

**Proposition de communication pour les
2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)
Montréal, 11-13 juin 2019**

Titre :

Réduire les émissions de GES du transport de marchandises en réduisant la fréquence des envois.

Auteur(s) :

Christophe RIZET, Directeur de recherche émérite, Ifsttar / AME / DEST,
<christophe.rizet@ifsttar.fr>

Hoai Thu TU TI, Docteur de l'Université Paris-Est, Ecole Supérieure des Transports Hanoi,
<thoaitu211@yahoo.com>

Mots-clés :

Emissions, Effet_de_serre, transport_de_marchandises, logistique

Résumé :

Le transport de marchandises est à l'origine d'une part importante et croissante des émissions de Gaz à Effet de Serre (GES). Les logisticiens font de nombreux choix pour organiser les transports, qui pèsent plus ou moins sur les émissions du fret. L'un de ces choix porte sur la fréquence des envois et notre objectif est ici d'analyser la relation entre fréquence des envois et émissions de GES du transport : quelle quantité de GES pourrait on éviter en réduisant la fréquence des envois et à quel coût ?

Notre travail s'appuie sur les données de l'Enquête **CH**argeurs **O**érateurs (ECHO, Guilbault 2008) dont la caractéristique principale est de suivre pas à pas un échantillon de plus de 10 000 envois représentatifs du transport de fret émis par les entreprises françaises. Les données de cette enquête ont notamment permis de calculer les émissions de CO₂ de cet échantillon d'envois (Rizet et al. 2014). Ici, nous quantifions les émissions de GES en nous inspirant de la réglementation française de 2017 (Décret n° 2017-639), c'est-à-dire notamment avec un facteur d'émissions du puit à la roue de 3,17 kilogramme de 'dioxyde de carbone équivalent' par litre de gazole (3,17 kgCO_{2e}/l). Nous appelons "envois à haute intensité carbone" (ou "à faible efficacité carbone") les envois dont le transport émet plus de 600gCO_{2e}/tkm. La répartition des envois de la base ECHO selon leur intensité carbone, montre que plus de la moitié des émissions du transport routier de fret (57%) est le fait d'envois qui ont une 'faible efficacité carbone. L'enquête ECHO a aussi révélé que de nombreux envois sont émis avec une fréquence importante. Nous qualifions ici de "très fréquents" les envois d'un même type de produit qui sont expédiés par un chargeur plus de 300 fois par an vers un même destinataire, soit plus d'un envoi par jour ouvrable. Ces envois très fréquents sont à l'origine de 3,72 millions de tCO_{2e} soit 9,6% des émissions du transport de fret.

Impact d'une réduction de la fréquence d'envois sur l'émission de GES

Pour quantifier l'impact de la fréquence d'envois sur la quantité de GES émise, nous utilisons le modèle de l'intensité carbone développé dans (Rizet et al. 2014).

$$\text{Log}(\text{GES_tkm}) = a_1 \times \text{log}(\text{DIST}) + a_2 \times \text{log}(\text{TONN}) + a_3 \times \text{log}(\text{FREQ}) + a_4 \times \text{MER} + a_5 \times \text{AIR} + a_6 \times \text{RAIL} + \text{Constante} + \text{Erreur} \quad (1)$$

Où GES_tkm est l'intensité carbone de l'envoi, DIST est la distance à vol d'oiseau, TONN est le tonnage annuel au même destinataire, FREQ est la fréquence annuelle d'envoi, MER, AIR, et RAIL sont les modes de transport sous formes d'indicatrices binaires.

