

La lutte contre l'effet de serre du secteur des transports dans le rapport Eddington

Fabien Duprez (MEDAD-SESP et Inrets-LTE¹)

Pour réduire fortement les émissions de gaz carbonique du Royaume-Uni, le gouvernement britannique étudie des politiques dans les différents secteurs de l'économie, et notamment celui des transports. Ce secteur est celui dont les émissions vont augmenter le plus rapidement, mais dont les coûts de réduction seront aussi les plus élevés.

Le rapport remis par lord Eddington au gouvernement britannique évalue l'efficacité des mesures envisagées dans le secteur des transports. D'ici 2025, l'impact environnemental le plus élevé est celui d'une tarification nationale de l'utilisation du réseau routier en fonction du coût marginal social. Viennent ensuite des mesures permettant une forte amélioration de l'efficacité énergétique des véhicules, enfin la taxe carbone.

En moyenne dans ce rapport, l'impact des coûts environnementaux sur la rentabilité des projets reste faible mais tend à rapprocher les rentabilités privée et collective. La valorisation des émissions de CO₂ à 100 €/tC en 2000 est conforme aux recommandations du gouvernement britannique, mais fait l'objet d'une controverse scientifique et institutionnelle en 2006.

En décembre 2006, Sir Rod Eddington remet aux ministres britanniques en charge des transports et de l'économie un rapport sur « le rôle des transports dans le soutien à la productivité et la compétitivité de l'économie du Royaume-Uni » (Eddington, 2006). Ce travail collectif associant des représentants de l'administration et des experts met en évidence les liens entre les transports et l'économie ; il identifie les principales mesures et projets à mettre en œuvre dans le secteur des transports en se fondant sur des analyses coûts/avantages (ACA) aussi complètes que possible. La méthode employée va au-delà des méthodes « usuelles » d'ACA en intégrant aussi bien des externalités positives comme les bénéfices d'agglomération que des externalités négatives comme l'effet de serre, les nuisances sonores, la pollution atmosphérique ou les atteintes aux paysages.

En ce qui concerne l'effet de serre, le rapport Eddington retire du rapport Stern quelques grands enseignements spécifiques au secteur des transports, évalue l'impact de scénarios de transport contrastés sur les émissions de CO₂ et mène l'ACA de plusieurs politiques ou projets de transport en introduisant une valeur de la tonne de carbone.

Le rapport Eddington reprend les principales conclusions du rapport Stern

En octobre 2006, Sir Nicholas Stern remet au ministre britannique en charge de l'économie un rapport sur les enjeux de la lutte contre l'effet de serre (Stern, 2006). Ce rapport évalue le coût des dommages générés par l'effet de serre et les mesures à prendre pour atteindre les objectifs du gouvernement britannique, à savoir :

- à court terme, réduire les émissions de CO₂ de 20 % d'ici 2010, par rapport au niveau de 1990 (cet objectif national va au-delà des engagements pris par le Royaume-Uni dans le cadre du protocole de Kyoto qui est une réduction de 12,5 % entre 1990 et 2008-2012) ;
- à long terme, réduire les émissions de CO₂ de 60 % d'ici 2050, avec de réels progrès à l'horizon 2020.

¹ Service économie, statistiques et prospective, Laboratoire Transport et Environnement de l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité

Le groupe Eddington en retire quelques grands enseignements :

