

ABC IMPACTS - Résultats

Aviation et politique climatique belge : analyse des options d'intégration et de leurs conséquences

DUREE DU PROJET
15/12/2005 - 31/07/2010

BUDGET
1.080.089 €

MOTS CLES

Impacts climatiques ; Traînée de condensation ; Nébulosité induite par l'aviation ; Politique climatique ; Réduction d'émissions ; Modèle climatique régional ; Effets climatiques non-CO2.

CONTEXTE

Depuis la publication du Rapport Spécial sur l'Aviation et l'Atmosphère Globale du Groupe International d'Experts du Changement Climatique (GIECC) (SRAGA, 1999), la communauté scientifique internationale s'est rendu compte de l'importance des impacts des émissions de l'aviation sur le réchauffement global. Ce rapport confirme qu'à côté du CO₂, les traînée de condensation, la formation induite de cirrus ainsi que les émissions de NO_x contribuent significativement au changement climatique (IPCC, 1999; Sausen et al., 2005; IPCC, 2007; Lee et al., 2009). Les émissions du transport aérien international ne sont pourtant pas couvertes par les engagements du Protocole de Kyoto mais une partie des négociations internationales actuelles au niveau de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC) est dédiée à la prise en compte des émissions du transport international aérien et maritime (UNFCCC, 2009).

En novembre 2008, l'Union Européenne a publié officiellement sa directive incluant l'aviation dans le Système Européen d'Echange de Quotas d'Emissions (SEEQE) (EU, 2008). L'OACI a déjà exprimé son soutien aux accords volontaires et à l'intégration du secteur de l'aviation dans les marchés existants d'émissions, mais l'OACI semble toutefois réticente à accepter l'application de la directive européenne aux compagnies aériennes non-européennes en l'absence d'accords bilatéraux (ICAO, 2007). IATA (International Air Transport Association) a par ailleurs intenté une action en justice au niveau de la Cour Européenne de Justice contre cette directive.

Les négociations en cours pour la révision du SEEQE au niveau européen et celles relatives au schéma et engagements post-2012 au niveau de la CCNUCC illustrent à quel point les impacts climatiques du secteur de l'aviation sont devenus une problématique prioritaire mais également à quel point les options politiques pour inclure l'aviation dans la politique climatique sont compliquées et interdépendantes.

En ce qui concerne les progrès scientifiques liés aux impacts climatiques des émissions autres que CO₂ de l'aviation, des avancées scientifiques majeures, provenant en particulier de projets européens tels que TRADEOFF et QUANTIFY ont été incluses dans le quatrième rapport d'évaluation du GIECC (IPCC, 2007). Les estimations de ces deux projets renvoient à la baisse les impacts liés aux NO_x et traînée de condensation. Ceux associés à la formation de cirrus semblent nettement plus importants que ce que l'on estimait auparavant mais l'incertitude est encore large. Globalement, l'impact climatique total de l'aviation est dominé par les impacts non-CO₂ impacts, particulièrement à court terme ou dans certaines régions spécifiques telles que la Belgique (cf. densité du trafic aérien).

Plusieurs options peuvent donc être envisagées pour inclure l'aviation dans la politique climatique. L'analyse de ces options est d'un intérêt particulier pour la Belgique étant donné l'effet multiplicateur relativement élevé sur la valeur ajoutée des aéroports sur les activités économiques locales (Kupfer and Lagneaux, 2009) et l'intensité du trafic aérien au-dessus du territoire belge et ses impacts climatiques régionaux associés.

OBJECTIFS

Dans ce contexte, le projet *ABC impacts* analyse les diverses options de politique climatique (de même que leurs conséquences) et propose une large étude des aspects techniques, économiques et des caractéristiques physico-chimiques du secteur de l'aviation ayant un lien avec le changement climatique.

