

Michèle Guilbault
Martin Soppé
Coordination scientifique

APPORTS DES ENQUÊTES CHARGEURS



Connaissance des chaînes
de transport de marchandises
et de leurs déterminants logistiques



LES COLLECTIONS DE L'INRETS

Conformément à la note du 04/07/2014 de la direction générale de l'Ifsttar précisant la politique de diffusion des ouvrages parus dans les collections éditées par l'Institut, la reproduction de cet ouvrage est autorisée selon les termes de la licence CC BY-NC-ND. Cette licence autorise la redistribution non commerciale de copies identiques à l'original. Dans ce cadre, cet ouvrage peut être copié, distribué et communiqué par tous moyens et sous tous formats.



(CC BY-NC-ND 4.0)



Attribution — Vous devez créditer l'Oeuvre et intégrer un lien vers la licence. Vous devez indiquer ces informations par tous les moyens possibles mais vous ne pouvez pas suggérer que l'Ifsttar vous soutient ou soutient la façon dont vous avez utilisé son Oeuvre.



Pas d'Utilisation Commerciale — Vous n'êtes pas autorisé à faire un usage commercial de cette Oeuvre, tout ou partie du matériel la composant.



Pas de modifications — Dans le cas où vous effectuez une adaptation, que vous transformez, ou créez à partir du matériel composant l'Oeuvre originale (par exemple, une traduction, etc.), vous n'êtes pas autorisé à distribuer ou mettre à disposition l'Oeuvre modifiée.

Le patrimoine scientifique de l'Ifsttar

Le libre accès à l'information scientifique est aujourd'hui devenu essentiel pour favoriser la circulation du savoir et pour contribuer à l'innovation et au développement socio-économique. Pour que les résultats des recherches soient plus largement diffusés, lus et utilisés pour de nouveaux travaux, l'Ifsttar a entrepris la numérisation et la mise en ligne de son fonds documentaire. Ainsi, en complément des ouvrages disponibles à la vente, certaines références des collections de l'INRETS et du LCPC sont dès à présent mises à disposition en téléchargement gratuit selon les termes de la licence Creative Commons CC BY-NC-ND.

Le service Politique éditoriale scientifique et technique de l'Ifsttar diffuse différentes collections qui sont le reflet des recherches menées par l'institut :

- Les collections de l'INRETS, Actes
- Les collections de l'INRETS, Outils et Méthodes
- Les collections de l'INRETS, Recherches
- Les collections de l'INRETS, Synthèses
- Les collections du LCPC, Actes
- Les collections du LCPC, Etudes et recherches des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Rapport de recherche des laboratoires des ponts et chaussées
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Guide technique
- Les collections du LCPC, Techniques et méthodes des laboratoires des ponts et chaussées, Méthode d'essai



Institut Français des Sciences et Techniques des Réseaux,
de l'Aménagement et des Transports
14-20 Boulevard Newton, Cité Descartes, Champs sur Marne
F-77447 Marne la Vallée Cedex 2

Contact : diffusion-publications@ifsttar.fr

www.ifsttar.fr



Michèle Guilbault
Martin Soppé
Coordination scientifique

Apports des enquêtes chargeurs

Connaissance des chaînes
de transport de marchandises
et de leurs déterminants logistiques

Actes INRETS N°121
Novembre 2009

Coordination scientifique

Michèle Guilbault INRETS-SPLOTT
michele.guilbault@inrets.fr
Martin Soppé INRETS-SPLOTT
martin.soppe@inrets.fr

Avec la collaboration de

Gilles Costa INRETS-SPLOTT
gilles.costa@inrets.fr
Cécilia Cruz INRETS-SPLOTT
cecilia.cruz@inrets.fr

Unité de recherche

INRETS-SPLOTT, Systèmes productifs, logistique, organisation des transports et travail
Descartes 2 – 2, rue de la butte verte
93166 Noisy-le-Grand Cedex

Auteurs des communications

Corinne Blanquart, Odile Bréhier, Valentina Carbone, Gilles Costa, Cécilia Cruz, Laetitia Dabanc, Pierre Franc, Elisabeth Gouvelnal, Michèle Guilbault, José Holguín-Veras, Valérie Gacogne, Michel Houée, Didier Launez, Barbara Lenz, Mariame Mbacké, Julius Menge, Christophe Rizet, Martin Soppé.

Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité – INRETS

Direction scientifique / politique éditoriale – Aude Lauby
25 avenue François-Mitterrand, case 24, F-69675 Bron cedex, France
Tél. : +33 4 72 14 23 00 – Fax : +33 4 72 37 68 37 – www.inrets.fr

© Les collections de l'INRETS
N° ISBN 978-2-85782-667-5 – N° ISSN 0769-0266

En application du code de la propriété intellectuelle, l'INRETS interdit toute reproduction intégrale ou partielle du présent ouvrage par quelque procédé que ce soit, sous réserve des exceptions légales

Table des matières

Introduction.....	7
Michèle Guilbault, Gilles Costa	
1^{re} partie : Présentation de l'enquête ECHO et grands résultats d'ensemble.....	13
L'outil enquête chargeur au service de la recherche et des pouvoirs publics dans le domaine des transports de marchandises : l'enquête ECHO 2004 ..	
Michèle Guilbault, Michel Houée	
1. Un double objectif de connaissance des chaînes de transport et de leurs déterminants logistiques	16
2. L'envoi comme nouvelle unité de mesure.....	16
3. Les éléments de contexte favorables	18
4. Envergure de la collecte de données et champ d'enquête.....	20
5. Structure d'enquête et reconstitution des chaînes	21
6. Plan d'échantillonnage	26
7. Réalisation du terrain	28
8. Premiers résultats publiés et thèmes de recherche.....	30
Grandes tendances d'évolution des pratiques de transport et logistique au travers des enquêtes chargeurs 1988 et ECHO 2004.....	
Michèle Guilbault, Martin Soppé	
Introduction.....	33
1. Évolution structurelle du tissu productif	35
2. Évolutions logistiques.....	44
3. Structure géographique des flux	47
4. Génération de flux de transport	49
2^e partie : Présentation de quelques expériences étrangères	57
The US Commodity Flow Survey: Past, Present, and Suggestions for Improvement	
José Holguín-Veras	
1. Background	59
2. Issues (real, perceived, and imaginary).....	62
3. Suggestions.....	64
4. Acknowledgments	65

Enquêtes allemandes : l'intégration des transports dans les entreprises 69

Barbara Lenz, Julius Menge

1. New patterns of industrial production	69
2. The methodological challenge	72
3. Research objectives and survey design	73
4. Reflecting the spatial modification of value chains: Recent transformations of markets.....	76
5. Changes of supplier relationships	77
6. The effect of new production concepts on transport demand: Just-in-Time delivery	79
7. Summary and conclusions	83

3^e partie : Relations entre transport et organisation des entreprises 91

L'organisation logistique : quels arbitrages pour les chargeurs ?

Quel rôle pour la taille de l'envoi ? 93

Valérie Gacogne

1. L'organisation logistique et la notion d'arbitrage	93
2. Tendances logistiques récentes et évolution de la taille de l'envoi.....	98

Comment lier logistique et durabilité : une analyse en fonction des contextes de production 107

Corinne Blanquart, Valentina Carbone

Introduction.....	107
1. La filière textile et habillement : une filière sensible au développement durable	109
2. Des OLT durables en fonction des contextes productifs	111
3. Typologies d'OLT (durables) en fonction des contextes de production	115

4^e partie : Analyse de chaînes particulières 123

Différences et similitudes entre les marchés du transport maritime de courte distance et au long cours : ce que révèle l'enquête ECHO..... 125

Elisabeth Gouvello, Pierre Franc

Introduction.....	125
1. Le Deep Sea Shipping (DSS) conteneurisé: un marché bien identifié.....	127
2. Le Short Sea Shipping: d'autres logiques que le Deep Sea Shipping ?	130

