



ORGANISATION
FOR ECONOMIC
CO-OPERATION AND
DEVELOPMENT



18TH MADRID 2009

INTERNATIONAL     
TRANSPORT RESEARCH SYMPOSIUM

Document de référence n° 2009-29

Novembre 2009

Les perspectives du transport interurbain de personnes Rapprocher les citoyens

SESSION 5 : UNE MOBILITÉ INTERURBAINE DURABLE

Échange de droits d'émission de CO₂ dans le transport aérien Analyse économique

par

Peter MORRELL

Département du transport aérien
Université de Cranfield

Royaume-Uni

Les points de vue exposés dans ce rapport sont ceux de son auteur et ne représentent pas nécessairement ceux de l'université de Cranfield, de l'OCDE ou du Forum International des Transports.

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION.....	3
2. MESURES ENVISAGEABLES DANS LE DOMAINE DE L'AVIATION.....	4
3. ÉCHANGE DES DROITS D'ÉMISSION ET TRANSPORT AÉRIEN.....	7
3.1. Fondements de l'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission au transport aérien.....	7
3.2. Parangonnage.....	9
3.3. Distorsions induites par le système communautaire d'échange de quotas d'émission.....	11
4. APPLICATION DU SYSTÈME COMMUNAUTAIRE D'ÉCHANGE DE QUOTAS D'ÉMISSION À L'AVIATION.....	13
4.1. Coût des quotas.....	13
4.2. Impact sur les tarifs des compagnies aériennes.....	17
4.3. Élasticité-prix de la demande.....	20
5. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.....	21
NOTES.....	23
BIBLIOGRAPHIE.....	24

1. INTRODUCTION

L'impact du transport aérien sur l'environnement, en termes tant de bruit que d'émissions des moteurs, est source de débats sans cesse plus animés portant sur la réduction et les méthodes d'internalisation de ces coûts environnementaux ou, pour le dire autrement, sur l'application du principe du pollueur/payeur.

Le présent rapport se focalise sur les émissions de CO₂ des moteurs d'avion, des émissions qui, non seulement ont des répercussions au niveau local et influent sur les changements climatiques, mais se retrouvent aussi depuis peu au cœur des débats au niveau tant international que régional et local : le protocole de Kyoto traite dans son article 2(1) des mesures à prendre pour limiter et/ou réduire les émissions de gaz à effet de serre dans le secteur des transports et enjoint dans son article 2(2) les États (développés) visés à l'Annexe I de poursuivre ces objectifs par le canal de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) pour ce qui est du transport aérien international. Le Comité permanent de la protection de l'environnement en aviation (CAEP) de l'OACI a été invité à examiner les propositions d'échange de droits d'émission en complément du rôle joué par l'OACI en matière de fixation de normes internationales pour les émissions des moteurs. Le CAEP a recommandé, avec l'aval de l'OACI, d'instaurer un système ouvert et volontaire d'échange de droits d'émission pour l'aviation civile internationale et d'adresser aux États contractants des directives portant sur l'incorporation du transport aérien international dans leurs systèmes nationaux. Ces directives ont été diffusées, mais aucun système volontaire n'a encore été mis en œuvre à ce jour. Les systèmes nationaux tels que le système d'échange de quotas d'émission de l'Union Européenne ont été accueillis avec faveur, mais ne peuvent entrer en application que si toutes les compagnies aériennes participantes s'y rallient. Le système de l'Union Européenne n'a donc pas reçu le soutien de l'OACI.

Au niveau régional, la proposition d'inclusion de l'aviation dans le champ d'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission présentée par la Commission Européenne en 2006 a finalement été adoptée en 2008 après avoir été modifiée de façon à pouvoir être intégrée dans la Directive n° 2008/101/CE publiée en janvier 2009. L'Union Européenne a également fixé des normes de qualité locale de l'air qui affectent les émissions, notamment de NO_x, à proximité des aéroports. Il est donc vraisemblable qu'en Europe, l'aviation devra d'ici pas longtemps maîtriser ou payer l'impact local des émissions des moteurs et leur incidence sur les changements climatiques. Cet impact ne s'est amélioré jusqu'ici que lentement sous l'effet de l'application de normes OACI d'émission de NO_x progressivement plus sévères aux émissions de NO_x produites par les moteurs d'avion pendant les cycles d'atterrissage et de décollage (mais pas en vol). Le transport aérien, tant intérieur qu'international, est également taxé au niveau national, mais ces taxes sont généralement fonction du nombre de passagers et n'incitent pas à réduire les émissions.

Au niveau local, quelques aéroports taxent les émissions et la qualité locale de l'air est devenue une question importante pour les demandes d'extension des aéroports (notamment celui d'Heathrow).

Les principaux polluants émis par les mouvements d'avion (Woodmansey et Patterson, 1994) sont le CO₂, les particules, le SO₂, les NOx et les hydrocarbures. Le premier d'entre eux, à savoir le CO₂, a un coût social unitaire inférieur à celui des autres, mais est émis en beaucoup plus grandes quantités (surtout en vol). Les coûts sociaux représentent les dommages causés à la santé humaine, à la végétation, aux bâtiments et au climat. Ils ont été évalués par Mayeres *et al.* (1996) et Perl *et al.* (1997). Les autres polluants interviennent pour une moindre part dans la masse des émissions, mais ont un coût social unitaire plus élevé. Le CO₂ est estimé avoir la durée de vie la plus longue (50 à 100 ans), devant le méthane (8 à 10 ans) alors que les NOx ne durent pas plus de quelques jours ou semaines. La contribution de l'aviation au réchauffement climatique est amplifiée par les émissions de NOx et de vapeur d'eau dans la haute atmosphère, la vapeur d'eau pouvant entraîner la formation de traînées de condensation et de cirrus (ces effets sont décrits dans l'Annexe 2 du document de travail de la Commission Européenne de 2005). Ces effets sont difficiles à prendre en compte dans un système d'échange de droits d'émission et devront faire l'objet d'autres mesures, dont l'une (normes) est analysée dans le présent rapport.

L'Europe est la région du monde qui aspire le plus à réduire les émissions et aussi celle où presque tous les pays ont signé la convention de Kyoto. L'Union Européenne pousse également à l'inclusion des impacts environnementaux dans l'accord bilatéral Union Européenne/États-Unis sur l'aviation. Les préoccupations se font aussi de plus en plus pressantes dans d'autres régions du monde comme le prouve le programme de travail de l'OACI évoqué ci-dessus.

Le premier chapitre du rapport analyse les mesures envisageables dans le secteur de l'aviation à la lumière des appels à l'engagement d'actions internationales qui ont commencé à s'exprimer après Kyoto. La question est devenue de plus en plus pressante au fil de la préparation de Kyoto 2 qui se tiendra à Copenhague à la fin de 2009. L'échange des droits d'émission y sera examiné à la lumière de l'inclusion du transport aérien dans le système communautaire, en mettant l'accent plus particulièrement sur la méthode d'imputation et les distorsions qu'un tel système régional risque d'engendrer. L'analyse portera ensuite sur l'impact que le système communautaire d'échange de quotas d'émission pourrait avoir en termes de coûts, avant de s'étendre aux stratégies tarifaires envisageables et à leur incidence sur la demande.

2. MESURES ENVISAGEABLES DANS LE DOMAINE DE L'AVIATION

La première mesure envisageable est la limitation ou le plafonnement du nombre de vols. Ce genre de mesure est toutefois presque impossible à mettre en œuvre de façon équitable au niveau international. Les États pourraient la mettre en œuvre aéroport par aéroport, comme cela se fait d'ailleurs déjà pour certains. Les contraintes pesant sur l'utilisation des pistes et les conditions à remplir pour en construire des nouvelles ont pour effet de limiter le nombre de mouvements journaliers et annuels, bien qu'il soit possible de transporter davantage de passagers en utilisant des avions plus grands (et moins gourmands en carburant).

La seconde mesure consiste à renforcer les normes applicables aux nouveaux avions et aux nouveaux moteurs. Le cadre international nécessaire à cet effet existe (OACI), mais les normes existantes ne semblent guère inciter à accélérer la mise en application de technologies de réduction des émissions. Les normes, applicables aux seuls nouveaux avions, ne couvrent que les émissions de NOx,

de CO et d'hydrocarbures pendant les cycles d'atterrissage et de décollage, jusque dans ce dernier cas 915 mètres d'altitude. Il s'agit en outre de recommandations qui restent à transposer dans les droits nationaux. Les normes sont définies en des termes qui n'imposent pas une mise à la retraite rapide de certains avions. Le grand problème réside ici dans la durée de vie économique des avions et dans le coût élevé de la réduction des émissions induite par leur mise à la retraite anticipée (Morrell et Dray, 2009).

Il est, en troisième lieu, possible de remplacer les carburants fossiles par des biocarburants de troisième génération qui émettent très peu de gaz à effet de serre. Certaines compagnies aériennes y voient une solution en soi, mais le Groupe sur l'aviation internationale et les changements climatiques (GIACC) créé par l'OACI propose un panier de mesures comprenant les biocarburants et diverses mesures économiques fondées sur le fonctionnement des mécanismes du marché (OACI, 2009).

