

Pour une analyse prospective des émissions de gaz à effet de serre des véhicules routiers de marchandises

Développement d'un modèle de dynamique des systèmes et prise en compte de la méthode d'évaluation des gaz à effet de serre de l'ADEME¹

Valérie GACOGNE

NESTEAR

89-93 Avenue Paul Vaillant Couturier, 94250 Gentilly

valerie.gacogne@nestear.net

Résumé : La concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère est directement mise en cause dans les changements climatiques actuels. Or le transport routier représente un important émetteur de GES, on estime ainsi en France à 26% sa part dans les émissions de CO₂². Compte tenu de la part prépondérante du mode routier dans les échanges terrestres de fret en Europe, et de l'explosion attendue de ceux-ci avec l'élargissement de l'Europe, il semble que l'évolution des trafics routiers de marchandises constitue bien un enjeu dans ce domaine. Ce travail de recherche, réalisé pour l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie, propose une analyse prospective de l'évolution des émissions de GES des flux de marchandises. Il se situe dans une perspective logistique, c'est-à-dire qu'il propose une analyse de l'évolution des émissions de GES selon les modes d'organisation de la production et de la distribution en Europe, actuellement en pleine mutation. La compréhension de ces phénomènes sur la base d'un modèle de dynamique des systèmes, la prise en compte de leurs effets sur les flux de transport et les émissions de GES peuvent aider par la suite à identifier des leviers pour une politique des transports. Les résultats de ce projet sont attendus à la fin de l'année 2005.

Abstract : Global warming is expected from increasing concentrations of greenhouse gases in the atmosphere. Road transport is responsible for quite a large part of CO₂ emissions, estimated to about 26% in France³. At the present time, road is the dominant land mode for freight transport in Europe, and a sharp increase in road freight traffic can be expected from the current enlargement of the European Union. Therefore road freight traffic evolution appears to be a crucial issue from an environmental point of view.

This research carried out for the French Agency for Environment and Energy Management (ADEME) is an attempt to analyse future greenhouse gas emissions from a logistical perspective. In other words emissions are forecasted considering the profound changes in production and distribution systems that currently occur in Europe and directly affect freight flows. A system dynamics model can help understand mechanisms that underlie freight traffic trends under the influence of the increasing complexity of the logistical systems, and the related greenhouse gas emissions. Such a model is also designed to help identify levers at the disposal of transport policies. Results of this research are expected at the end of this year.

Introduction et présentation des outils utilisés pour ce projet de recherche

Dans un contexte de développement durable et de préoccupation croissante en matière de réchauffement climatique, l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) a mis récemment en place une méthode d'évaluation des émissions de gaz à effet de serre, à l'usage de n'importe quelle entité (entreprise, administration ou association). Cette démarche permet à l'entité de quantifier les émissions de gaz à effet de serre (GES) dont elle est à l'origine, directement ou indirectement, d'en suivre les évolutions et naturellement d'identifier les marges de manœuvre dont elle dispose pour les réduire. Cette méthode,

¹ Méthode Bilan Carbone® (V2.2, 2004)

² Transport routier de marchandises et de personnes, évaluation CITEPA 2003 (www.citepa.org)

La part des poids lourds diesel est estimée à environ 7% du total des émissions de CO₂ hors puits en France

³ Road freight and passenger transport (CITEPA 2003, www.citepa.org) - about 7% for lorries

appelée Bilan Carbone®, concerne ainsi notamment les émissions engendrées par tous les transports liés à l'activité, de personnes comme de fret. Concernant le transport de marchandises, on estime en France que les seuls poids lourds sont responsables d'environ 7% des émissions de CO₂, principal gaz à effet de serre, et sont en constante augmentation (cette proportion ne tient pas compte de la part des petits véhicules utilitaires). Face à la croissance des transports de marchandises en Europe, et principalement de la part du mode routier, l'un des enjeux à long terme pour la réduction des GES semble donc être l'évolution des trafics de marchandises.