Les chaînes de transport aérien de fret..... 141

Didier Launez, Michèle Guibault

1. Les objectifs de l'enquête ECHO pour le mode aérien.....	142
2. Les décideurs et leurs critères de choix	144
3. Les caractéristiques du recours à l'aérien	146
4. L'organisation du transport aérien de fret	150
5. Organisation du transport par les compagnies aériennes (hors envois par grande messagerie).....	155

La partie urbaine de la chaîne de transport : premiers enseignements tirés de l'enquête ECHO	161
Laetitia Dablan, Jean-Louis Routhier	
1. Enquêtes TMV : quelques résultats	162
2. L'enquête ECHO et le milieu urbain	163
3. Envois et tonnages par habitant et par an	163
4. Types de destinataires et d'émetteurs urbains	164
5. Passages par une plate-forme	165
6. Les livraisons aux particuliers	165
Annexe	168
 5^e partie : Approfondissements thématiques.....	171
 Chaînes organisationnelles et relations mandant-mandaté	173
Odile Brehier	
Introduction.....	173
1. Première approche des chaînes organisationnelles	174
2. Analyse des relations mandant-mandaté	180
 Pratiques modales	189
Michèle Guilbault, Martin Soppé, Cécilia Cruz	
1. Enquête ECHO pour la compréhension des pratiques modales	189
2. Hiérarchie des critères de choix de modes terrestres : préférences déclarées des chargeurs.....	191
3. Modes terrestres alternatifs.....	193
4. Arbitrage entre le compte propre et le compte d'autrui en transport routier	196
5. Basculement modal.....	197
6. Modalités décisionnelles du choix modal.....	202
 Consommation d'énergie des chaînes de transport : préparation de la base trajets	209
Christophe Rizet, Mariame Mbacké	
1. Objectif : analyser la consommation d'énergie du transport de fret	209
2. Cohérence des trajets	211
3. Reconstitution de la messagerie	211
4. Les distances	213
5. Calcul des consommations d'énergie	215
 Fiche bibliographique / Publication data form	219

Introduction

Michèle Guilbault, Gilles Costa

*Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail
INRETS*

Descartes 2 – 2, rue de la butte verte

F-93166 Noisy-le-Grand Cedex

michele.guilbault@inrets.fr, gilles.costa@inrets.fr

Une journée spécialisée ECHO, co-organisée par l'Inrets et le SESP (actuel SOeS) s'est tenue le 12 septembre 2007 au Carré des Sciences du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche à Paris. Elle était présidée par Françoise Maurel chef du SESP et Maurice Bernadet professeur au Laboratoire d'Économie des Transports de l'Université de Lyon II. Son objectif était de mettre en évidence les apports des enquêtes chargeurs dédiées à la connaissance des chaînes de transport de marchandises et de leurs déterminants logistiques. L'enquête nationale ECHO qui a été réalisée en 2004 s'appuie sur l'interrogation de près de 3 000 établissements chargeurs. Le suivi de plus de 10 000 envois a permis de rassembler de nombreuses informations sur les caractéristiques des chargeurs, leurs contraintes et leurs choix en matière de transport et de logistique ainsi que sur les caractéristiques et l'organisation des chaînes de transport souvent complexes et mal identifiées dans les statistiques de transport. Cette connaissance de la demande de transport de marchandises et des chaînes trouve tout son intérêt dans des politiques publiques visant à redéployer le choix modal vers des solutions plus respectueuses de l'environnement. Conscients de l'importance de cet enjeu, plusieurs services et organismes professionnels intéressés, parmi lesquels le SESP, les directions en charge du transport et de la recherche du MEEDDAT, l'Ademe, des gestionnaires d'infrastructure et des exploitants ou leurs représentants, ont apporté leur concours financier. La base de données réalisée à partir de cette enquête constitue désormais un outil à la disposition des institutionnels et des chercheurs et ouvre le champ à de nombreux thèmes d'étude et de recherche. Les premiers grands résultats de référence de cette enquête ont déjà été publiés¹, l'objet de cette journée et de ces actes était de présenter des recherches plus spécifiques engagées à partir de cette enquête nationale avec également quelques autres exemples d'enquêtes chargeurs réalisées aux États-Unis et en Allemagne.