- s'il n'était pas maîtrisé, l'effet de serre pourrait entraîner un sérieux ralentissement de la croissance économique. Son impact est estimé entre 5 et 20 % de la consommation mondiale ;
- la politique de lutte contre l'effet de serre doit jouer à la fois sur les prix, la technologie et les modifications de comportement ;
- le transport est l'un des secteurs dont les émissions de gaz à effet de serre (GES) vont augmenter le plus rapidement, mais c'est aussi l'un des secteurs dont les coûts de réduction des émissions sont les plus élevés, que ce soit par le biais de la technologie (véhicules électriques ou à hydrogène) ou des changements de comportement (réduction de la mobilité, report modal). C'est pourquoi il est plus efficace de viser prioritairement une baisse des émissions de GES dans des secteurs où les coûts de réduction sont plus faibles comme le bâtiment ou la production d'énergie ;
- dans le secteur des transports, les usagers devraient supporter le coût des émissions de GES via une taxe, un système de permis d'émission ou un système de régulation comme la tarification routière (road pricing). En outre, l'innovation technologique doit être soutenue et les modifications de comportement encouragées par une politique d'information du public ;
- à l'horizon 2050, les transports devraient rester largement dépendants du pétrole. Les gains en matière d'émissions de GES devraient provenir essentiellement des améliorations technologiques des véhicules conventionnels, de l'utilisation des bio-carburants et des changements de comportement. Au-delà de 2050, les véhicules électriques ou à hydrogène pourraient prendre une place plus importante.

Le rapport Eddington évalue les émissions de CO₂ à l'horizon 2025 selon des scénarios de transport contrastés

En 2004, les émissions de CO₂ imputables au secteur des transports terrestres représentent au Royaume-Uni 35 millions de tonnes (Mt), soit 23 % des émissions totales. La part est de 21 % pour les seuls véhicules routiers. En affectant les émissions des transports aérien et maritime internationaux à leur lieu de départ, la contribution des transports aux émissions de CO₂ passe de 23 à 28 %.

Le Department of Transport, DfT (2006b), a réalisé des projections à long terme de la demande nationale de transport routier en utilisant son modèle multi-modal national, le « National Transport Model ». Dans le scénario de base, bien que le trafic routier (en véhicules-kilomètres) augmente de 31 % entre 2003 et 2025, les émissions de CO₂ associées diminuent de 4 %, en raison de gains technologiques sur les consommations de carburant.

Le DfT a, en outre, mené deux séries de tests sur les projections de la demande de transport routier et d'émissions de CO₂ associées :

- des tests relatifs à des scénarios contrastés de progrès technologiques ou organisationnels (meilleure utilisation des capacités routières, progrès importants en matière de consommation de carburant, développement du télétravail, etc.) ;
- à hypothèses technologiques et organisationnelles données, des tests de sensibilité à des variables macro-économiques (croissance du PIB, prix du pétrole, ...).

Des scénarios contrastés de progrès technologiques ou organisationnels

Trois principaux enseignements ressortent de cette évaluation (*figure 1*) :

- quel que soit le scénario, les évolutions du trafic entre 2003 et 2025 ne sont pas très différentes. L'accroissement est de 28 % pour le scénario le moins favorable au trafic, scénario dit « télétravail », dans lequel on suppose une réduction de 10 % des déplacements domicile-travail par rapport à la référence ; l'accroissement est de 33 % pour le scénario « efficacité énergétique », le plus favorable au trafic. Cela traduit sans doute une faible sensibilité du trafic aux

hypothèses des scénarios, ou le fait que l'évolution du trafic dépend de (d'autres) paramètres non utilisés pour construire les scénarios de demande de transport, certaines hypothèses macroéconomiques notamment (voir les tests) ;

- en revanche, les résultats sont très contrastés en matière d'effet sur les émissions de gaz à effet de serre. Le scénario d'amélioration de l'efficacité énergétique dans la consommation de carburant offre les réductions les plus significatives (- 14 %, au total entre 2003 et 2025), alors que le scénario d'optimisation des capacités routières ne permet qu'une réduction de 3 % sur la même période ;
- la combinaison des cinq scénarios de mesures conduit à des résultats plus favorables en matière de réduction d'émissions (- 17 %) mais au prix de la plus faible (de tous les scénarios) augmentation du trafic sur la période. Cela reflète le fait que les mesures ne sont pas additives, la mise en œuvre de deux mesures a un effet moins important que la somme des effets de chacune des mesures prises séparément, en raison des synergies qui peuvent exister entre elles. L'ordre d'implémentation de ces mesures peut aussi avoir des effets sur le résultat agrégé.