Ce modèle permet d'estimer l'évolution de l'intensité carbone quand la fréquence varie.

$$\log(\text{GES_tkm}_{\text{après}}) - \log(\text{GES_tkm}_{\text{avant}}) = a_3 * [\log(\text{FREQ}_{\text{après}}) - \log(\text{FREQ}_{\text{avant}})]$$

$$\log(\text{GES_tkm}_{\text{après}} / \text{GES_tkm}_{\text{avant}}) = a_3 * \log(\text{FREQ}_{\text{après}} / \text{FREQ}_{\text{avant}}) \quad (2)$$

Avec un paramètre a_3 estimé à 0,264, pour une diminution de 25 % (respectivement 50 %) de la fréquence d'envoi au même client, on obtient une réduction de 7,3 % (respectivement 16,7 %) des émissions de GES du transport de fret.

Qu'est-ce qui pourrait inciter les chargeurs à réduire leur fréquence d'envoi ?

Les variables qui ont une influence sur la fréquence des envois sont décrites dans la littérature qui tente d'expliquer le poids des envois en transport de marchandises en lien avec les coûts logistiques du chargeur : théorie de l'inventaire de Baumol et Vinod (1970), Abate et Jong (2014), Combes et al. (2015). Sur la base de cette littérature, nous avons construit un modèle théorique de la fréquence. Ce modèle indique que la fréquence d'envoi est une fonction croissante des coûts de stockage, de la valeur des marchandises transportées ainsi que de la quantité annuelle entre chargeur et destinataire. Elle est une fonction décroissante du coût de commande et suivi des envois (coût de transaction) ainsi que de la distance. Puis, à partir des données de l'enquête ECHO, nous modélisons cette fréquence annuelle d'envois vers le même destinataire. Par rapport au modèle théorique, certaines variables explicatives ont été retranchées lorsque les données n'étaient pas disponibles (coût de stockage physique de la marchandise) et d'autres ont été ajoutées, soit comme proxy des variables non disponibles, soit parce qu'elles apportaient une information supplémentaire (telle que PARC_VEH) et amélioreraient l'ajustement du modèle.

Le modèle la fréquence d'envoi ainsi obtenu est le suivant :

$$\log(\text{FREQ}) = \alpha \times \log(\text{TONN}) + \beta \times \log(\text{DIST}) + \gamma \times \log(\text{VALEUR}) + \delta \times (\text{DELAI}) + \epsilon \times (\text{PARC_VEH}) + \epsilon \times \log(\text{REF}) + \theta \times (\text{STATIO}) + \text{Constante} + \text{Erreur} \quad (3)$$

où, en plus des variables déjà indiquées ci-dessus, VALEUR est la valeur de la marchandise envoyée (en €/tonne), DELAI est le délai moyen de traitement d'une commande standard (en heures) sans compter le transport, PARC_VEH est une indicatrice indiquant si le chargeur dispose d'un parc de véhicules routiers, REF est le nombre de références expédiées par ce chargeur, STATIO est une indicatrice indiquant si cet envoi est transporté pour compte d'autrui et le chargeur est localisé dans une zone urbaine de stationnement réglementé. Après avoir estimé les coefficients des variables explicatives (tableau 1 ci-dessous), nous pouvons estimer la variation de la fréquence d'envoi ainsi que, à l'aide du modèle précédent, la quantité de GES qui pourrait être ainsi évitée, dans l'hypothèse où, sous l'influence d'une mesure (politique ou autre), l'une des variables explicatives du modèle de fréquence évolue.

Tableau 1 : Résultat de l'estimation du modèle final de la fréquence d'envoi
(Équation 3 ; $R^2=0,65$; Nombre d'observations utiles : 5317)

Variable	Valeur estimée	Ecart-type	T	Pr > t
Constante	0.12545	0.11055	1.13	0.2565
TONN	0.46462	0.00560	82.98	<.0001
DIST	-0.18489	0.00915	-20.21	<.0001
VALEUR	0.40374	0.00954	42.34	<.0001
PARC_VEH	0.34859	0.03297	10.57	<.0001
REF	0.09752	0.00735	13.27	<.0001
STATIO	-0.50996	0.05726	-8.91	<.0001
DELAI	-0.15591	0.00878	-17.76	<.0001