¹ Enquête ECHO. Résultats de référence. Les collections de l'Inrets. Synthèse n° 56. octobre 2008

Introduite par Élisabeth Gouvernal (Directrice du laboratoire Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail) et Dominique Mignot (Directeur adjoint de l'Inrets) qui ont présenté l'intérêt scientifique de ces enquêtes et des réseaux de recherche qui y sont associés, cette journée a été organisée autour de cinq thèmes principaux.

1. Présentation de l'enquête ECHO et grands résultats d'ensemble

Cette partie présente en premier lieu les objectifs et les principes méthodologiques qui ont présidé à l'enquête ECHO (Michèle Guilbault, Michel Houée. L'outil enquête chargeur au service de la recherche et des pouvoirs publics). L'une des grandes originalités de cette enquête par rapport aux enquêtes chargeurs qui ont pu être réalisées dans d'autres pays réside dans la double interrogation des établissements chargeurs et de l'ensemble des intervenants participant au traitement des envois enquêtés au départ de ces établissements. Il est ainsi possible de reconstituer des chaînes complètes de transport depuis le chargeur jusque chez le destinataire et d'associer les modalités de transport à des caractéristiques économiques et productives données. La présentation met également en exergue le choix de l'unité de l'envoi, comme unité de mesure des transports au côté de celles plus classiques des tonnes ou des tonnes kilomètres en insistant sur l'éclairage différent et riche d'enseignements que cette unité permet d'apporter. Elle montre enfin le contexte institutionnel et de recherche de l'enquête, les options retenues en matière d'échantillonnage et l'ampleur des moyens développés sur le terrain.

La seconde présentation (Michèle Guilbault, Martin Soppé. Grandes tendances d'évolution des pratiques de transport et logistiques) montre au travers d'éléments de cadrage économique et d'indicateurs issus de cette enquête et de la précédente enquête nationale réalisée en 1988, les modifications intervenues dans le système économique et productif et leurs conséquences sur les transports. Elle montre en particulier le double fractionnement spatial et temporel des flux lié à des phénomènes tels que le morcellement du tissu économique et le recul des grandes entreprises ou le développement des pratiques logistiques de « juste-à-temps » et de flexibilité. Ces évolutions sont mises en perspective avec l'allongement des distances et surtout le poids de plus en plus faible des envois. Elles placent au centre du débat le problème de la massification des flux et la nécessité d'une réflexion en amont sur des modèles de production et de distribution, plus propices aux objectifs de développement durable.

2. Présentation de quelques expériences étrangères

La présentation du professeur José Holguin-Veras du Rensselaer Polytechnic Institute (The US Commodity Flow Survey? Past, present and suggestion for improvement) rend compte des résultats des enquêtes chargeurs CFS développées aux États-Unis. A la fois beaucoup plus anciennes et régulièrement

renouvelées, ces enquêtes constituent la principale source nationale d'observation des transports. Plus qu'une approche compréhensive, leur objectif est essentiellement statistique et les données sont surtout utilisées comme base pour des modèles de fret à partir d'estimations des paramètres clefs de génération de trafic et de distribution des distances. Le niveau de détail est cependant jugé insuffisant et les réflexions actuelles autour de ces enquêtes portent notamment sur les moyens d'esquisser des matrices origine-destination plus fines. Les enquêtes menées en Allemagne et présentées par la professeur Barbara Lenz, directrice du DLR, et Julius Menge (enquêtes allemandes : l'intégration des transports dans les entreprises) s'inscrivent dans une démarche de recherche qui se rapproche plus des enquêtes françaises. Le transport y est analysé en relation avec le système productif de l'entreprise ; leurs volets quantitatifs et qualitatifs soulignent l'importance de la fragmentation de la chaîne de valorisation industrielle et les mutations de la demande de transport de fret en Allemagne, notamment en matière de juste-à-temps, dont la pratique varie selon que la branche d'activité se positionne en amont ou en aval du cycle productif. En d'autres termes, les mutations organisationnelles issues de la délocalisation, variante de la sous-traitance, sont telles qu'elles constituent un véritable défi méthodologique pour l'analyste. L'approche est empirique et compréhensive et se situe au niveau micro-économique ; son ambition reste cependant la modélisation de la demande de transport.