La version anglaise de cette fiche propose des liens hypertexte vers les définitions de concepts-clés



ABC IMPACTS - Résultats

Aviation et politique climatique belge : analyse des options d'intégration et de leurs conséquences

Le projet de recherche contient deux objectifs principaux: 1- informer les décideurs politiques au sujet des implications environnementales, politiques et socioéconomiques pour la Belgique de l'intégration du secteur du transport aérien international dans la politique climatique; 2- aider à la préparation et à l'évaluation de la politique climatique belge dans le contexte des négociations concernant l'extension du Système Européen d'Echanges de Quotas d'Emissions (SEEQE) et la phase post-2012 au niveau de la CCNUCC.

Le projet ABC Impacts a été scindé en deux phases. Le rapport détaillant le travail effectué au cours de la première phase est disponible sur le site internet de Belspo:

http://www.belspo.fgov.be/belspo/ssdh/science/Reports/ABC_IMPACT_FinalReport.def.pdf.

L'entièreté du projet couvre l'évolution de la politique climatique et l'analyse des options politiques pour réduire les impacts climatiques totaux de l'aviation, la création d'une base de données d'émissions pour la Belgique et un nouvel outil de calcul d'émissions (Aviactor), une meilleure compréhension des impacts non-CO2 de l'aviation et des unités de mesure associées grâce à l'intégration d'un nouveau module dans le modèle climatique général JCM5 et l'utilisation d'une modélisation régionale, une analyse multicritère synthétisant plusieurs caractéristiques d'une sélection d'options politiques, de même que quelques considérations sur l'impact climatique total dû au transport maritime international.

PRINCIPALES CONCLUSIONS/RECOMMANDATIONS

Potentiels technique et opérationnel de réduction d'émissions

Grâce à d'importantes adaptations innovantes, le secteur aérien a réussi à réaliser des réductions significatives d'émissions (CO₂, H₂O, Suie, CO, SO_x, NO_x, etc.) et de consommation d'énergie pour les avions. A l'avenir, plusieurs évolutions (mise en oeuvre de carburants d'origine agricole ou synthétique, améliorations de la forme des avions et de leurs moteurs, etc.) ainsi que certains changements radicaux potentiels à long terme (tels que l'utilisation d'hydrogène comme carburant d'avion) sont attendus. En outre, certains changements opérationnels spécifiques (amélioration du système de gestion des vols, réduction de la séparation vertical minimale, l'approche en descente continue, etc.) pourraient réduire l'impact climatique de l'aviation de plus de 10% par rapport à un scénario BAU sans nécessité de nouvelles technologies à bord.

Toutefois, ces évolutions semblent insuffisantes à elles seules pour réduire les impacts climatiques du secteur aérien dans la perspective d'être en phase avec des scénarios visant à éviter un réchauffement global supérieur à 2°C au-dessus des niveaux de température préindustriels.

Ces améliorations (réduction de la consommation énergétique de 0,5%-2% par an) sont en fait plus faibles que la croissance annuelle moyenne à long terme du secteur (6,4% par an entre 1991 et 2005 or la croissance de la demande devrait retrouver des taux de croissance similaires après le choc de la crise économique). C'est pourquoi des mesures complémentaires au niveau de la politique climatique sont nécessaires pour réduire les émissions futures de l'aviation et leurs impacts sur le climat.

Modélisation des impacts climatiques de l'aviation

Les impacts climatiques de l'aviation sont potentiellement beaucoup plus significatifs à l'échelle locale/régionale que globale étant donné les effets à court terme des agents non-CO₂ effets et la concentration du trafic aérien au-dessus de certaines régions spécifiques du globe. Pour illustrer le propos, le forçage radiatif de l'aviation est estimé à 78 mW/m² en moyenne mondiale (pour 2005), à 400 mW/m² au-dessus de l'Europe (sur base de 2002), et à 1 W/m² au-dessus de la Belgique. L'impact climatique le plus important de l'aviation outre celui du CO₂ sur le long terme, est très probablement celui provenant de la formation induite de cirrus.