Source : TU THI Hoai Thu (2019)

Ces coefficients sont significatifs et leurs signes, conformes à ce que l'on attendait, confirment le modèle théorique. La fréquence d'envoi est une fonction croissante de la quantité annuelle à expédier entre chargeur et destinataire, de la valeur des marchandises, du nombre de références et, plus le chargeur dispose d'un parc de véhicules routiers en compte propre, plus sa fréquence d'envois est élevée. Les coefficients des trois variables: "distance", "réglementation du stationnement" et "délai de traitement d'une commande" sont négatifs. Autrement dit, la fréquence d'envoi diminue quand la distance augmente ; le court délai de traitement d'une commande favorise la fréquence d'envoi et, pour les envois transportés en compte d'autrui, si le chargeur est situé dans une zone urbaine où le stationnement est réglementé, sa fréquence d'envoi sera moins importante que si le stationnement n'est pas réglementé.

Quel serait le coût pour le chargeur d'une réduction de sa fréquence d'envoi ?

Le coût logistique total annuel supporté par l'entreprise comprend le coût d'immobilisation de la marchandise durant le transport, qui ne change pas quand le chargeur change sa fréquence d'envoi, le coût de transaction (coût de passation et de suivi de la commande), le coût du transport, le coût d'immobilisation et le coût du stockage physique. Malgré la limite des données disponibles, qui nous conduit probablement à sous-estimer le coût logistique total, il est intéressant de quantifier l'impact de la réduction de la fréquence d'envoi sur le coût logistique afin, connaissant la quantité de GES ainsi évitée, d'estimer un coût pour le chargeur de la tonne de GES évitée par une réduction de sa fréquence d'envois.

Dans le cas où les pouvoirs publics mettent en place une réglementation du stationnement, la fréquence moyenne est réduite de 40% (de 85 à 51 envois/an en moyenne) ce qui entraîne une diminution de 0,76 M€ du coût de transport et, avec un taux d'intérêt de 4,5%, une augmentation de 2,86 M€ du coût d'immobilisation. Une tonne de GES ainsi évitée par la réduction de la fréquence d'envois, s'accompagne, pour les chargeurs, d'une augmentation de leur coût logistique égal à : $2,86 - 0,76 = 2,1$ M€.

Ainsi, une réduction de 40% de la fréquence d'envois, ici obtenue par la mise en place d'une réglementation du stationnement en zone urbaine, permettrait de réduire les émissions du transport de fret des chargeurs français de 0,25 MtCO_{2e} par an. En contrepartie, cette réduction entrainerait une augmentation du coût logistique supporté par ces chargeurs. Par tonne de CO_{2e} évitée, ce coût pour le chargeur, serait égal à : $2,1/0,25 = 8,4$ €/tonne, ce qui est faible comparé à beaucoup d'autres mesures que pourrait prendre le chargeur pour réduire ses émissions.

Références

- Abate M. et Jong G. (2014) The optimal shipment size and truck size choice – The allocation of trucks across hauls. *Transportation Research Part A*, n° 59 (janvier): 262-77
- Décret n° 2017-639 du 26 avril 2017 relatif à l'information sur la quantité de gaz à effet de serre émise à l'occasion d'une prestation de transport, JO n° 0100 du 28/04/2017
- Combes F. (2009) The choice of shipment size in freight transport. Thèse de doctorat en économie, Université Paris-Est
- Guilbault M. (2008) Enquête ECHO « Envois-Chargeurs-Opérateurs de transport ». Résultats de référence. Synthèse INRETS, INRETS.
- Rizet C., Cruz C., Lapparent M. et Vromant M. (2014) Quantification des émissions de CO₂ du transport de fret à partir de la base ECHO, Rapport de recherche, IFSTTAR
- Tu Thi H. T. (2019) Potentiel de réduction des émissions de GES du transport routier de fret, thèse de doctorat en économie, université Paris-Est.