3. Relations entre transport et organisation des entreprises

Les analyses présentées dans cette troisième partie se placent elles aussi résolument au cœur des entreprises. Arbitrages logistiques des chargeurs et taille du lot, coût du stockage et coût de transport, tel est le contenu de l'intervention du bureau d'études Complexio (Valérie Gacogne. L'organisation logistique : quels arbitrages pour les chargeurs, quel rôle pour la taille de l'envoi ?). L'importance de la circulation des flux y est soulignée, notamment les exigences de qualité de service et de coût logistique au regard desquelles les décisions stratégiques et opérationnelles se font à des niveaux différents. Désormais l'organisation logistique est un système complexe de flux dont les évolutions se perçoivent tant du point de vue de l'espace que du temps. Les structures de distribution sont de plus en plus centralisées et leurs strates sont moins nombreuses : on assiste à une transition d'un JIT dans les productions à un JIT dans les distributions (augmentation de la rotation des stocks avec des services associés accrus que favorise le cadencement des envois).

La seconde présentation (Corinne Blanquart, Valentina Carbone. Comment lier logistique et durabilité – Une analyse en fonction des contextes de production) s'attache à recadrer les transports dans une logistique durable des entreprises : une logistique peut être qualifiée de durable si le produit de son activité limite les nuisances. De ce fait la diversité des contraintes implique une diversité des logistiques durables : c'est une notion à la fois relative et plurielle. L'analyse de deux filières, le textile et les matières dangereuses en chimie, permet d'illustrer ce double aspect par une typologie des organisations logistiques qui retrace le

rôle clef de leur différenciation et de leur position respective dans chaque filière, et qui reflète les éléments de prestation et de relation de services. C'est ce caractère protéiforme de la nature des prestations logistiques que les auteurs souhaiteraient voir intégrer dans les démarches de recherche de développement durable.

4. Analyse de chaînes particulières

La quatrième partie de cette journée était consacrée à des recherches centrées non plus sur l'entreprise mais sur l'analyse de chaînes particulières de transport, maritimes, aériennes et urbaines. La présentation des chaînes maritimes (Élisabeth Gouvernal, Pierre Franc. Différences et similitudes entre les marchés du transport maritime de courte distance et au long cours : ce que révèle l'enquête ECHO) montre à partir des chaînes recensées dans l'enquête ECHO, l'organisation distincte des chaînes du « Short Sea Shipping » (SSS) et du « Deep Sea » (DS). La méthodologie d'exploitation privilégie les caractéristiques géographiques et organisationnelles de ces chaînes. Cette analyse confirme le rôle déterminant dans le DS des trois ports d'embarquement, Marseille, Le Havre et Anvers qui assurent l'essentiel des envois au départ de la France (83 % des envois) et ceci notamment pour les envois conteneurisés. Elle montre aussi que le SSS reste pour l'essentiel un trafic captif du maritime, encore loin du concept d'autoroutes de la mer souhaité par l'Union européenne et souligne l'importance des transitaires comme acteurs possibles d'une meilleure mutualisation de ces trafics. L'exposé met aussi en valeur, pour le DS, la dimension des hinterlands portuaires du Havre et d'Anvers, alors que pour le SSS, opportunité des ports secondaires, c'est le marché captif qui domine. La seconde intervention (Didier Launez, Michèle Guibault. Les chaînes de transport aérien de fret) rappelle que le fret aérien (2,4 % des envois et 0,07 % des tonnages de l'enquête ECHO) totalise en France entre 13 et 15 % de la valeur du commerce international. Elle montre les caractéristiques des envois traités par ce marché qui se développe et la force d'attraction des aéroports français et européens. L'accent est mis également sur le rôle joué par les agents de fret et les modalités contractuelles liées à ces transports.