Des simulations tests ont tout d'abord été réalisées en supposant une distribution spatiale homogène des vols. Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux obtenus dans d'autres études. La couverture potentielle en nébulosité induite (trainées de condensation et cirrus) est plus importante en hiver qu'en été, à cause des températures plus froides et la plus grande fréquence d'apparition des zones d'air sursaturées. Jusqu'à présent, un premier exercice de modélisation a été fait sur base de la distribution réelle des vols au-dessus de l'Europe provenant de la base de données AERO2k (Eyers et al., 2004). La comparaison des premiers résultats avec des données satellites est prometteuse. D'autres données satellites sont utilisées pour valider les variables de températures et d'humidité du modèle avant l'introduction de la nébulosité induite. Les résultats préliminaires montrent une très bonne correspondance entre le modèle et la réalité.

Impacts climatiques non-CO₂ de l'aviation

Notre recherche confirme que les impacts climatiques autres que ceux liés au CO₂, et spécifiquement ceux de la nébulosité induite par les avions, sont non négligeables et potentiellement substantiels. C'est pourquoi, les objectifs de réduction du réchauffement global devraient en tenir compte ainsi que la législation y afférant, ce qui n'est à l'heure actuelle pas le cas. Les impacts climatiques de l'aviation ainsi que des scénarios de référence pour le futur ont été inclus dans un modèle climatique global. Ce modèle a été mis à disposition de tous sur Internet (www.climate.be/jcm) pour permettre aux utilisateurs d'expérimenter leurs hypothèses dans les divers scénarios, les incertitudes sur certains paramètres climatiques et certains choix réalisés tels que l'horizon temporel. Notre propre analyse avec cet outil montre que pour atteindre un objectif relativement ambitieux de réduction du réchauffement global (tel que limiter l'augmentation de la température à 2°C par rapport aux niveaux préindustriels), il est très vraisemblable que les émissions nettes et l'impact climatique de l'aviation devront être bien plus bas que dans les scénarios BAU.



ABC IMPACTS - Résultats

Aviation et politique climatique belge : analyse des options d'intégration et de leurs conséquences

En cas d'absence d'effort de la part du secteur aérien, les autres secteurs auraient à compenser et atteindre des niveaux d'émissions encore plus bas que ceux déjà requis par un tel objectif global.

Les effets non-CO2 doivent également être pris en considération pour refléter l'impact climatique réel du transport aérien lorsqu'on les compare ou les ajoute aux impacts des autres secteurs, comme dans le cas du SEEQE. Autrement, les unités de réduction d'émissions de l'aviation ne représenteraient pas l'impact climatique réel et plus élevé que les unités de réduction des autres secteurs. Cet aspect devrait également être pris en compte lors de campagne d'information du grand public sur l'aviation et le changement climatique. C'est pourquoi, il est essentiel d'inclure ces effets non-CO2 notamment dans les calculateurs utilisés par les programmes de compensation d'émissions.

Mesures d'impact climatique et inclusion de l'aviation dans des systèmes de marché d'émissions plafonné

Les difficultés associées à l'attribution d'un poids aux impacts non-CO2 de l'aviation, à savoir définir une mesure pour ces effets, peuvent avoir donné l'impression que les incertitudes sont si importantes qu'aucun chiffre fiable ne peut être présenté aux décideurs politiques. Néanmoins, nous concluons que l'état actuel des connaissances est suffisant pour fournir des estimations des impacts climatiques de l'aviation malgré la persistance de certaines incertitudes. Il est à noter que les unités de mesure des impacts non-CO2 sont actuellement fondamentalement limitées, ce qui exigera probablement toujours un compromis: un choix entre le poids relatif attribué aux effets court terme et long terme (depuis quelques jours à plusieurs siècles) doit être fait. En accord avec la récente réunion d'experts du GIEC sur les unités de mesure (IPCC, 2009), nous recommandons pour le moment l'utilisation du Potentiel de Réchauffement Global (Greenhouse Warming Potentials ou GWP) pour exprimer les impacts climatiques de l'aviation en termes de quantité de CO2 ayant un effet comparable sur le climat, avec un horizon temporel de 100 ans pour correspondre au choix posé au niveau du Protocole de Kyoto.