La quatrième voie possible, celle de la définition d'objectifs volontaires, a été suivie par de nombreuses compagnies aériennes, des groupements de compagnies, des avionneurs et des fabricants de composants (ACARE, 2002, décrit les objectifs fixés pour les nouveaux avions). Les compagnies aériennes se fixent ainsi généralement pour objectif de réduire leur consommation de 1 à 2 pour cent par an, mais ce genre d'engagement ne fait que ralentir l'augmentation des émissions sans contribuer en rien à les plafonner ou réduire, parce que le trafic va augmenter à long terme de 4 à 5 pour cent.

Aucune de ces mesures ne fait appel aux mécanismes du marché pour inciter à réduire les émissions, ni ne donne corps au principe du pollueur/payeur. Cela pourrait se faire en plafonnant les émissions à un niveau donné et en autorisant les compagnies à acheter ou vendre des permis d'émission selon qu'elles dépassent ou n'atteignent pas ce plafond, c'est-à-dire en instaurant un système d'échange de droits d'émission. Les compagnies devront, au-delà de la fraction du quota attribuée gratuitement, acheter des permis au « prix du marché » pour payer la pollution qu'elles causent.

Alors que les États préparent la réunion sur les changements climatiques qui se tiendra à Copenhague (en décembre 2009) sous l'égide de l'ONU, l'IATA, c'est-à-dire l'association mondiale des compagnies aériennes, propose d'inclure dans le texte qui succédera au protocole de Kyoto (IATA, 2009) une clause qui plafonnerait les émissions de l'aviation à l'échelle mondiale plutôt que pays par pays. L'IATA s'engage à coopérer avec l'OACI pour assurer le respect de cette clause. Les compagnies aériennes se verraient octroyer des permis d'émission pour tous les paiements « environnementaux » qu'elles effectueraient sous la forme tant de taxes et de redevances que de versements aux systèmes d'échange de droits d'émission pour prévenir les doubles comptages. Il convient de souligner que plusieurs compagnies assez importantes ne sont pas membres de l'IATA et que l'OACI n'a actuellement pas le pouvoir de faire appliquer un tel système.

L'autre solution est celle de la taxation des carburants ou des émissions. Cette taxation, qui devrait être coordonnée au niveau mondial, serait porteuse d'un signal à long terme permettant d'investir dans la réduction de la consommation de carburant. Le taux de taxation devrait être fixé d'autorité, mais pourrait être réduit en cas de hausse et relevé en cas de baisse des prix de vente du carburant pour renforcer sa force incitatrice. La mise en œuvre devrait se situer au niveau des États, mais il est fort à craindre que le produit des taxes perçues ne soit pas affecté à des projets environnementaux. Le problème serait toutefois de supprimer la clause des accords de trafic aérien qui interdit toute forme de taxation du carburant. Ces accords servent d'assise aux droits d'exploitation des lignes internationales, mais perdent progressivement de leur importance à mesure que se créent des espaces aériens ouverts tels que l'espace aérien européen.

Les systèmes d'échange de droits d'émission se multiplient depuis la mise en place du système communautaire d'échange de quotas d'émission en 2005 et l'adoption, par sept États du Nord-Est des États-Unis, d'un système comparable plafonnant les émissions de CO₂ à leur niveau de 1990. Plusieurs systèmes non obligatoires ont aussi été mis en place au Royaume-Uni (avec la participation de British Airways) et au Japon. L'Australie et la Nouvelle-Zélande envisagent depuis peu d'instaurer un système de plafonnement et d'échange, afin de limiter le volume des émissions industrielles, y compris celles des transports aériens intérieurs. Ces systèmes sont comparables à celui de l'Union Européenne, à cette différence près qu'ils plafonnent le prix à payer pour le carbone, excluent le transport aérien international de leur champ d'application et allouent, pour les vols intérieurs, les permis aux fournisseurs de carburant plutôt qu'aux compagnies aériennes. La Nouvelle-Zélande laisse aux transports aériens intérieurs un délai de grâce de deux ans avant leur intégration dans le système.

Aux États-Unis, la proposition de loi Waxman-Markey votée à une courte majorité à la Chambre va bientôt être examinée au Sénat. Cette loi vise à instaurer un système de plafonnement et d'échange applicable aux seules sources d'émission terrestres et reporte à 2013 l'application de normes plus strictes aux nouveaux avions.

La mise en place d'un système d'échange de quotas d'émission des moteurs d'avion est à l'étude depuis les années 90 au niveau tant mondial que régional. Le comité CAEP de l'OACI évoqué ci-dessus a réfléchi intensément à la faisabilité d'un système international, mais les réticences des États-Unis et d'autres problèmes donnent à penser qu'un tel système a peu de chances d'être mis en place à l'échelle mondiale dans un avenir prévisible.

L'Europe, qui accordait précédemment la préférence à la taxation des émissions (Commission Européenne, 1999), voit maintenant dans l'échange de quotas d'émission le meilleur moyen de faire avancer les choses et il est aujourd'hui presque certain qu'un système européen s'appliquera au transport aérien à partir de 2012. La Commission Européenne avait publié en 2002 une étude sur les incitants économiques à la réduction des émissions de gaz à effet de serre produites par le transport aérien (CE Delft, 2002) dans laquelle l'analyse se limitait à deux options, à savoir les redevances environnementales et l'incitant type à l'amélioration des performances, un mécanisme fondé sur les émissions par unité produite qui n'a rien à voir avec l'attribution ou l'échange des quotas. La Commission a, dans une étude ultérieure, conclu que le mieux qu'il y ait à faire pour atteindre ses objectifs était :

- d'échanger des quotas d'émission ; et
- de taxer les émissions.

Ces deux mécanismes sont des instruments économiques destinés à internaliser le coût des changements climatiques, mais ils pourraient aussi être structurés de façon à générer une réduction égale des émissions (Commission Européenne, 2005).

Le Service d'audit, d'évaluation et d'enquête du Congrès américain (2009) avance que la taxation des émissions est un instrument économique de réduction des émissions de gaz à effet de serre plus efficace que d'autres, notamment les systèmes de plafonnement et d'échange, parce qu'il établit un meilleur équilibre entre les coûts et les avantages sociaux de la réduction des émissions. Le taux de taxation et le plafond doivent toutefois être fixés au niveau approprié et la taxation de l'aviation doit être internationale. Un système d'échange de droits d'émission peut aussi réduire les émissions en minimisant les coûts et l'impact sur le PIB. Le plafond peut toutefois, tout comme le taux de taxation, être fixé à un niveau inapproprié, auquel cas la perte d'efficacité est plus forte que celle qu'entraîne la fixation du taux de taxation à un niveau inapproprié (Stern, 2006). Les entités telles que les centrales au charbon pour lesquelles la réduction est moins coûteuse vendront des quotas à celles dont les coûts

marginiaux sociaux sont beaucoup plus élevés, par exemple les compagnies aériennes. Le transport aérien a déjà exploité, étant donné qu'il ne peut utiliser que du kérosène cher, bon nombre des moyens les moins coûteux de réduction des émissions et sera donc vraisemblablement contraint d'acheter ailleurs des droits d'émission pour pouvoir se développer. Ce simple fait démontre combien il importe d'appliquer au transport aérien un système de libre échange des droits d'émission.

Dans une étude de 2005 réalisée pour la Commission Européenne, CE Delft se penche sur les modifications à apporter à la Directive 2003/87/CE pour résoudre le problème de l'impact du transport aérien sur les changements climatiques par le biais de l'échange de quotas d'émission. Il y avance que le système devrait pour bien faire s'appuyer sur les opérateurs d'avions et les quotas être alloués au niveau de l'Union Européenne plutôt que de ses États membres et qu'il serait préférable de limiter le système au CO₂, dans un premier temps du moins. Il s'y penche en outre sur la faisabilité de la limitation du champ d'application aux vols intracommunautaires ainsi que de son extension à tous vols à destination ou en provenance d'aéroports communautaires. Ces réflexions forment, avec diverses recommandations importantes formulées dans l'étude, la base du système adopté.

CE Delft estime dans cette même étude que la vente aux enchères est la méthode d'attribution des quotas la plus intéressante, parce qu'elle est la plus efficiente, met les nouveaux entrants et les compagnies en place sur un pied d'égalité, favorise les compagnies qui n'attendent pas pour agir et réduit le volume des données à rassembler par les autorités responsables. Elle impose toutefois une charge financière plus lourde aux entreprises du secteur. CE Delft fait du parangonnage son optimum de second rang et du respect servile des droits acquis sa solution la moins intéressante, bien que l'un comme l'autre puisse se combiner avec l'autre méthode.

3. ÉCHANGE DES DROITS D'EMISSION ET TRANSPORT AERIEN

3.1. Fondements de l'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission au transport aérien

Dans la foulée des recommandations formulées à Kyoto, le Comité de la protection de l'environnement en aviation de l'OACI a analysé et évalué plusieurs mécanismes de réduction des émissions du transport aérien, dont notamment les systèmes d'échange de droits d'émission. Son analyse l'a amené à conclure que la taxation du carburant était irréalisable et à recommander la mise en œuvre de systèmes régionaux d'échange de droits d'émission (sous réserve d'accord des pays tiers). Comme rien ne semblait donc réalisable à l'échelle mondiale, l'Union Européenne a choisi d'intégrer le transport aérien dans le champ d'application du système d'échange de quotas d'émission qui s'appliquait depuis 2005 aux autres sources terrestres de pollution.