La troisième intervention (Laetitia Dabanc, Jean-Louis Routhier. La partie urbaine de la chaîne de transport : premiers enseignements tirés de l'enquête ECHO) s'intéresse aux chaînes urbaines de marchandises et notamment à la comparabilité entre les résultats d'ECHO et ceux des enquêtes TMV « Transport de marchandises en ville » appelées à être renouvelées. L'objet de cette intervention est la compréhension des mouvements de biens au sein des agglomérations et de leur évolution entre 1988 et 2004. Bien que l'absence de prise en compte dans ECHO des petits établissements et des activités de commerces de détail et de services rende relativement asymétriques les comparaisons avec les enquêtes TMV, les premiers enseignements fournis permettent de montrer les évolutions des tonnages et des envois générés avec des différenciations plus marquées que ce que l'on pouvait supposer entre petites et grandes agglomérations. Ils montrent également l'organisation des maillons entrant et sortant des agglomérations et l'importance du passage par des plates-formes périphériques

notamment à Paris. Ces éléments plaident en faveur de la réalisation de terrains d'enquêtes plus différenciés lors de la réalisation des prochaines enquêtes TMV, et aussi d'un élargissement du champ urbain enquêté permettant de mieux intégrer les plates-formes de transport.

5. Approfondissements thématiques

Les travaux présentés par le Cete de Nantes (Odile Bréhier. Chaînes organisationnelles et relations mandant-mandaté) s'intéressent aux modalités d'organisation des chaînes de transport, et en particulier aux caractéristiques des intervenants de ces chaînes, et aux relations de sous-traitance qu'ils peuvent avoir entre eux. Les typologies présentées permettent de rendre compte du degré de complexité de ces chaînes (nombres d'intervenants, hiérarchisation de la chaîne mandant-mandaté) et sont analysées en fonction des caractéristiques des envois traités. L'analyse des différents types de mandats selon la nature du donneur d'ordre permet de donner de premiers éléments d'appréciation de l'importance relative des contrats passés directement avec les chargeurs (68 % des mandats) ou entre opérateurs (32 %), les différentes formes de sous-traitance restant à analyser en fonction du statut des opérateurs et de leur prestation. Le second thème présenté aborde la question du choix modal vue au travers des critères de choix des chargeurs (Martin Soppé, Michèle Guilbault, Cécilia Cruz. Pratiques modales). Les résultats présentés s'intéressent aux critères de choix des modes retenus mais aussi aux solutions alternatives envisagées. Ils montrent en particulier le caractère pré-contraint du choix modal qui est en large partie dicté par les choix productifs et logistiques effectués en amont et par les caractéristiques d'envoi. Dans la plupart des cas, le chargeur considère ne pas avoir d'alternative et lorsqu'il en a, c'est le plus souvent une alternative route-route entre le compte propre et le compte d'autrui. Les résultats montrent aussi que la décision reste le plus souvent le fait du seul établissement chargeur, les décisions plus collectives associant les partenaires économiques de l'entreprise (groupe, destinataire, intermédiaires transport) sont encore rares ; elles sont pourtant plus favorables à l'utilisation des modes non routiers. Ils montrent enfin une très forte inertie du choix modal. Les basculements de mode sont rares et force est de constater qu'ils se font le plus souvent en faveur de la route. Ce sont les arbitrages liés à la structure économique ou commerciale de l'entreprise qui reste déterminants. La dernière présentation (Christophe Rizet, Mariame Mbacké. Consommation d'énergie des chaînes de transport : préparation de la base trajets) traite des comparaisons énergétiques des chaînes de transport. L'un des objectifs de l'enquête ECHO est en effet de chiffrer la consommation d'énergie et les émissions induites de GES par envoi et par trajet selon les modes. L'analyse exige cependant un travail important d'apurement et de modélisation des données recueillies et les travaux présentés traitent principalement de considérations méthodologiques liées aux hypothèses d'estimation. Ils montrent aussi la très grande variabilité des consommations énergétiques unitaires de transport routier et l'incidence très forte du poids des envois.

