et plus efficaces	9%	9%	0%	0%	50%	

## Part 1 –question 7

Indiquez les mécanismes de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat qui selon vous sont le plus intéressants en terme de coûts de réduction et de potentiel dans le long terme (2020-2050).						
	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé	
Développement de concepts d'avions nouveaux et plus efficaces	58%	64%	50%	67%	100%	
Développement de technologie de propulsion avec moins d'émissions	57%	64%	50%	67%	100%	
Gestion de la demande (réduire la croissance de la demande de transport aérien)	52%	55%	50%	100%	0%	
Développement de carburants alternatifs pour l'aviation	42%	64%	83%	33%	100%	
Développement d'avions avec une résistance aérodynamique moins élevée	34%	45%	17%	67%	100%	
Renouvellement accéléré de la flotte	28%	27%	17%	67%	0%	
Améliorer la gestion du trafic aérien	16%	9%	0%	33%	0%	
Améliorer le taux de remplissage (p. ex. modification des routes et horaires)	9%	9%	0%	33%	0%	
Améliorer/mettre à jour (retrofitting) ailes, moteurs ou mesures technologiques similaires	8%	0%	0%	0%	0%	

## Part 1 –question 8

En supposant que les vols soient dans le périmètre d'une mesure européenne qui ne fait pas de distinction selon la nationalité de la compagnie (compagnies non européennes aussi couvertes), quel niveau d'action considèreriez-vous comme le moins risqué en terme de distorsion de la concurrence pour le commerce européen (en ce compris l'industrie aérienne et l'industrie touristique)?

	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Mesures qui couvrent les impacts des vols à l'intérieur et entre les Etats membres et 100% des impacts des	72%	64%	67%	67%	50%
Ne sait pas	9%	36%	33%	33%	50%
Mesures qui couvrent les impacts des vols à l'intérieur	8%	0%	0%	0%	0%
Mesures qui couvrent les impacts des vols à l'intérieur et entre les Etats membres et 50% des impacts des	7%	0%	0%	0%	0%

## Part 1 –question 9

SCEQE : Quel type d'entité serait le plus approprié pour remettre les quotas couvrant les émissions de l'aviation?

	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Compagnies aériennes	57%	91%	83%	100%	100%
Gestionnaires de trafic	10%	9%	17%	0%	0%
Aéroports	8%	9%	0%	33%	0%
Fournisseurs carburant	7%	0%	0%	0%	0%
Autre	7%	0%	0%	0%	0%
Constructeurs	4%	9%	17%	0%	0%

## Part 1 –question 10

Quels éléments et fonctions devraient selon-vous être développés ou conduits au niveau européen plutôt qu'à l'échelon national?

	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Une méthodologie détaillée unique pour la surveillance et le rapportage (M&R) des émissions/impacts	61%	64%	33%	100%	100%
Les sanctions légales en cas de non-conformité	53%	73%	83%	100%	100%
Une méthodologie unique pour le calcul des quotas à allouer à chaque agent	47%	73%	50%	100%	100%
Les procédures de vérification utilisées par les vérificateurs	46%	91%	83%	100%	100%
Les procédures d'accréditation pour les vérificateurs	44%	82%	83%	100%	50%
La gamme des méthodologies appropriées pour le rapportage et la surveillance des émissions/impacts	42%	45%	40%	67%	50%
Mise en œuvre des sanctions légales à l'encontre d'un agent en non-conformité	39%	36%	20%	67%	50%
La proportion de quotas mis aux enchères, s'il y a mise aux enchères	37%	36%	20%	67%	50%
Les quotas alloués à des comptes tenus dans un registre unique	35%	45%	40%	67%	50%

## Part 1 –question 11

Si des données historiques étaient utilisées pour l'attribution des quotas, pour quelle(s) années les données les plus fiables seraient-elles disponibles

	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
1990	9%				
1991	1%				
1992	7%	9%		33%	
1993	2%				
1994	1%				
1995	3%				
1996	1%				
1997	2%				
1998	2%				
1999	2%				
2000	24%	9%		33%	
2001	9%	9%			50%
2002	14%	9%			50%
2003	12%	9%			50%
2004	20%	9%			50%
2005	12%	45%	67%		50%

## Part 1 –question 12

**Si système basé sur le benchmarking, quel indicateur de performance devrait-être utilisé ?**

**Secteur public :** RTK / fuel used. Cet indicateur ne prend pas en compte le type de service rendu (vitesse, desserte de régions peu accessibles, transport de fret ou de passager...) mais constitue néanmoins l'indicateur le plus objectif et le moins sujet à discussion pour pouvoir établir une comparaison

**Secteur public :** emission km passagers

**Secteur public :** Emissions par km passager : vise à croiser un indicateur de performance technique (et de gestion des routes) avec un indicateur de performance économique (taux d'occupation des vols)

**ONG :** CO2-eq/passengerkm.

## Part 1 –question 13

Quel type de données serait le plus approprié pour la surveillance et le rapportage (M&R) des émissions de CO<sub>2</sub> ?