La Directive « aérienne » de l'Union Européenne a finalement été publiée en janvier 2009 et devrait avoir été transposée dans les droits nationaux avant la fin de cette même année (Conseil et Parlement Européen, 2009). Ses principales dispositions peuvent se résumer comme suit :

- Intégration de l'aviation dans le système existant d'échanges de quotas d'émission de gaz à effet de serre.

- Entrée en application en 2012.
- Extension à tous les vols au départ ou à destination d'un aéroport communautaire.
- Non-application aux petits avions, aux avions militaires, aux vols d'entraînement et de sauvetage.
- Prise en considération du seul CO₂.
- Plafond fixé au niveau de la moyenne des émissions enregistrées en 2004, 2005 et 2006.
- Réduction du plafond à 97 pour cent pour l'année 2012 et à 95 pour cent pour les années 2013 à 2020.
- Allocation des quotas par parangonnage.
- Mise aux enchères de 15 pour cent des quotas.
- Délivrance à titre gratuit de quotas aux compagnies débutantes (qui n'exercent pas d'activités avant 2010) ainsi qu'à celles dont les tonnes-kilomètre payantes (TKP) augmentent de plus de 18 pour cent par an.

Certains points restent encore à finaliser, notamment la méthode de vente aux enchères et la fraction des quotas à mettre aux enchères au fil des années. Le plafond (de base) pour les années 2004 à 2006 sera publié vers la fin de 2009 et les quotas effectivement attribués aux compagnies ne pourront être définis qu'au moment où leurs TKP de 2010 seront connues.

Entre la publication de la première proposition de la Commission Européenne (2006) et l'adoption de la Directive se situe une période d'intense lobbying et d'étude au cours de laquelle le Parlement Européen a vu son rôle se renforcer et pu ainsi imprimer sa marque sur le texte final. Le Parlement a ainsi proposé de ramener à 90 pour cent le plafonnement à 100 pour cent prôné au départ par la Commission Européenne et d'intégrer tous les vols (plutôt que les seuls vols intracommunautaires) dans le système à partir de 2011. Le Groupe des Verts au Parlement Européen réclamait la mise aux enchères de la totalité des quotas, mais le Parlement s'est finalement mis d'accord sur un taux de 25 pour cent. Cette variable cruciale, chiffrée au départ à 15 pour cent pour 2012, restait ouverte pour les années 2013 à 2020, pour lesquelles elle allait sans doute être fixée en tenant compte du traitement réservé à d'autres branches d'activité. Étant donné l'état de l'économie en général, et du secteur aérien en particulier, il ne serait guère étonnant que le taux de mise aux enchères reste quasiment inchangé.

Si l'on prend British Airways comme exemple, 85 pour cent des quelque 16 millions de tonnes de CO₂ produites par ses avions de 2004 à 2006 vaudraient, à un prix de 40 euros par tonne, 544 millions d'euros, ce qui représente 16 euros en moyenne pour chacun de ses passagers dont bon nombre empruntent des vols à longue distance. Cette allocation de quotas à titre gratuit pourrait exercer un effet quelque peu dissuasif sur les nouveaux entrants, mais un fonds sera créé pour ces nouveaux entrants ainsi que pour les compagnies qui progressent de plus de 18 pour cent par an. La Directive dispose que 3 pour cent de l'ensemble des quotas alloués seront réservés à ces compagnies, sans toutefois que le quota alloué puisse excéder 1 million par compagnie. Étant donné qu'il n'y aura vraisemblablement pas de compagnies susceptibles de vivre une croissance aussi rapide, la totalité ou

la plus grande partie de cette réserve ira aux nouveaux entrants dont le trafic ne devra pas dépasser, en fonction de leur programme d'activité et de la longueur des vols opérés, 2 à 5 millions de passages par an.

3.2. Parangonnage

Les compagnies aériennes peuvent se voir allouer des quotas à titre gratuit, soit sur la base des émissions qu'elles ont produites pendant une ou des années de référence, soit en récompense des efforts qu'elles ont déjà accomplis, sous la forme d'investissements ou d'améliorations de leur mode de fonctionnement, pour réduire leurs émissions. La deuxième formule, celle du parangonnage, pénalise les compagnies moins efficaces que la « moyenne » et privilégie celles qui le sont plus. Cette « moyenne » peut se formuler de plusieurs manières différentes.

Un parangonnage fondé sur un volume de trafic plutôt que des capacités avantage les compagnies qui ont déjà des avions plus efficaces ainsi que les compagnies dont l'efficacité l'emporte sur celle de leurs concurrents. Elle a donc la faveur des compagnies qui, telles les compagnies bon marché, affichent des taux de remplissage élevés (Frontier Economics, 2006).

Le parangonnage implique le chiffrage d'un indicateur clé de l'efficacité, par exemple le nombre de TKP par tonne de CO₂, la fixation du volume maximal global de CO₂ et l'allocation des quotas d'émission de CO₂ sur la base de la proportion des TKP imputable à chaque compagnie. L'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission à l'aviation se schématise comme suit :

$$RTK_{total} = \sum_{i=1}^n RTK_i \quad (1)$$

$$E_{total} = \sum_{i=1}^n E_i \quad (2)$$

$$A_i = \frac{(E_{total})}{RTK_{total}} * RTK_i \quad (3)$$

n = nombre de compagnies participantes

RTK_{total} = nombre total de TKP enregistré par les compagnies participantes pendant l'année de référence (2010)

RTK_i = nombre de TKP réalisées par la compagnie i en 2010

E_{total} = émissions produites par toutes les compagnies pendant la période de référence 2004-2006 (moyenne)

E_i = émissions produites par la compagnie i pendant la période de référence multipliées par 97 pour cent (moins les quantités réservées aux nouveaux entrants et aux compagnies en croissance rapide) la première année et 95 pour cent les années suivantes

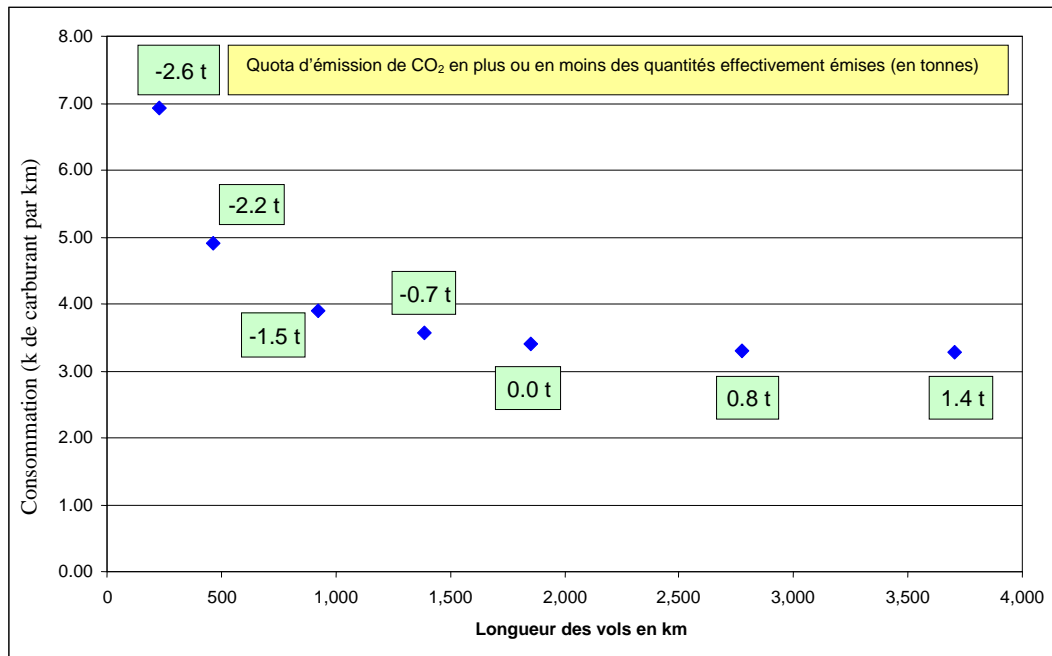
A_i = quotas d'émission alloués aux différentes compagnies pendant chacune des années 2012 à 2020.

Cette formule pénalise moins les compagnies qui affichent des taux de remplissage élevés et assurent des vols à longue distance et pénalise davantage celles qui desservent des lignes courtes, à moins que, comme Sentance et Pulles (2005) l'avancent, les passagers ne soient dans ce cas tentés d'opter pour des modes de transport moins polluants tels que le rail. D'autres modes de parangonnage pourraient, au prix toutefois d'une complexité accrue, remédier à ce genre de distorsion (Morrell, 2007). Faber *et al.* (2007) analysent d'autres formes de distorsion.