Figure 1 - Impact des scénarios contrastés sur les projections de demande de transport routier et d'émissions de CO₂ associées au Royaume-Uni, à l'horizon 2025

Scénarios	Principales hypothèses	Évolution 2003-2025 du trafic routier (véh-km)	Évolution 2003-2025 des émissions de CO ₂
<i>Central</i>	<i>La consommation de carburant baisse de 1,2 %/an pour les voitures et de 0,8 %/an pour les PL, hypothèses macro-économiques centrales de la figure 2.</i>	+ 31	- 4
Scénarios de progrès			
Optimisation des capacités routières	Le progrès technologique permet d'augmenter les vitesses et les densités de véhicules sans compromettre la sécurité : la capacité des routes stratégiques augmente de 20 %, celle des autres routes de 10 %.	+ 32	- 3
Efficacité énergétique	Le progrès technologique permet de réduire la consommation de carburant de 1,8 %/an pour les voitures et de 1,2 %/an pour les PL (contre respectivement -1,2 % et -0,8 % dans le scénario de base).	+ 33	- 14
Taxe carbone	Introduction d'une taxe carbone de 100 • /tC sur les carburants conventionnels, avec une croissance de 1,50 • /an. Cette taxe carbone s'additionne aux autres taxes existant déjà sur les carburants.	+ 29	- 7
Télétravail	Le télétravail permet de réduire les déplacements domicile-travail de 10 %.	+ 28	- 6
Transports publics attractifs	Des progrès technologiques renforcent l'attractivité des transports publics : 5 % des déplacements en voiture sont reportés sur d'autres modes.	+ 29	- 5
Nouvelles technologies	Combinaison des 5 scénarios de progrès.	+ 27	- 17

Source : d'après Rapport Eddington 2006

Des tests de sensibilité aux variables macro-économiques

Comme précédemment, les hypothèses sur les variables macro-économiques n'ont pas, elles non plus, d'effet important sur les trafics routiers, à l'exception de deux : celle d'une valeur extrême du prix du baril de pétrole en 2025 à 100 \$ et, dans une moindre mesure, celle d'une modification de l'âge de la retraite, qui impacte entre autres les déplacements domicile-travail.

Par contre, les modifications des hypothèses macro-économiques n'aboutissent pas à des résultats aussi contrastés sur les émissions de GES que celles des hypothèses sur les variables technologiques et organisationnelles ; et, de toutes les façons, leur effet sur les émissions est moindre (figure 2).

Figure 2 - Tests de sensibilité aux variables macro-économiques des projections de demande de transport routier et d'émissions de CO₂ associées au Royaume-Uni, à l'horizon 2025

Variable	Fourchette	Hypothèses testées	Évolution 2003-2025 du trafic routier (véh-km)	Évolution 2003-2025 des émissions de CO ₂
PIB (en %/an)	Basse	+ 2,25	+ 29	- 6
	Centrale	+ 2,50	+ 31	- 4
	Haute	+ 2,75	+ 33	-2
Élasticité de la valeur du temps au PIB	Basse	0	29	- 5
	Centrale	0,5 (dépl ^{ts} professionnels) 0,4 (autres déplacements)	+ 31	- 4
	Haute	1 (dépl ^{ts} professionnels) 0,8 (autres déplacements)	+ 32	- 3
Prix du baril de pétrole en 2025 (en \$ 2004)	Basse	20	+ 33	- 3
	Centrale	35	+ 31	- 4
	Haute	50	+ 29	- 5
	Extrême	100	+ 23	- 9
Age moyen de la retraite en 2025	Centrale	65 ans	+ 31	- 4
	Haute	67 ans	+ 34	- 2