	UE	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	Secteur privé
Conso. effective	55%	55%	50%	100%	
Combinaison des 2	28%	27%	17%		100%
Estima. modèles	5%	0%			
Autres options	4%	0%			

## Part I – question 14

**ONG :** Non. Il est bien sûr préférable d'avoir des objectifs spécifiques, mais cela ne doit pas retarder l'introduction de mesures relatives au CO<sub>2</sub>. L'application d'un facteur multiplicatif (2,7 par exemple) n'introduirait pas de problème important. En effet, les mécanismes de réduction listés aux questions 6 et 7 ne sont pas susceptibles (excepté le neuvième) d'introduire des effets en termes de NO<sub>x</sub>. En ce qui concerne les cirrus et les contrails, les données scientifiques disponibles ne permettent pas encore d'établir les risques d'autres impacts.

**ONG :** yes (Fuel consumption varies with height, so does cirrus formation, but they are not congruent)

## Part II – question 1

Veuillez distribuer 100 points à ces instruments politiques (de réduction de l'impact de l'aviation sur le climat) selon vos préférences:				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Accord volontaire	16	11	13	50
Carbon offset volont.	20	23	5	50
Carbon offset oblig.	44	44	60	0
Biocarburant oblig.	19	22	22	0

## Part II – question 2

Etes-vous favorable à un système de quotas séparé pour l'aviation où les opérateurs aériens seraient encouragés à utiliser des CER (crédits des MDP/CDM) si leurs propres efforts de réduction n'étaient pas suffisants?				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Oui	22%	40%	0%	
Non	22%	20%	33%	
Ne sait pas	33%	20%	33%	100%

Pensez-vous que cela encouragerait le développement de projets CDM (MDP)				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Oui	44%	40%	67%	
Non	0%	0%	0%	
Ne sait pas	44%	40%	33%	100%

Pensez-vous que ce soit réalisable?				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Oui	33%	40%	33%	
Non	11%	0%	33%	
Ne sait pas	44%	40%	33%	100%

## Part II – question 3

Etes-vous favorable à l'inclusion d'autres secteurs dans le SCEQE?				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Oui	67%	60%	67%	100%
Non	0%	0%	0%	0%
Ne sait pas	22%	40%	0%	0%

## Part II – question 4

Quels secteurs (autre que l'aviation) devraient être introduits dans le SCEQE?				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Transport maritime	56%	60%	33%	100%
Aluminium	33%	20%	67%	
Industrie chimique	33%	20%	67%	
Transport terrestre	22%	20%	0%	100%
Incinérateurs	11%	20%	0%	
Agriculture	0%	0%	0%	

## Part II – question 5

Pensez-vous que le RTK soit un indicateur juste de la production de l'aviation?				
	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Oui	11%	20%		
Non	33%	40%		100%
Ne sait pas	33%	20%	67%	

**SN Brussels Airlines** : Le RTK défavorise un type d'opération par rapport à un autre. Par exemple, si un avion de la compagnie A ne transporte qu'un seul passager, il aura consommé le même carburant et donc émis le même quota de CO2 que le même avion de la compagnie B qui lui a transporté 100 passagers. Dans le cas d'un système basé sur le RTK, la compagnie A serait donc défavorisée car elle recevra moins de "permis" que la compagnie B pour les mêmes émissions de CO2.

## Part II – question 6

7 réponses les mêmes (4 services publics, 2 ONG, 1 SN) : 5 ans OK

## Part II – question 7

**Services publics** : 3 réponses « 1 an assez »

**SN Brussels Airlines** : 4 ans

**ONG** : 2 réponses : 2 et 3 ans

## Part II – question 8

Veillez distribuer 100 points à ces méthodes d'allocation des quotas selon vos préférences:

	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
RTK historique	3	3	0
RTK récent	33	20	0
RTK attendu/estimé	57	42	0
Capacité x benchmark de chargement	7	35	0

## Part II – question 9

Pensez-vous qu'un système de benchmarking soit réalisable?

	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Oui	56%	60%	33%	100%
Non	0%	0%		
Ne sait pas	44%	40%	67%	

## Part II – question 10

La directive EU ETS prévoit que l'on puisse mettre aux enchères jusqu'à 10% des quotas pour la période 2008-2012. Est-ce que la directive devrait augmenter la proportion de quotas mis aux enchères après 2012?

	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
On doit permettre aux Etats membres de mettre plus de quotas aux enchères	11%	20%		
On doit obliger les Etats membres de mettre plus de quotas aux enchères	22%		67%	
Non	22%	20%		100%
Ne sait pas	44%	60%	33%	

## Part II – question 11

Que devrait-t-on faire avec l'argent récolté lors de la mise aux enchères des quotas?

	Total ABC	Secteur public	ONG environnement	SN Brussels Airlines
Budget de l'Etat	0%			
Industries touchées	11%			100%
Technologies pauvres carbone	67%	80%	67%	