La Figure 1 montre, à titre d'exemple, ce que pourraient être les quotas en cas d'utilisation de la méthode de parangonnage proposée par le système d'échange de l'Union Européenne. La consommation moyenne utilisée comme critère d'allocation (en partant de l'hypothèse que les émissions des années de base et de référence sont identiques) porte sans doute la marque du long courrier, puisque les lignes à destination et en provenance de pays hors Union Européenne sont également prises en compte. En se fondant sur une moyenne de 1 000 nm ou 1 852 kilomètres, les opérateurs d'avions de catégorie identique pourraient obtenir gratuitement un quota d'émission de CO₂ valable pour 1.4 tonne de plus que le tonnage effectivement émis sur les distances supérieures à la moyenne ou pour 2.6 tonnes de moins que la quantité émise. Le même genre de calcul pourrait s'effectuer pour les avions les plus modernes de cette taille (B737-700) et les Airbus comparables (famille des A320). Il convient d'ajouter qu'il n'existe à l'heure actuelle pas d'avions moins gourmands en carburant adaptés aux lignes enregistrant cette densité de trafic.

Si les déficits sont monétarisés au prix de 40 euros par tonne de CO₂, le surcoût supporté par l'opérateur de vols de 230 kilomètres de long s'élèverait à 103 euros par vol, soit moins d'un euro par passager.

Figure 1. Impact du parangonnage sur un vol de B737-400 parcourant une distance moyenne hypothétique de 1 850 kilomètres



L'utilisation des TKP plutôt que des TKM pourrait privilégier les compagnies bon marché au détriment des autres. Les compagnies bon marché donneront la préférence aux TKP, parce qu'elles leur attribuent une fraction des TKP totales prises comme référence pour l'allocation des quotas plus grande qu'aux compagnies régulières dont le taux de remplissage est plus faible. Le coût du quota supplémentaire requis par les compagnies bon marché représenterait toutefois une fraction plus importante du prix moyen de leurs billets. Les compagnies régulières auraient par ailleurs moins de passagers sur lesquels répercuter le coût, mais plus de passagers moins sensibles au prix, et le coût représenterait donc une moindre fraction du prix moyen de leurs billets. Les compagnies régulières offrent moins de sièges et se satisfont d'un taux de remplissage plus faible pour attirer des passagers plus rémunérateurs (moins sensibles au prix).

3.3. Distorsions induites par le système communautaire d'échange de quotas d'émission

Les marchés du transport aérien sont, surtout pour les longues distances, souvent desservis sous la forme de vols avec escales. Ils ne peuvent en effet pas toujours être desservis par des vols directs, alors même que ces vols directs peuvent présenter des avantages en termes, entre autres, de prix, d'horaires et d'accès aux programmes de fidélisation de la clientèle. La compagnie communautaire Finnair (Ihamäki, 2009) cite en exemple le marché New York/Delhi :

- New York–Helsinki–Delhi (11 821 kilomètres), ligne desservie par Finnair
- New York–Dubai–Delhi (13 229 kilomètres), ligne desservie par Emirates Airlines

Les deux compagnies ne proposent pas de vols directs sur ces deux lignes. Le parcours des deux tronçons de la ligne Finnair engendre l'émission de quelque 294 tonnes de CO₂, tandis que les deux vols Emirates en engendrent 326 tonnes. Finnair devrait engager une fraction correspondante du quota qui lui est alloué par le système communautaire d'échange de quotas d'émission, alors que les deux vols Emirates n'entrent pas dans le champ d'application de ce système. A 40 euros par tonne de CO₂, Finnair doit payer 11 740 euros, soit 43 euros par passager.

Il convient de souligner que les tronçons qui composent la ligne New York–Delhi de Finnair ont une longueur plus intéressante sur le plan de la consommation. La quantité de carburant consommée par kilomètre parcouru diminue normalement à mesure que le vol s'allonge et tant qu'il ne dépasse pas les 4 000 à 6 000 kilomètres, distance au-delà de laquelle elle recommence à augmenter du fait que l'emport nécessaire de plus grandes quantités de carburant amène à en consommer davantage (Peeters *et al.*, 2005). L'effet est plus net à l'extrémité inférieure de cette plage de distances sur les vols à très haut taux de remplissage (fréquents de nos jours). D'aucuns ont calculé que l'opération de vols directs sur cette relation ferait augmenter la quantité totale de carburant consommée de 4 pour cent, même s'il est tenu compte de l'atterrissage et du décollage à l'escale (Green, 2002)¹. Dans l'exemple évoqué ci-dessus, la quantité de CO₂ émise augmenterait de ce fait de 13 tonnes (+ 4 pour cent), le reste étant dû à l'allongement de la distance parcourue (+ 1 408 kilomètres).

Les Emirates Airlines vont par ailleurs consommer, pour parcourir leur ligne « buissonnière », 32.2 tonnes (3 292 gallons US) de carburant supplémentaire qui leur coûteront, au prix élevé de 4 USD par gallon de la mi-2008, 13 168 USD au total ou 48 USD (34 euros) par passager. Le surcoût dont le système communautaire d'échange de quotas d'émission grève Finnair est donc contrebalancé dans une certaine mesure par le coût du surcroît de carburant consommé par les Emirates, si son prix se maintient au niveau élevé atteint en 2008. D'autres coûts variant en fonction de la durée du vol, tels que les coûts d'entretien des avions et des moteurs, seront aussi plus élevés pour les Emirates.

Il serait possible aussi, et sans doute plus normal, de situer l'aéroport qui accueille le trafic relevant de la sixième liberté dans la partie orientale de l'Union Européenne plutôt que (comme dans l'exemple) dans sa partie centrale. L'aéroport ferait partie de ces aéroports-pivots qui, comme Dubaï, Mumbai, Singapour et Bangkok, peuvent attirer du trafic entre l'Union Européenne et l'Australie, l'Extrême-Orient et, dans une moindre mesure, l'Afrique. Une route qui n'implique pas de long allongement des vols est celle qui relie Londres à Singapour :

- Londres–Singapour (10 851 kilomètres) : en vol British Airways direct ;
- Londres–Dubaï–Singapour (11 304 kilomètres) : vol Emirates Airlines transitant par leur aéroport pivot.

Le B747-400 des Emirates Airlines émet 415 tonnes de CO₂ en parcourant les deux tronçons de la ligne, tandis que celui des British Airways en émet 387. Les Emirates Airlines ne doivent puiser dans leur quota que pour la première partie du trajet qui relève du système communautaire d'échange de quotas d'émission, tandis que British Airways devra imputer les 387 tonnes de CO₂ sur son quota, parce que tout son vol relève du système communautaire. A 40 euros par tonne de CO₂, le système communautaire obligera chaque passager des Emirates, d'une part, et de British Airways, d'autre part, à payer une redevance de respectivement 24 et 43 euros². L'appareil des Emirates consomme 8.9 tonnes de carburant en plus, ce qui annule presque entièrement la différence entre les deux compagnies si le carburacteur coûte 4 USD par gallon (le coût de cette « sur » consommation se chiffre à 32 USD, soit 23 euros, par passager). Le vol direct est dans ce cas le mode d'exploitation le plus économe en carburant.

Les lignes de grande longueur, notamment celles qui relient l'Union Européenne à l'Australie, pourraient privilégier encore davantage les compagnies de sixième liberté installées hors de l'Union Européenne. Aucune compagnie ne peut toutefois proposer des vols directs sur de telles lignes et l'équation dépend dans une large mesure de l'applicabilité (qui semble aujourd'hui acquise) du système communautaire d'échange de quotas d'émission au premier tronçon parcouru au départ de l'Union Européenne.

Il est permis de se demander si les compagnies communautaires ne pourraient pas surmonter ce handicap en utilisant des aéroports-pivots situés en dehors de l'Union Européenne. Il leur est à l'heure actuelle très difficile d'installer des aéroports-pivots en dehors de l'Union Européenne, parce que les accords de trafic aérien conclus avec des pays tiers ne leur confèrent pas les droits de trafic nécessaires. La plupart des grandes compagnies régulières sont membres d'alliances stratégiques et pourraient donc utiliser de tels aéroports en concluant des accords de partage des codes ou créant des entreprises communes.

Le propos peut s'illustrer par la relation Hambourg–Los Angeles que la Lufthansa dessert aujourd'hui en passant par son terminal de Francfort. Les vols s'effectuent donc en deux parties, mais peuvent bénéficier des économies d'échelle réalisables en combinant cette relation à d'autres relations passant par Francfort (telles que Berlin–Los Angeles ou Brême–Los Angeles). Un vol Hambourg-Los Angeles direct ne trouve pas de réservoir de passagers très fourni aux deux extrémités de la ligne et a peu de chances d'être rentable. Le vol direct ne pourrait améliorer que marginalement sa viabilité relative en échappant à une partie du coût de la mobilisation du quota induite par l'application du système communautaire d'échange de quotas d'émission du fait qu'il évite un décollage et un atterrissage.

La Lufthansa pourrait organiser avec United Airlines, son principal partenaire américain, un service commun sur, par exemple, Hambourg–Washington DC–Los Angeles dont elle exploiterait elle-même le premier tronçon (relevant du système communautaire d'échange de quotas d'émission) et laisserait le second (échappant à ce système) à United Airlines qui l'exploiterait sous le couvert de son propre code. Le vol Washington DC–Hambourg pourrait être effectué par un avion dont la consommation pourrait passer pour raisonnable, puisqu'il serait alimenté par du trafic Amérique-Hambourg, un trafic que United Airlines peut cependant déjà assurer en échappant au système communautaire d'échange de quotas d'émission et sans avoir besoin de la Lufthansa. Comme la Lufthansa ne pourra pas apporter grand-chose comme trafic au départ de Hambourg, United Airlines ne tirera pas grand profit d'une collaboration avec la compagnie communautaire.