Source : d'après Rapport Eddington 2006

Le rapport Eddington étudie l'impact environnemental d'une tarification nationale du réseau routier

Le DfT étudie dès 2004 l'hypothèse d'une tarification de l'ensemble des usages du réseau routier du Royaume-Uni (DfT, 2004). Le rapport Eddington évalue l'impact d'une telle mesure, en se plaçant dans une situation théorique où chaque véhicule-kilomètre serait tarifé à son coût marginal social (CMS). Le CMS intégrerait notamment les coûts de congestion et les coûts environnementaux monétarisables, mais il serait plafonné à un maximum de 1,10 €/véh-km.

Dans une telle hypothèse, le trafic routier total progresserait de 22 % entre 2003 et 2025 (contre + 31 % dans le scénario central) et les émissions de CO₂ associées reculeraient de 11 % (contre - 4 % dans le scénario central). Les gains en termes d'effet de serre représenteraient 40 % des gains environnementaux monétarisés (figure 3).

Figure 3 - Gains environnementaux d'une tarification nationale du réseau routier au coût marginal social, à l'horizon 2025, par rapport au scénario central (en M€ 2002¹)

	Voitures	Bus	Poids lourds	Ensemble
Pollution de l'air	195	15	55	265
Bruit	140	0	30	170
Effet de serre	240	0	40	280
Total des gains environnementaux	575	15	125	715

Source : d'après Rapport Eddington 2006

¹ Les taux de change en parité de pouvoir d'achat utilisés sont les suivants : \$1 = 1 € ; £1 = 1,40 € (source : FMI, *World Economic Outlook Database*, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2004/02/data/index.htm).

Dans la réalité, le schéma adopté serait sans doute plus simple qu'une stricte tarification au CMS. Cependant, l'étude du DfT (2004) montre qu'une large partie des bénéfices de ce scénario théorique peut être captée en appliquant une tarification simplifiée.

Le rapport Eddington intègre une valeur du carbone à l'analyse coûts/avantages des projets de transport

Conformément aux recommandations du ministère de l'environnement britannique, DEFRA² (2006), le groupe Eddington propose d'introduire une valeur du carbone dans l'analyse coûts/avantages des projets de transport britanniques. Une valeur centrale de 100 euros par tonne de carbone³ (€/tC) en 2000 est retenue, avec deux tests de sensibilité à 50 €/tC et 200 €/tC. Ces valeurs sont supposées progresser de 1,40 €/an en monnaie constante. Cette recommandation figure désormais dans le *Transport Analysis Guidance*, guide méthodologique d'évaluation de projets du DfT mis en ligne et actualisé en continu (DfT, 2006a).

Le groupe Eddington reprend l'analyse coûts/avantages d'un tiers des projets de transport à l'étude au DfT. L'introduction de la valeur du carbone et d'autres coûts environnementaux (bruit, qualité de l'air et paysages) fait passer la moyenne des valeurs actualisées nettes par livre investie de 5,7 à 4,9 pour les projets routiers et de 4,7 à 4,8 pour les projets de transports publics.

La valeur du carbone reste un objet de controverses scientifiques et institutionnelles ...

La valeur du carbone recommandée par le DEFRA provient d'une revue de la littérature menée par le SEG (Service économique du gouvernement britannique) (Clarkson & Deyes, 2002). Le SEG propose d'utiliser, « à titre illustratif », un coût marginal des dommages générés par l'effet de serre d'environ 100 €/tC en 2000, avec des tests de sensibilité à 50 €/tC et à 200 €/tC. Il souligne cependant que ces estimations sont très incertaines, car la valeur de la tonne de carbone dépend notamment :

- d'hypothèses sur les phénomènes physico-chimiques à l'œuvre et sur leurs conséquences : estimation des émissions actuelles et futures de GES, transformation des niveaux d'émission en concentration dans l'atmosphère, conséquences climatiques d'un changement de concentration dans l'atmosphère, impact d'un changement climatique sur la nature et sur les hommes ;
- d'hypothèses socio-économiques : valorisation des effets non marchands, évolution de la valeur absolue et relative des différents effets (en fonction des revenus, de la sensibilité du public, etc.), méthode d'agrégation géographique d'effets survenant dans des régions aux niveaux de richesse variables, et question encore plus controversée du taux d'actualisation.