Ce papier présente un projet de recherche, actuellement en cours, réalisé pour le compte de l'ADEME dans le cadre du programme français de recherche et d'innovation dans les transports terrestres⁴. Ce projet propose de lier la méthode d'évaluation des GES développée par l'ADEME, outil opérationnel à l'usage de toute entreprise, à un modèle de dynamique des systèmes appelé SANDOMA. Plus exactement l'un des modes de calcul proposés par la méthode Bilan Carbone®, pour aider l'entreprise à estimer les émissions engendrées par le transport routier de fret dont elle est à l'origine, a été *intégrée* et adaptée au modèle SANDOMA. Ce dernier a été réalisé dans le cadre d'une thèse soutenue en 2003⁵, avec deux objectifs principaux. Le premier consistait à éclairer la croissance des flux de marchandises à la lumière des grandes tendances des organisations logistiques ; ou en d'autres termes, à analyser les effets des évolutions de la production et distribution en Europe sur les trafics de marchandises, évolutions observées plus particulièrement depuis le début des années 80. Celles-ci concernent notamment les phénomènes de concentration et spécialisation des activités de production, le développement de la sous-traitance dans les processus de production, le poids croissant des grands distributeurs dans les ventes, la diminution des stocks aussi bien dans les systèmes de production que de distribution avec la généralisation des pratiques dites en juste-à-temps, etc. Autant de phénomènes qui ont une incidence indéniable sur les organisations des producteurs et des circuits de distribution, et de fait sur l'ensemble des trafics de fret. Une part de la croissance des trafics peut ainsi leur être imputée, dans la mesure où ces mouvements participent à un allongement des distances moyennes de transport (concentration, centralisation des activités), et à une multiplication du nombre des expéditions dans le but de réduire les stocks.

Sans développer ici ces évolutions, ni leurs effets sur les trafics de marchandises, nous indiquerons simplement que cette problématique se situe au centre du développement du modèle SANDOMA. En choisissant une approche en dynamique des systèmes, l'objectif était véritablement une aide à la compréhension des effets des organisations logistiques sur les flux de marchandises, en tenant compte de différents éléments pouvant intervenir dans ces modes d'organisation (caractéristiques du produit, volumes de vente, mais aussi influence de la grande distribution et de la concentration des producteurs dans les secteurs d'activité, contexte concurrentiel, etc.). La finalité de cette aide à la compréhension étant d'en faire un outil pour la prospective des transports, pouvant participer à l'évaluation de mesures politiques. Cet outil permet de réaliser des scénarios sur un horizon de temps de 25 ans, en tenant compte d'évolutions profondes actuelles dans les organisations de la production et distribution, et éventuellement structurelles. Il s'agit donc d'un modèle qui doit aider à révéler certains mécanismes, parfois multiples et complexes, sous-jacents aux évolutions des flux de

⁴ Programme de recherche et de d'Innovation dans les transports terrestres (PREDIT 3)

⁵ GACOGNE Valérie, (2003). *Impact des coûts de transport sur les systèmes logistiques par une modélisation en dynamique des systèmes*. Paris: Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, juin 2003. 263p.

marchandises ; sachant qu'une telle compréhension est indispensable à l'évaluation sur le long terme de mesures de politique des transports (en particulier hausse des prix du transport).

Problématique d'une analyse prospective des émissions de gaz à effet de serre des véhicules de marchandises dans une perspective logistique

Pour ce projet, deux travaux de nature très différente ont donc été associés. Le premier apporte une méthode de calcul des émissions de GES à l'usage des entreprises ; il s'agit d'un outil opérationnel qui offre aux entreprises différentes méthodes de calcul très concrètes de ses émissions de GES, en fonction des données dont elle dispose. Le modèle SANDOMA se situe plutôt dans un domaine stratégique, en aidant à analyser l'évolution des trafics routiers de marchandises en Europe, ainsi que les effets de certaines mesures politiques sur ceux-ci. Ce modèle peut être appliqué à des cas réels d'entreprises évoluant dans un secteur bien défini ; mais il doit aussi être utilisé pour des cas dits *génériques*, c'est-à-dire offrant une variété de caractéristiques (réalistes mais ne correspondant pas à des cas réels d'application) suffisamment large pour que leur analyse permette d'identifier, par la suite, les leviers possibles d'une politique des transports.

La combinaison et la mise en cohérence de ces deux travaux ont pour problématique et objectif l'analyse de l'évolution des émissions de GES dans une perspective logistique. Cet angle de vue logistique mérite quelques explications...

Le transport de marchandises est fortement dépendant de l'activité économique. Mais, depuis la fin des années 80, un certain nombre d'analyses de la croissance des transports tendent à mettre en cause les modes d'organisation mêmes de la production et de la distribution. Les mutations profondes subies par les systèmes de production et de distribution conduiraient en effet à accroître la *mobilité des marchandises* ; celle-ci se traduisant principalement par une augmentation significative des distances de transport. Elle peut être mise en relation avec le phénomène de globalisation de l'économie qui s'est développé à partir des années 80. Le concept de firmes transnationales est également apparu, évoquant une stratégie de mise en cohérence des systèmes de production avec les marchés, se situant à un niveau supranational, alors qu'auparavant cette cohérence se situait à un niveau national. Ces transformations peuvent être comparées en quelque sorte à une recombinaison des organisations à une échelle géographique supérieure. D'un point de vue strictement statistique, la mesure de cette croissance des trafics en tonnes-km transportées⁶ semble donc aller particulièrement à l'encontre des objectifs actuels de développement durable.