Les compagnies communautaires ne tireraient, tout bien considéré, guère de profit d'un glissement vers des aéroports-pivots extracommunautaires exploités par des compagnies partenaires parce que l'incitant financier net est faible. Elles affaibliraient ainsi leur position stratégique et réduiraient le nombre de vols long-courriers rentables qu'elles peuvent assurer tout en ne réalisant que des économies d'alliance limitées. L'Union Européenne ne réaliserait par ailleurs que des avancées environnementales négligeables, au prix de retombées diplomatiques sérieuses, en voulant taxer les vols extracommunautaires prolongeant des vols effectués au départ ou à destination d'aéroports communautaires.

Étant donné, enfin, que le chemin de fer ne relève pas du système communautaire d'échange de quotas d'émission, il pourrait y avoir distorsion de la concurrence entre l'avion et le rail, dans sa composante plus particulièrement de la grande vitesse ferroviaire (en plus de celle que génèrent d'autres taxes ou aides). Cet impact n'a pas encore fait l'objet de beaucoup de recherche, mais une étude récente de l'incidence de la taxe nationale néerlandaise de 11.25 euros ajoutée au prix des billets d'avion achetés par des passagers européens conclut que l'effet de transfert vers la voiture ou le train est minime (Jorritsma, 2009). Cette taxe a maintenant été supprimée.

4. APPLICATION DU SYSTEME COMMUNAUTAIRE D'ECHANGE DE QUOTAS D'EMISSION A L'AVIATION

4.1 Coût des quotas

Le coût final d'acquisition des quotas nécessaires pour la première année de mise en œuvre du système ne sera pas connu avant la fin de 2012, date à laquelle les compagnies auront pour la dernière fois pu les acheter sur le marché. L'allocation initiale à titre gratuit ne pourra pas non plus être estimée avant que les TKP de 2010 ne soient connues.

Le Tableau 1 illustre l'impact que le coût des quotas alloués dans le cadre du système communautaire peut avoir sur les tarifs aériens et les profits. Les premières études réalisées partent de l'hypothèse que le système ne s'appliquera qu'aux seuls vols effectués au départ d'aéroports communautaires. Même si le coût des quotas est intégralement compensé, l'impact ne devrait vraisemblablement pas excéder 5 euros par passager sur les vols intracommunautaires, si le CO₂ est

payé au prix relativement élevé actuellement pratiqué sur le marché. Les passagers longue distance paieraient jusqu'à 40 euros dans de telles circonstances, mais aucune partie du coût n'est imputée aux chargeurs de marchandises (cf. ci-dessous).

Tableau 1. Synthèse des études antérieures de l'impact de l'application du système communautaire d'échange de quotas à l'aviation

	Court-courrier	Moyen-courrier	Long-courrier
Commission Européenne (2006)¹			
Impact, en €, sur le prix du billet AR			
Prix du quota : 6 €/par tonne	0.90	1.80	7.90
Prix du quota : 30 €/par tonne	4.60	9.00	39.60
CE Delft (2005)¹			
Impact, en €, sur le prix du billet AR ²			
Prix du quota : 10 €/par tonne	0.20	0.40	1.00
Prix du quota : 30 €/par tonne	0.70	1.30	2.90
Ernst & Young - York Aviation (2007)			
Impact, en €, sur le prix du billet AR	Bas prix		
Prix du quota : 30 €/par tonne	0.80		
Prix moyen, en €, du billet aller	47.44		
Augmentation moyenne du prix du billet	1.7 %		
Évolution de la demande (élasticité -1.5)	-2.6 %		
UK Defra (2008)			
Impact sur le profit des compagnies			
Élasticité – prix 1.1 – 1.3	8 – 18 %		9 - 20 %
Élasticité – prix 0.6 – 0.7			15 – 20 %
Frontier Economics for ALFAA (2006)			
Impact, en €, sur le prix du billet AR	Bas prix	Prix plein	
Prix du quota : 27 €/par tonne	2.72		5% du prix moyen
Prix du quota : 40 €/par tonne	4.00		8% du prix moyen
Évolution de la demande (élasticité -1.5)			
Prix du quota : 27 €/par tonne	-7.5 %	-2.0 %	
Prix du quota : 40 €/par tonne	-12.0 %	-3.0 %	
Merrill Lynch (2008)			
Impact, en €, sur le prix du billet AR	Bas prix	Prix plein	
Prix du quota : 30 €/par tonne	1.54	3.52	

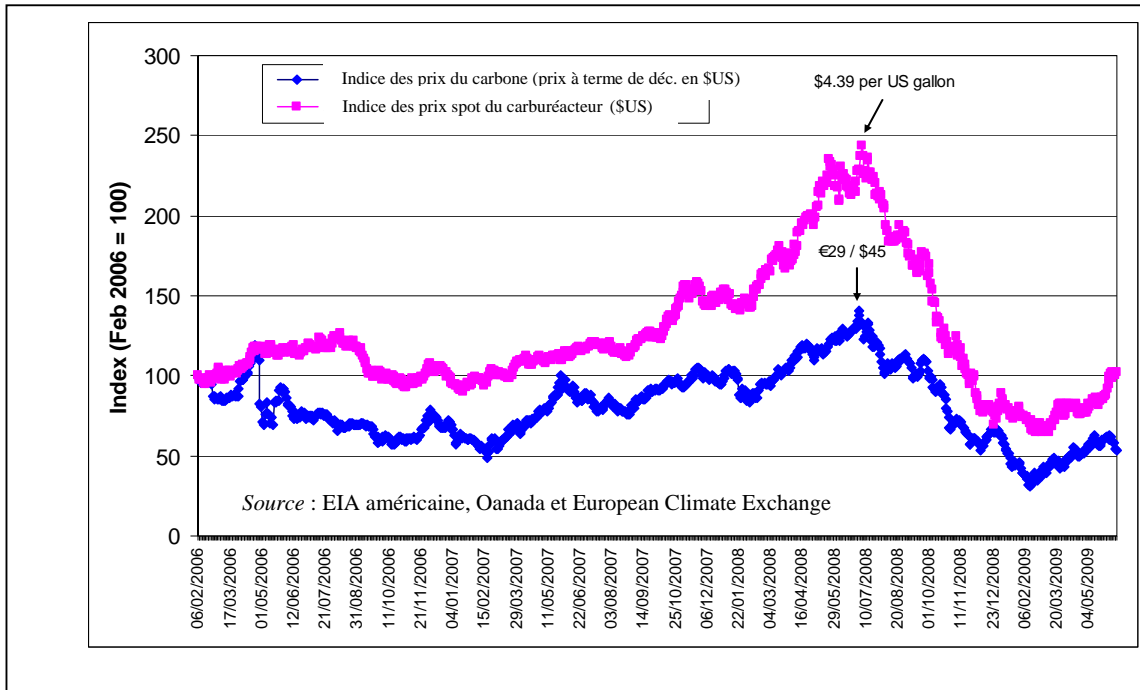
1. Application du système communautaire de quotas d'émission aux seuls vols partant d'aéroports communautaires.
2. En partant de l'hypothèse que la totalité (100 pour cent) du quota gratuit n'est pas valorisée et traduite en majoration des tarifs.

La Commission Européenne estime qu'avec un prix de quota de 30 euros, cette augmentation du prix des billets est modeste et que cette conclusion est confirmée par la très faible contraction de la demande prévisible (Commission Européenne, 2006).

Les prix des quotas retenus pour effectuer les calculs sont inférés des prix pratiqués antérieurement sur le marché. Certains spécialistes avancent toutefois que le transport aérien sera, eu égard à son taux de croissance et à la marginalité de son coût de réduction des émissions, un acheteur de quotas. Ce fait pourrait, en se combinant avec un renforcement du régime auquel les sources terrestres d'émissions sont soumises, faire grimper le prix de marché du CO₂ nettement au-delà des 30 à 40 euros évoqués ci-dessus. Le consultant Green Aviation table sur des prix de 30 à 50 euros à l'horizon 2012–2013³. Les compagnies aériennes peuvent acheter des droits d'émission de CO₂ bien avant la première année au cours de laquelle elles devront trouver des quotas pour leurs propres émissions (2012). Ces échanges ne se feront donc pas sans perdants et gagnants. Les prix auxquels les quotas européens d'émissions aériennes seront vendus aux enchères n'excéderont vraisemblablement pas les prix de marché ou de vente à terme des quotas européens d'émission, parce que ces quotas d'émissions aériennes ne sont utilisables que par d'autres compagnies aériennes.