En 2003, le DEFRA a mis en place un groupe de travail interministériel sur le coût social du carbone chargé d'approfondir les travaux du SEG. Le groupe s'est accordé sur une valeur minimale de 50 €/tC en 2000, mais n'a pas abouti à un consensus sur la valeur maximale (Downing et alii, 2005). Le gouvernement a donc décidé de maintenir les recommandations issues du SEG jusqu'à la publication du rapport Stern.

Le groupe Stern, quant à lui, estime le coût marginal des dommages générés par l'effet de serre en utilisant le modèle PAGE2002. Il réalise trois simulations contrastées (Stern, 2006) conduisant à des valeurs de la tonne de carbone elles aussi différenciées :

- une simulation au fil de l'eau (*business as usual*), dans laquelle les concentrations futures en GES dépassent 750 ppm eCO₂⁴, conduit à une valeur de 310 €/tC en 2000 (l'actualisation permettant de ramener l'ensemble des dommages futurs à cette année de référence). Stern observe que, comparée à d'autres résultats de la littérature, cette

² Department for Environment, Food and Rural Affairs.

³ Une valeur de 100 €/tC correspond à $100 \times 12/44 = 27,3$ €/tCO₂.

⁴ Le ppm eCO₂ (partie par million équivalent CO₂) mesure la concentration dans l'atmosphère des gaz à effet de serre pondérés par leur pouvoir de réchauffement global (dioxyde de carbone = 1, méthane = 21, protoxyde d'azote = 310, etc.). Le stock actuel de GES dans l'atmosphère est de 430 ppm eCO₂, contre 280 ppm avant la révolution industrielle.

valeur est élevée. Il justifie ce résultat par les modalités de prise en compte du risque, par l'adoption d'un très faible taux de préférence pure pour le présent (0,1 %), par la revalorisation des effets se produisant dans les pays en développement et par l'usage de certaines méthodes de monétarisation des effets non monétaires ;

- une simulation dans laquelle les concentrations futures en GES se stabilisent à 550 ppm eCO₂ à horizon 2050 conduit à une valeur de 110 €/tC en 2000 ;
- une simulation dans laquelle les concentrations futures en GES se stabilisent 450 ppm eCO₂ conduit à une valeur de 90 €/tC en 2000.

Stern cite une synthèse de la littérature récente (Tol, 2005) pour conforter sa fourchette. En s'appuyant sur 103 estimations du coût marginal des dommages générés par l'effet de serre provenant de 28 études différentes, Tol aboutit à une valeur médiane de 14 €/tC en 2004 et à une valeur moyenne de 93 €/tC ; 5 % des valeurs dépassent 350 €/tC.

Cependant, Tol (2006) conteste l'analyse de Stern. Il observe que parmi les 28 études recensées, celles qui ont fait l'objet d'une revue par les pairs aboutissent à des valeurs plus basses que les autres. Il conclut que le coût marginal des dommages générés par l'effet de serre ne dépasse vraisemblablement pas 50 €/tC.

En juillet 2007, la valeur guide du gouvernement britannique reste fixée à 100 €/tC (valeur 2000).

... et doit être régulièrement révisée

En France, la valeur de tonne de carbone est actuellement de 100 €/tC (valeur 2000), avec une progression de + 3 %/an à partir de 2010. Cette valeur provient d'une recommandation du groupe Boiteux, qui s'est réuni au Commissariat général du Plan en 1999 et 2000 (Boiteux et Baumstark, 2001). Elle ne repose pas sur un modèle particulier, mais reflète le compromis trouvé à un moment donné entre les différents ministères et les acteurs de la société civile, avec l'éclairage des connaissances scientifiques de l'époque.