Partant d'une analyse systémique des organisations logistiques, incluant la production, la distribution et l'ensemble des transports, il apparaît que ces évolutions sont complexes et peuvent conduire à se poser la question de leurs effets réels, supposés *a priori* néfastes, d'un point de vue environnemental. Il est ainsi entendu que les conséquences des organisations logistiques actuelles se traduisent non pas seulement par le biais de mesures statistiques, mais également d'un point de vue structurel, que l'on a qualifié de *morphologie* des flux de transport afin d'essayer de rendre compte de l'ensemble des caractéristiques des flux. Celle-ci comprend certes des distances de transport plus longues, mais également moins de liaisons de

⁶ Les trafics sont généralement mesurés en tonnes-km et véhicules-km (soit respectivement tonnes et véhicules multipliés par les kilomètres parcourus) ; ces mesures, certes imparfaites, ont le mérite de tenir compte des distances parcourues par le fret et les véhicules.

transport dans les réseaux, et des phénomènes de massification que les mesures statistiques peuvent difficilement refléter. Or concrètement ces derniers peuvent favoriser des organisations de transport avec des véhicules plus lourds (par exemple 40 tonnes, poids maximal autorisé en France) et un meilleur taux de remplissage, moins polluants que les petits camions lorsque les émissions sont rapportées à la tonne transportée.

La problématique ainsi posée est celle des effets réels de ces grandes tendances logistiques sur les émissions de GES. On est en droit de se demander si des scénarios différents d'évolution des systèmes logistiques (éventuellement influencée par des politiques de transport) conduisant, par exemple, tous à des croissances comparables des trafics ne pourraient pas correspondre, dans la réalité, à des augmentations différenciées des émissions de GES. Une place essentielle est donnée à la compréhension de ces tendances sur les émissions de GES en privilégiant une modélisation en dynamique des systèmes, dans un but prospectif et d'évaluation ultérieure de politiques publiques. Si leurs effets ne paraissent pas mesurables du point de vue de la croissance de la mobilité des marchandises, peut-être peuvent-elles avoir une incidence significative sur les émissions de GES ? Dans le cadre de ce projet de recherche, il a donc été proposé à l'ADEME de tenter de répondre à ces questionnements, partant d'un modèle de dynamique des systèmes développé pour simuler des évolutions des systèmes logistiques de firmes à long terme, et intégrant la méthode d'évaluation des émissions de GES de l'ADEME.

Conclusion et résultats attendus

La première phase de ce travail a été achevée au mois d'avril 2005, et les résultats finaux sont attendus dans les mois à venir. Ce travail permet d'analyser les évolutions au cours du temps, sur un horizon de 25 ans, des trafics de marchandises et des émissions de GES qui en découlent. En effet, si le modèle avait déjà montré auparavant les fortes croissances de trafics à attendre des évolutions en cours, dans les systèmes de production et de la distribution à un niveau européen; les résultats en termes d'émission de GES ne sont pas pour autant évidents ou directs. Les résultats des premières simulations tendent à montrer notamment que la capacité de la grande distribution à concentrer les flux, sur certains axes, entraînerait plutôt une réduction globale des émissions de GES, alors même que les trafics mesurés en tonnes-kilomètres augmentent. Ce type de résultat nécessite encore un approfondissement, mais il montre que si les effets de la concentration des activités quelles qu'elles soient, de la production comme de la distribution, *génèrent* plus de transport dans la mesure où elles conduisent à augmenter les distances de transport, ce qui se vérifie bien d'un point de vue statistique, elles peuvent s'avérer malgré tout bénéfiques du point de vue des émissions de GES. Le pendant de cette massification des flux, avec un allongement des distances et le plus souvent un cadencement des expéditions, correspondrait d'un certain point de vue à une organisation plus efficace de l'ensemble du système de transport. Enfin, un autre objectif d'un tel travail, reposant sur une modélisation en dynamique des systèmes, consistera à évaluer les incidences possibles de mesures politiques sur les flux de marchandises d'une part, et les émissions de GES d'autre part à long terme.