La Figure 2 montre que la corrélation entre les prix du pétrole et du carbone est assez étroite. Les producteurs d'électricité pèsent lourdement sur le prix de marché du carbone et utilisent, quand le pétrole coûte cher, du charbon « sale » pour lequel ils auront besoin de plus de quotas qu'ils devront sans doute acheter sur le marché. Les compagnies aériennes pourraient par conséquent devoir compter avec une volatilité accrue des coûts cumulés du carburant et des émissions produites par ce carburant, dont elles auront tempéré en partie l'incidence au moyen d'opérations de couverture à terme. Il convient de souligner que les prix du CO₂ indiqués ci-dessus sont ceux qui se pratiquent pour les quotas européens d'émission, des quotas utilisés par des producteurs terrestres d'émissions participant au système que les compagnies aériennes peuvent acheter sur le marché et utiliser. Les compagnies aériennes obtiennent des quotas européens d'émissions aériennes qu'elles sont seules à pouvoir utiliser. Il y aura donc vraisemblablement un marché spot et un marché à terme pour les quotas européens d'émissions aériennes, mais les transactions et les liquidités y seront beaucoup moins importantes que sur les marchés des quotas européens d'émission et d'autres instruments.

Figure 2. Prix spot du carburéacteur et prix à terme du carbone (EUA)



La plupart des études évoquées ci-dessus concluent que pour les compagnies bon marché, l'impact sera plus faible par passager, mais plus sensible en termes de réduction relative du trafic. Ces études arrivent à cette conclusion en utilisant des élasticités similaires et en tenant compte du fait que le surcoût généré par les systèmes d'échange de droits d'émission représente une fraction plus importante du prix moyen des billets de ces compagnies (qui pourrait ne pas dépasser 40 à 50 euros).

Aucune de ces études ne répercute le coût de mobilisation du quota pour un vol sur les chargeurs de marchandises, alors même que ces marchandises représentent une partie appréciable de la charge utile des vols long-courriers. L'analyse de la Commission Européenne (fondée sur CE Delft, 2005) calcule ainsi que l'imputation des 9 422 euros à payer pour un vol long-courrier effectué par un B777-300 aux 235 passagers transportés (340 sièges occupés à 70 pour cent) donne 39.60 euros par passager avec un CO₂ à 30 euros (voir Tableau 1). Ces sommes devraient être doublées puisque le système communautaire s'applique à la fois aux décollages et atterrissages dans les aéroports de l'Union Européenne (ce qui n'affecterait que les vols entre aéroports communautaires et extracommunautaires). Le B777-300 peut toutefois transporter dans ses soutes jusqu'à 25 tonnes (en fonction de la densité du fret) représentant quelque 40 pour cent de sa charge utile. En imputant aux passagers 60 pour cent seulement, au lieu de 100 pour cent, des coûts générés par l'application des systèmes d'échange de droits d'émission, l'impact sur le prix du billet des passagers longue distance se chiffrerait à 47 euros plutôt qu'à un peu moins de 79 euros. Ce surcoût doit être apprécié à la lumière des majorations pour hausse du prix du carburant qui, en juin 2008, sont montées au niveau record de 218 GBP (275 euros) pour un vol British Airways à longue distance de plus de neuf heures⁴.

L'étude de Ernst & Young et York Aviation (2007), réalisée à la demande d'organisations représentatives de tous les milieux du transport aérien, conclut qu'une grande partie des coûts générés par les systèmes d'échange de droits d'émission devrait s'absorber sous la forme d'une réduction des

bénéfices concrétisée par un resserrement de la marge d'exploitation des compagnies ramenée de 4 à 2.4 pour cent (à un prix du CO₂ de 30 euros par tonne) en cas de répercussion de quelque 35 pour cent des coûts sur les passagers. Les compagnies bon marché verraient leur marge revenir de 15 à 11.1 pour cent en répercutant 30 pour cent des coûts sur les passagers.

4.2. Impact sur les tarifs des compagnies aériennes

Les coûts dont le système communautaire d'échange de quotas d'émission grève les compagnies peuvent se traduire par une diminution des bénéfices, être répercutés sur les clients sous la forme d'une hausse des tarifs ou déboucher sur une combinaison de ces deux effets. Les compagnies pourraient par contre augmenter leurs bénéfices en compensant la valeur des quotas gratuits (coûts d'opportunité) ou plus que la totalité des coûts encourus. Les études antérieures ne précisent pas toujours si elles incluent ces coûts d'opportunité et il est donc posé en hypothèse qu'elles ne le font pas, sauf indication expresse du contraire.

L'inclusion de la redevance due en application du système d'échange de droits d'émission sous la forme d'une majoration clairement identifiée comme celle du prix du billet pourrait être avantageuse en termes de marketing, parce qu'elle apporterait à certains passagers l'assurance que le pollueur paie (et permettrait à la compagnie d'abandonner son mécanisme de compensation volontaire). Les compagnies extracommunautaires reçoivent dans ce cas un signal plus clair de leurs concurrents et peuvent inclure une redevance similaire en réduisant proportionnellement le prix du billet auquel elle s'ajoute⁵.

L'étude d'évaluation de l'impact réalisée par la Commission Européenne considère que les compagnies pourraient compenser la totalité du coût des quotas. Elle fonde cette conclusion sur les hypothèses suivantes de CE Delft (2005) :

- Tous les surcoûts générés par les systèmes d'échange de droits d'émission sont répercutés sur les marchés où ces systèmes s'appliquent.
- Il n'y a pas de péréquation entre les services qui relèvent d'un système d'échange de permis d'émission et ceux qui n'en relèvent pas, parce qu'une telle péréquation conduirait à relever les tarifs sur les marchés qui ne relèvent pas d'un tel système pour compenser les réductions décidées sur ceux qui en relèvent. L'augmentation éventuelle des bénéfices doit rester sans rapport avec le système communautaire d'échange de quotas d'émission.
- En l'absence de données empiriques relatives à la prise en compte ou non-prise en compte des coûts d'opportunité, leur évaluation se fonde sur les deux termes de l'alternative.

IATA (2007) considère que 75 pour cent du coût des quotas seront compensés par une augmentation des tarifs ou la perception d'un supplément CO₂. Merrill Lynch pense que les opérateurs répercuteront la plus grande partie possible du coût des quotas d'émission sur les clients.

UK Defra (2007) estime que le taux de compensation des coûts sera proche des 100 pour cent, mais variera sans doute quelque peu, la plupart du temps de 90 à 120 pour cent, d'un sous-marché aérien à l'autre. Ces conclusions se fondent sur une analyse en grande mesure théorique réalisée par le bureau de consultants Vivid Economics qui fait entrer en ligne de compte la nature de la demande, la concurrence et le degré de propension des compagnies à maximiser leur profit, leur part de marché ou leurs ventes.

Certaines études font une différence entre les vols au départ/à destination d'aéroports encombrés pour lesquels les coûts ne sont pas compensés et les vols au départ/à destination des autres aéroports où tous les coûts seront ajoutés au prix des billets (Oxera, 2003). Frontier Economics (2006) avance que l'impact ne sera pas le même sur les compagnies bon marché et les compagnies régulières en ce sens que les compagnies bon marché ne vont pas compenser tous les surcoûts liés aux systèmes d'échange de permis d'émission par une hausse des tarifs, parce que l'impact de ces systèmes sur les tarifs aériens pratiqués sur les différents marchés dépend dans la pratique de l'élasticité de la demande (et de l'offre) sur le marché en cause. Frontier Economics a calculé que si l'élasticité de la demande était de -0.8 pour les vols court et moyen-courriers des compagnies régulières et de -1.5 pour les compagnies bon marché, la compensation intégrale des 4 euros par passager que coûtent les quotas d'émission ferait reculer la demande de 2 à 3 pour cent pour les compagnies régulières et de 7.5 à 12 pour cent pour les compagnies bon marché. Les compagnies régulières pourraient compenser la totalité des 4 euros par passager sans dommage pour leurs recettes, mais les compagnies bon marché pourraient y perdre 2.5 à 4 pour cent de leurs recettes. Frontier Economics ne prête pas attention dans son analyse aux passagers plus sensibles à l'élasticité des prix transportés par des compagnies telles que British Airways (une grande partie de ses passagers ordinaires de loisirs qui représentaient 58 pour cent de son trafic total en 2007⁶), ni aux passagers moins sensibles aux prix des compagnies bon marché (par exemple les propriétaires étrangers de biens immobiliers).

D'autres études, plus réalistes, partent du principe que les coûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission seront compensés sur certains marchés ou segments de marché. Cette péréquation est le fait de compagnies qui utilisent les gains réalisés sur un marché ou segment de marché où elles occupent une position de force pour soutenir les prix peu élevés qu'elles pratiquent sur d'autres marchés ou segments de marché où la concurrence est plus forte. Les marchés se définissent généralement par paires de villes ou d'aéroports, mais pourraient aussi se composer des différentes catégories de passagers (segments de marché) qui voyagent entre les deux villes d'une même paire et se trouvent souvent rassemblés en passagers de la classe affaires, d'une part, et de la classe économique, d'autre part. Le fret est un autre segment du marché souvent passé sous silence.

Il est souvent dit que les passagers de la classe affaires ne sont pas sensibles à l'élasticité des prix et que les passagers de la classe économique le sont, mais il y a dans chaque catégorie des sous-catégories qui se comportent différemment. Il serait donc permis de s'attendre à ce qu'un relèvement des tarifs de la classe affaires accompagné d'une baisse des tarifs de la classe économique fasse augmenter les recettes, toutes autres choses étant égales par ailleurs. D'aucuns considèrent que cette possibilité a été pleinement exploitée et que les passagers de la classe affaires deviennent plus sensibles à l'élasticité des prix. Les compagnies aériennes tiennent aussi beaucoup à augmenter la proportion des passagers de la classe affaires sur les lignes exposées au jeu de la concurrence, parce qu'ils sont plus « rémunérateurs » (abstraction faite des passagers de première classe). Les compagnies européennes vont dans cette optique vraisemblablement accorder des réductions aux passagers de la classe affaires en transit (qui passent, à l'occasion d'une correspondance, sur un de leurs avions à leur aéroport-pivot), mais pas à ceux qui débarquent d'un vol direct ou embarquent pour un vol direct dans leur aéroport-pivot.