Une fois que le Potentiel de Réchauffement Global est choisi comme unité de mesure d'impact climatique, il reste la problématique de l'incertitude qui est toujours significative (environ un facteur 2 ou 3 entre les deux extrémités de l'intervalle de confiance à 90%). Malgré tout, dans le cadre spécifique d'un marché d'émission, nous suggérons qu'il serait rationnel de simplement sélectionner la valeur la plus probable ("best-guess value"), vu que prendre la valeur maximale ne représenterait pas une approche plus prudente mais consisterait plus probablement à surestimer la "valeur climatique" du secteur aérien par rapport aux autres secteurs.

Sur base de la littérature actuelle, la solution la plus simple que nous pourrions conseiller serait d'utiliser un multiplicateur d'émissions de CO2 (sur base du Potentiel de Réchauffement Global) égal ou légèrement supérieur à 2 (cf. conclusions du workshop d'ABC Impacts sur l'aviation et les programmes de compensation). Des valeurs similaires ont été proposées depuis longtemps et, même si cela doit faire l'objet de révision en fonction des progrès de la recherche, il est maintenant plus soutenu par les chercheurs qu'auparavant.

Néanmoins, une valeur fixe pour tous les vols n'est pas entièrement satisfaisant étant donné que l'impact réel peut varier pour chaque vol et des mesures spécifiques (ex: gestion de vol pour réduire la formation des traînées de condensation persistantes) peuvent limiter les impacts non-CO2 légèrement au détriment de la consommation énergétique (et donc des émissions de CO2). Une note destinée aux décideurs politiques reprend la discussion autour des multiplicateurs variables et mesures similaires (Ferrone and Marbaix, 2009). Une approche complémentaire pourrait être d'avoir une législation spécifique pour certains impacts non-CO2 impacts (telle que celle que l'UE prépare pour les NOx). Toutefois, cela ne résout pas la problématique des compromis qui peuvent exister (ex: certaines techniques réduisent les impacts non-CO2 au détriment des émissions de CO2 ; dans certains cas, la régulation en dehors des marchés d'émissions de CO2 peut induire plus d'émissions de CO2).

La Belgique et les impacts climatiques de l'aviation

Le marché belge de l'aviation a une position particulière en Europe dû à sa situation géographique: au centre de la zone appelée FLAP qui est délimitée par quatre des cinq zones aéroportuaires les plus importantes en Europe (Frankfurt, London, Amsterdam et Paris). Cela implique également que le nombre de survols déjà considérable de l'espace aérien belge pourrait devenir encore plus important suite à la croissance du secteur et à l'adaptation potentielle des trajectoires (selon StatforEurocontrol, l'adoption de trajectoires plus directes pourrait accroître les survols du territoire belge de 10%).

L'impact du secteur belge de l'aviation sur le changement climatique global est relativement faible compare à celui des autres secteurs ou à celui des autres pays, tandis que les impacts climatiques régionaux dus aux traînées de condensation, à la formation de cirrus et à la modification de la concentration en ozone pourraient avoir une forte influence sur le pays à cause de la concentration des vols au-dessus du territoire belge. La réduction des impacts liés au transit aérien pourrait être un point d'intérêt pour les décideurs politiques belges, spécifiquement au moyen de mesures opérationnelles ciblant les effets non-CO2.



ABC IMPACTS - Résultats

Aviation et politique climatique belge : analyse des options d'intégration et de leurs conséquences

CONTRIBUTION DU PROJET A UNE POLITIQUE DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Les contributions scientifiques du projet ABC Impacts à la politique de développement durable ont pris de multiples formes.