Les progrès rapides de la connaissance, dont rendent compte les travaux du GIEC, ainsi que l'évolution du corps social vis-à-vis des enjeux de l'effet de serre devraient amener à revoir la valeur de la tonne de carbone actuellement utilisée en France. Des évolutions importantes comme la mise en place d'un marché européen d'échange de quotas de CO₂ ou l'objectif national de diviser par 4 les émissions de CO₂ d'ici 2050 justifient de réexaminer les travaux du groupe Boiteux moins de sept ans après leur publication.

Bibliographie

- 1 Baumstark (2007)
La valeur économique de la tonne de CO₂ : quel référentiel pour l'action publique ?
In La note de veille du Centre d'analyse stratégique, n° 56, pp 1-5
www.strategie.gouv.fr/IMG/pdf/NoteVeille56.pdf
- 2 Boiteux Marcel (président du groupe du Commissariat général du Plan) et Baumstark Luc (rapporteur) (2001)
Transport : choix des investissements et coût des nuisances.
Paris : La documentation française, 325 p
lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/014000434/0000.pdf
- 3 Clarkson Richard & Deyes Kathryn (2002)
Estimating the Social Cost of Carbon Emissions.
HM Treasury & DEFRA, 57 p
www.hm-treasury.gov.uk/media/5/F/SCC.pdf
- 4 Downing Thoams E. et alii (2005)
Social Cost of Carbon : A Closer Look at Uncertainty.
DEFRA, 87 p
www.defra.gov.uk/environment/climatechange/research/carboncost/pdf/sei-scc-report.pdf
- 5 DEFRA (2006)
Greenhouse Gas Policy Evaluation and Appraisal in Government Departments.
London : DEFRA, 47 p
www.defra.gov.uk/environment/climatechange/uk/ukccp/pdf/greengas-policyevaluation.pdf
- 6 DfT
Transport Analysis Guidance
(guide d'évaluation des projets de transport mis en ligne par le DfT et actualisé en continu)
www.webtag.org.uk
- 7 DfT (2006a)
The Greenhouse Gases Sub-Objective
In DfT, 14 p.
Transport Analysis Guidance
www.webtag.org.uk/webdocuments/3_Expert/3_Environment_Objective/pdf/3.3.5.pdf
Guidance documents (3.3.5)
- 8 DfT (2006b)
Transport Demand to 2025 & the Economic Case for Road Pricing and Investment
In Eddington (2006), 164 p.
www.dft.gov.uk/about/strategy/eddingtongstudy/researchannexes/researchannexesvolume3/transportdemand
(Research annexes volume 3)
- 9 DfT (2004)
Feasibility Study of Road Pricing in the UK.
DfT, 60 p + annexes
www.dft.gov.uk/pgr/roads/roadpricing/feasibilitystudy/
- 10 Eddington Rod (2006)
The Eddington Transport Study: Transport's role in sustaining the UK's productivity and competitiveness.
DfT & HM Treasury, 366 p + annexes
www.dft.gov.uk/about/strategy/eddingtongstudy/

11 Stern Nicholas (2006)

Stern Review: The Economics of Climate Change.

HM Treasury, 575 p + annexes

www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm

12 Tol Richard S. J. (2005)

The marginal damage costs of carbon dioxide emissions: an assessment of the uncertainties.

In Energy Policy, Vol. 33, Issue 16, pp 2064-2074

www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/tol/enpolmargcost.pdf

13 Tol Richard S. J. (2006)

The Stern review of the economics of climate change: a comment.

In Energy & Environment, Vol. 17, n° 6, pp 977-981

www.fnu.zmaw.de/fileadmin/fnu-files/publication/tol/RM7241.pdf