Dans le contexte du système communautaire d'échange de quotas d'émission, l'achat obligatoire de permis d'émission engendrera des surcoûts pour toutes les compagnies (communautaires et extracommunautaires) qui desservent les lignes en cause. Ces surcoûts vont dans un premier temps se traduire par un recul des profits. Toutes les compagnies pourraient répercuter ces surcoûts sur les passagers en relevant leurs tarifs comme elles l'on fait avec les coûts du carburant, mais pourraient préférer, sur des marchés très concurrentiels, les absorber sous la forme d'une contraction des profits ou réduire en compensation d'autres coûts (notamment les coûts de main-d'œuvre). Elles ont, soit dit en passant, beaucoup mieux réussi à réduire les coûts autres que de carburant quand les prix de ce

carburant étaient très élevés. La contraction des profits débouche par ailleurs sur l'alourdissement des charges d'emprunt, l'effritement des possibilités d'investissement en achats d'appareils moins gourmands en carburant et l'émergence de produits plus compétitifs. Les compagnies communautaires seraient ainsi moins bien armées pour faire face à la concurrence future des compagnies extracommunautaires qui, non seulement digéreront beaucoup plus facilement leur perte de rentabilité parce que les marchés considérés ne leur procurent qu'une petite partie de leurs recettes totales, mais peuvent en outre répartir beaucoup plus facilement les coûts sur le reste de leur réseau.

Certaines études antérieures parlent de « maximisation du profit » et de « situation d'équilibre », mais il y a vraisemblablement là volonté de simplification excessive, parce que les compagnies aériennes réagissent dans la réalité à de nombreuses modifications de l'offre et de la demande à mesure que la date du départ de leur vol approche. Les compagnies cherchent à court terme à maximiser leurs recettes en maintenant leurs coûts à un niveau plus ou moins inchangé, ce qui revient à dire qu'il y a maximisation dynamique du profit à l'échelle du réseau. Les recettes tirées des différents marchés sont étalées sur plusieurs secteurs de telle sorte que la maximisation du profit ne peut se concevoir qu'à l'échelle du réseau. Les possibilités de subventionnement croisé, qui n'ont rien à voir avec les systèmes d'échange de permis d'émission, sont nombreuses (couverture du déficit des lignes court-courriers de rabatement par les bénéfices réalisés sur les lignes long-courriers).

Le segment du marché sans doute le plus directement visé est celui des passagers de la classe affaires, parce que les recettes marginales générées par la conquête de ces passagers excèdent de loin ses coûts marginaux. Le prix n'est toutefois qu'un des principaux déterminants du choix de ce type de déplacement généralement payé par une entreprise plutôt que par le passager même (Brons *et al.*, 2002). Au nombre des autres déterminants se rangent :

- les programmes de fidélisation de la clientèle ;
- les incitants visant les agents de société et les gestionnaires de la mobilité ;
- les caractéristiques du produit (horaires, niveau de service, fréquence, etc.).

Ces caractéristiques sont difficiles à ajuster à court terme et certaines compagnies peuvent jouir sur ce plan d'un net avantage déjà traduit en termes de part de marché et de rentabilité. Les deux premiers facteurs sont également très importants et procurent au transporteur du cru un avantage intrinsèque qu'un léger ajustement des prix ne semble guère pouvoir entamer (position de British Airways sur les marchés ayant le Royaume-Uni pour origine ou destination). Ceci s'applique aux ventes réalisées sur le marché intérieur et explique pourquoi les ventes de billets « affaires » dépendent beaucoup moins des deux premiers facteurs et sont plus faciles à réaliser sur les marchés adjacents (par exemple, vente en Allemagne de billets British Airways pour des vols en correspondance avec des vols long-courriers à destination ou au départ de Londres). Il s'ensuit que l'élasticité-prix croisée est relativement faible sur les marchés nationaux des vols directs et beaucoup plus forte sur les marchés à escales multiples (vols de rabatement vers un aéroport-pivot).

Il convient cependant de faire entrer les compagnies extracommunautaires également en ligne de compte. Ces compagnies vont essayer de se tailler une place au soleil sur le marché des vols directs à destination/en provenance des aéroports-pivots communautaires, mais ne pourront, pour les raisons évoquées ci-dessus, pas attirer beaucoup de ventes intérieures à elles. La compagnie nationale pourrait aussi défendre ses passagers directs de la classe affaires en imputant à d'autres segments de marché une plus large fraction des coûts afférents à l'application du système d'échange de permis d'émission à ces vols. Les compagnies extracommunautaires ont par ailleurs la faculté de soutenir financièrement tous leurs vols à escales effectués entre leur propre aéroport-pivot et les aéroports-pivots de l'Union

Européenne ainsi que tous les vols directs vendus dans leur pays d'établissement, mais ce marché est sans doute très restreint (exemple : Dubaï et Singapour).

4.3. Élasticité-prix de la demande

Certaines études ont déjà cherché à évaluer l'impact des hausses de prix ou des coûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission sur la demande, mais certains chercheurs ont voulu aller plus loin et tenté d'évaluer l'impact sur l'offre et la rentabilité. L'élasticité-prix est déterminée dans les études antérieures par des techniques économétriques portant sur des périodes de temps assez longues faites de phases successives de croissance et de récession. Les estimations font la différence entre les voyages à finalités professionnelles, d'une part, et récréatives, d'autre part, parce qu'il semble normal de penser qu'ils réagissent différemment aux fluctuations de prix. Elles répartissent également souvent les passagers par catégorie (affaires, économique et première), une répartition qui donne une idée des motifs des déplacements qui ne sont pas recensés de façon régulière.

UK Defra (2007) relève les élasticités calculées dans les études antérieures, tandis que Brons *et al.* (2002) tirent d'une analyse de 37 études quelques conclusions importantes quant à l'impact de variables telles que le type de déplacement, la distance et le niveau de revenu sur l'estimation de l'élasticité. Ils ont ainsi constaté que la non-prise en compte des revenus amène à surestimer la sensibilité aux prix et cette conclusion semble confortée par le fait que les compagnies aériennes compensent la hausse du prix des carburants avec plus de rigueur en période de croissance économique soutenue.

Les données rassemblées par Brons *et al.* montrent que les vols long-courriers sont, comme on pouvait s'y attendre, moins sensibles aux prix parce que leurs substituts possibles sont peu nombreux. Defra (2007) avance par contre que rien ne prouve que les vols court et long-courriers ont une élasticité-prix différente.

D'aucuns, dont Defra, estiment que le traitement réservé aux passagers des compagnies bon marché doit différer de celui qui est réservé à ceux qui voyagent à des fins récréatives, mais Frontier Economics (2006) ne partage pas cet avis. Certaines compagnies bon marché transportent jusqu'à 20 pour cent de passagers voyageant à des fins professionnelles alors que les compagnies charters européennes n'en ont presque pas. Les vols bon marché diffèrent des vols court-courriers des compagnies régulières eux aussi empruntés par des passagers voyageant à des fins professionnelles, d'une part, et récréatives, d'autre part, par le fait que la compagnie bon marché na jamais qu'un seul tarif et ne peut donc pas moduler ses prix sur la base de l'inégalité des élasticités-prix mise en lumière par des études antérieures.

L'impact de la majoration des prix induite par les systèmes d'échange de permis d'émission sur la demande varie en fonction de l'élasticité-prix prise en compte dans les calculs. Cet impact a jusqu'ici toujours été estimé faible et insuffisant pour empêcher toute poursuite de l'augmentation des émissions du transport aérien. Il est pour cette raison absolument nécessaire qu'un système d'échange ouvert permette au transport aérien de financer la réduction des émissions produites par des activités plus polluantes ou l'encourage à se convertir à des technologies alternatives. Anger *et al.* (2008) estiment que la compensation intégrale des quotas de l'aviation contribuerait à réduire ses émissions de 7.5 pour cent par rapport à ce qu'elles seraient sans système d'échange de permis d'émissions.

5. RESUME ET CONCLUSIONS

L'OACI n'ayant pas pu faire adopter un système mondial d'échange de permis d'émission applicable au transport aérien, l'Union Européenne s'est donné un système qui lui est propre. Ce système ne peut pas imposer la perception de taxes sur les émissions ou le carburant, parce que cela obligerait à renégocier des centaines d'accords aériens internationaux. Le premier système international d'échange de permis d'émission qui entrera donc en application en 2012 couvrira tous les vols effectués au départ ou à destination d'aéroports de l'Union Européenne. La majorité des dispositions d'application du système ont été publiées, mais n'ont pas encore été toutes transposées dans les droits nationaux des États membres. Il reste à décider si la proportion des quotas à mettre aux enchères va augmenter à partir de 2013 et, dans l'affirmative, à quel rythme cette augmentation doit s'opérer.