Concernant les acteurs belges et plus spécifiquement les administrations belges, les chercheurs ont participé activement en tant qu'experts aux réunions du "Comité ad hoc sur les combustibles de soute (bunker fuels) – aviation et SEEQE" du Comité de Coordination nationale sur les Politiques Environnementales Internationales – groupe de travail Effet de Serre, où les points de vue belge et flamand sur l'inclusion de l'aviation dans le SEEQE ont été préparés. Le consortium de recherche a également organisé des workshops thématiques sur l'aviation et les programmes de compensation d'émissions, les impacts non-CO2 de l'aviation et les scénarios de développement de l'aviation versus le changement climatique. Des acteurs belges ainsi que des représentants d'organisations et de centres de recherche internationaux y ont pris part. Plusieurs actions de coopération ont suivi ces réunions de même que des notes spécifiques qui ont été présentées aux représentants belges et à l'OACI, et discutées plus en détail avec des membres du Parlement Européen et de la Commission.

Les chercheurs d'ABC Impacts ont fréquemment interagi avec le GIEC, en particulier au niveau de la révision du quatrième rapport d'évaluation et au niveau des réunions plénières des WGI, WGII, et GIEC en 2007, contribuant ainsi à l'amélioration du phrasage sur la nébulosité induite par les avions dans le résumé destiné aux décideurs politiques.

Les chercheurs d'ABC Impacts ont aussi participé à diverses tables-rondes et actions de vulgarisation scientifiques.

Le site internet du projet (www.climate.be/abci) met à disposition de chacun un glossaire, différents textes de synthèse sur des problématiques spécifiquement liées à l'aviation et au changement climatique, les publications liées au projet, des références et liens intéressants.

Pour terminer, afin d'évaluer l'efficacité d'options politiques sélectionnées pour atteindre un objectif de réduction de l'impact climatique total de l'aviation, il a été décidé de faire une analyse multicritère. Une combinaison des méthodologies des logiciels PROMETHEE&GAIA et du Analytic Hierarchy Process (AHP) a été effectuée. Les performances des groupes de mesures alternatives ont été évaluées en fonction de plusieurs critères appropriés. Le classement résultant des alternatives possibles n'a pas l'ambition de catégoriser la meilleure alternative mais bien de servir à la mise en oeuvre d'une plateforme appropriée de recommandations pour les futurs compromis entre les options politiques (policy mix).

COORDONNEES

Website of het project:

<http://dev.ulb.ac.be/ceese/>
ABC_Impacts/abc_home.php

Coordinateur

Walter Hecq

Université Libre de Bruxelles (ULB)
Centre d'Etudes Economiques et
Sociales de l'Environnement -
Université d'Europe (CEESE)
Avenue Jeanne 44 CP 124
B-1050 Brussels
Tel: +32 (0)2 650 33 77
Fax: +32 (0)2 650 46 91
whcq@ulb.ac.be
<http://www.ulb.ac.be/ceese>

Partenaires

Joeri Van Mierlo

Vrije Universiteit Brussel (VUB)
Department of Electrotechnical
Engineering and Energy Technology (Etec),
Transportation Technology
Research Group
Gebouw Z, Pleinlaan 2
B-1050 Brussels
Tel: +32 (0)2 629 28 39
Fax: +32 (0)2 629 36 20
jvmierlo@vub.ac.be
<http://etecmc10.vub.ac.be/etecphp/index.php>

Cathy Macharis

Vrije Universiteit Brussel (VUB)
Department of Mathematics,
Operational
Research, Statistics and Information for
Systems (MOSI),
Transport and Logistics Research Group
Pleinlaan 2
B-1050 Brussels
Tel: +32 (0)2 629 22 86
Fax: +32 (0)2 629 20 60
cjmachar@vub.ac.be
<http://www.vub.ac.be/MOSI>

Jean-Pascal

van Ypersele de Strihou
Université Catholique de Louvain (UCL)
Institut d'astronomie et de géophysique
Georges Lemaître (ASTR)
Chemin du cyclotron 2
B-1348 Louvain-la-Neuve
Tel: +32 (0)10 47 32 96
Fax: +32 (0)10 47 47 22
vanypersede@astr.ucl.ac.be
<http://www.astr.ucl.ac.be>