Il est aujourd'hui possible d'estimer valablement ce que la première année de mise en œuvre impliquera pour les compagnies bien que le volume total des émissions produites par les compagnies aériennes de 2004 à 2006 qui doit servir de référence n'ait pas encore été publié et que le volume de trafic nécessaire pour le parangonnage (2010) ne puisse qu'être pronostiqué.

La plupart des études de l'impact du système communautaire d'échange de quotas d'émission sur les compagnies annoncent une augmentation du coût par passager qui reste modeste, même si toute la valeur de leur quota est intégralement compensée. Ce surcoût est de loin inférieur à ce que coûte la hausse du prix des carburants et pourrait n'avoir qu'un impact limité sur la croissance du trafic aérien. Le taux de compensation de ces coûts et l'identité du segment de marché qui en supporte la charge dépendent de la position occupée par les compagnies dans le cycle de l'activité économique et de leur stratégie tarifaire. Comme beaucoup de compagnies mènent une politique tarifaire de réseau, le rapport entre les coûts et les recettes générées par le réseau a lui aussi son importance. Aucune étude antérieure, ou presque, n'envisage de répercussion des coûts liés aux systèmes d'échange de permis d'émission sur les chargeurs de fret, alors même que le fret peut représenter jusqu'à près de 40 pour cent de la charge utile des vols long-courriers.

Le coût de l'acquisition de quotas aériens ou ordinaires aux enchères ou sur le marché est généralement estimé en tenant compte du sens dans lequel les sources terrestres existantes d'émissions ont fait évoluer le marché. Le renforcement du régime applicable aux sources terrestres d'émissions et l'apparition des compagnies aériennes dans les rangs des acheteurs nets pourraient faire augmenter considérablement ce coût.

Le mode de compensation des coûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission pourrait s'inspirer de la solution adoptée pour la hausse du prix des carburants que les compagnies régulières ont compensée par perception d'un supplément distinct (plusieurs compagnies bon marché l'ont par contre simplement intégrée dans leurs tarifs). La formule peut plaire à certains passagers en ce qu'elle leur apporte l'assurance que le pollueur paye (et aux compagnies parce qu'elle leur permet de jeter leur mécanisme de compensation volontaire aux oubliettes). Plusieurs études antérieures ont également analysé l'impact que des hausses éventuelles de prix pourraient avoir sur la demande.

Comme il fallait s'y attendre, les calculs s'appuient sur un large éventail d'élasticités et les vues divergent quant à l'inégalité de l'impact sur le trafic de loisirs et le trafic d'affaires, les vols long et court-courriers et, enfin, les compagnies bon marché et les autres. Aucune étude ne traite du contexte économique dans lequel les compagnies aériennes se meuvent, ni de l'effet amplificateur que les surcoûts générés par les systèmes d'échange de permis d'émission exercent sur la volonté de réduction des coûts autres que le coût des carburants.

Un système d'allocation des quotas gratuits par voie de parangonnage ne peut que donner naissance à certaines distorsions et le système communautaire tend ainsi à privilégier les compagnies long-courriers et les compagnies bon marché. La couverture régionale du système communautaire pénalise les compagnies qui opèrent à partir d'aéroports-pivots communautaires et privilégie celles dont l'aéroport-pivot se situe en dehors de l'Union Européenne, mais cet impact n'est pas très important. Le coût du surcroît de carburant nécessaire pour effectuer des vols avec escale dans des aéroports-pivots extracommunautaires peut plus que contrebalancer le non-paiement du coût de mise en œuvre d'un système d'échange de permis d'émission et les compagnies communautaires peuvent commercialiser leur service concurrent en arguant de leur meilleur bilan écologique.

NOTES

1. L'économie serait beaucoup plus importante si les avions long-courriers étaient conçus pour un rayon d'action maximum de 7 500 kilomètres, parce que l'utilisation de structures plus légères en réduirait la masse.
2. Le calcul se fonde sur l'hypothèse que les deux B747-400 sont identiques et transportent 360 passagers.
3. Site www.greenaviation.org consulté le 24 juin 2009.
4. Communiqué de presse de British Airways du 29 mai 2008.
5. ...comme cela avait été le cas avec les suppléments pour cause de hausse du coût du carburant.
6. British Investor Day 2008, www.bashares.com.

BIBLIOGRAPHIE

- ACARE, 2002. Agenda stratégique de recherche, Volume 2: *The challenge of the environment*. octobre, www.acare4europe.org.
- Anger, A., Allen, P., Rubin, J., Köhler, J., 2008. *Air Transport in the European Union Emissions Trading Scheme*. Étude pour le projet Omega, décembre.
- Brons, M., Pels, E., Nijkamp, P., Rietveld, P. 2002. *Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis*. Journal of Air Transport Management 2.
- CE Delft, 2002. *Economic incentives to mitigate greenhouse gas emissions from air transport in Europe*. Étude réalisée pour la Commission Européenne, DG TREN, juillet.
- CE Delft, 2005. *Giving wings to emission trading*. Étude réalisée pour la Commission Européenne, DG TREN, juillet, 51-122.
- Commission Européenne, 1999. *Air transport and the environment: towards meeting the challenges of sustainable development*. COM(1999) 640 final, 1er décembre.
- Commission Européenne, 2005. Document de travail SEC(2005) 1184, 27 septembre.
- Commission Européenne, 2006. Document de travail SEC(2006) 1684, 20 décembre.
- Ernst & Young, York Aviation, 2007. *Analysis of the EC proposal to include aviation activities in the Emissions Trading Scheme*. 1er juin
- Faber, J., Vreede, G. et Lee, D., 2007. *The impacts of the use of different benchmarking methodologies on the initial allocation of Emissions Trading Scheme permits to airlines*. Final Report to DfT and the Environment Agency, Royaume-Uni, juillet.
- Frontier Economics, 2006. *Economic consideration of extending the EU ETS to include aviation*. Report for ELFAA, mars, 67-74.
- GAO, 2009. *Aviation and Climate Change*. Report to Congressional Committees. Service d'audit, d'évaluation et d'enquête du Congrès américain, GAO-09-554, juin.
- Green, J.E., 2002. *The Aeronautical Journal* 106, février.
- Ihamäki, K., 2009. *EU ETS: how ready are the airlines?* Presentation to GreenAviation Airline ETS Masterclass, Londres, 1er juin.

- International Air Transport Association (IATA), 2007. *Financial impact of extending the EU ETS to airlines*. 9 janvier, www.iata.org/economics.
- IATA (2009). *Fact sheet: Global sectoral approach to addressing aviation CO₂ emissions*. www.iata.org/pressroom/facts_figures/fact_sheets/emissions-approach.htm, site consulté le 23 juin 2009.
- Jorritsma, P. (2009). *Substitution opportunities of High Speed Train for air transport*. Airlines, www.aerlines.nl/ 28 juillet.
- Mayeres, I., Ochelen, S., Proost, S., 1996. *The marginal external costs of urban transport*. Transportation Research Part 1D, 111-130.
- Merrill Lynch, 2008. *Aviation in EU ETS; an incentive for efficiency*. 8 September.
- Morrell, P., 2007. *An evaluation of possible EU air transport emissions trading scheme allocation methods*. Energy Policy 35, 5562-5570.
- Morrell, P. Dray, L., 2009. *Environmental aspects of fleet turnover, retirement and life cycle*. Part of UK Omega Project, Final Report, mars.
- Oxera (2003). *Assessment of the financial impact on airlines of integration into the EU greenhouse gas emissions trading scheme*.
- OACI (2009). Le GIACC élabore un plan d'action pour s'attaquer aux émissions de l'aviation internationale, Communiqué de presse de l'OACI PIO 07/09, 3 juin.
- Parlement Européen et Conseil, 2009. Directive 2008/101/CE du Parlement Européen et du Conseil du 19 novembre 2008 modifiant la Directive 2003/87/CE afin d'intégrer les activités aériennes dans le système communautaire d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre.
- Peeters, P.M., Middel, J. et Hoolhorst, A., 2005. *Fuel efficiency of commercial aircraft: an overview of historical and future trends*. NLR-CR-2005-669, National Aerospace Research Laboratory NLR, novembre.
- Perl, A., Patterson, J., Perez, M., 1997. *Pricing aircraft emissions at Lyon-Satolas Airport*. Transportation Research 2D, 89-105.
- Sentance, A., Pulles, H., 2005. *The initial allocation of permits at the beginning of each year (benchmarked allocation)*. Discussion paper for Working Group 5 of the Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP), ICAO CAEP 5 – WG5 WP5-5/3.
- Stern, N. (2006). *The economics of climate change: the Stern Review*. HM Treasury, Londres.
- UK Defra, 2007. *A study to estimate ticket price changes for aviation in the EU ETS*. A report for the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) and the Department for Transport, novembre. Londres.
- UK Defra, 2008. *A study to estimate the impacts of emissions trading on profits in aviation*. A report for the UK Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) and the Department for Transport, janvier, Londres.

Woodmansey, B.G., Patterson, J.G., 1994. *New Methodology for Modelling Annual-Aircraft Emissions at Airports*. *Journal of Transportation Engineering*, 120, 339-357.