6. Conclusion

La conclusion de cette journée a été introduite par Maurice Bernadet qui a souligné la diversité des niveaux d'analyse auxquels ce type d'enquête se prête. Le chargeur ? Les opérateurs de transport ? La chaîne de transport ? Quelle que soit la cible, la richesse d'exploitation de ce support a été mise en exergue par les différentes interventions qui se sont succédées et qui ont souligné que désormais le choix de la tonne ou de la tonne kilomètre comme unité de mesure du transport de marchandises semblait insuffisant dans un contexte de marché des transports très fragmenté. L'unité de l'envoi avait été introduite lors la précédente enquête chargeur réalisée en 1988 et à laquelle de nombreux instituts et laboratoires, dont le LET, avaient apporté leur soutien scientifique ; cette unité semble désormais essentielle pour apprécier l'importance des flux de transport et de leurs déterminants. La dernière remarque concerne l'importance du matériau recueilli ; de nombreuses autres recherches restent à mener et le souhait a été exprimé de pouvoir organiser de nouvelles journées de présentation et de réflexion sur ces thèmes.

1^{re} partie

Présentation de l'enquête ECHO et grands résultats d'ensemble

L'outil enquête chargeur au service de la recherche et des pouvoirs publics dans le domaine des transports de marchandises : l'enquête ECHO 2004

Michèle Guilbault

*Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail
INRETS-SPLOTT
Descartes 2 – 2, rue de la butte verte
F-93166 Noisy-le-Grand Cedex
michele.guilbault@inrets.fr*

Michel Houée

*Chargé de mission auprès du chef du SOeS (Service de l'Observation et des
Statistiques – MEEDDAT)
Secrétaire du comité de pilotage ECHO
michel.houee@developpement-durable.gouv.fr*

Résumé

Le souci de disposer de données permettant de rattacher les transports à leurs déterminants logistiques et de montrer la complexité des organisations mises en œuvre grâce à la reconstitution de chaînes complètes de transport a conduit les pouvoirs publics à renouveler la précédente enquête « chargeur » réalisée en 1988. Cet article présente le contexte institutionnel et recherche dans lequel s'inscrit cette nouvelle enquête nationale rebaptisée ECHO ainsi que les options méthodologiques qui lui sont spécifiques. L'accent est mis notamment sur le choix de l'envoi comme unité d'observation et de mesure des transports qui constitue une des grandes originalités de cette enquête et sur certains points méthodologiques tels que les choix retenus en matière d'échantillonnage ou les modalités de questionnement propres à la reconstitution des chaînes de transport. On montre également l'envergure de l'enquête qu'il s'agisse du champ enquêté qui couvre une grande diversité d'établissements et de secteurs d'activité, de l'ampleur des moyens qui ont été nécessaires pour la réalisation du terrain, ou de la nature des données recueillies qui ouvrent le champ à de nombreux thèmes de recherche.

1. Un double objectif de connaissance des chaînes de transport et de leurs déterminants logistiques

Transport de marchandises et activités industrielles et commerciales sont étroitement liés. Le transport est pour les entreprises un élément à part entière de leur système de gestion et de production et de nombreuses études mettent en avant l'importance de ces déterminants logistiques sur l'évolution des transports et de leurs contraintes. L'analyse de la demande est devenue un élément essentiel de l'approche théorique des transports et aussi de la politique de transport comme en témoigne l'objectif souhaité par l'Union européenne de « découplage » entre niveau de production économique et volume de transport. Agir sur les transports de ce point de vue suppose de pouvoir maîtriser la demande de transport et ses déterminants et implique une réflexion sur les modèles d'organisation du système productif amont et la place que les transports y occupent. La recherche peut contribuer à cette réflexion et l'un des objectifs de cette enquête ECHO « Envois Chargeurs Opérateurs de Transport » et de la précédente enquête « Chargeur » réalisée en 1988 était d'apporter des éléments d'analyse et un éclairage statistique des liens entre système productif et transport en qualifiant la demande des chargeurs qui sont à l'origine du fret et en montrant sa diversité sectorielle et ses implications en termes d'évolution des transports.

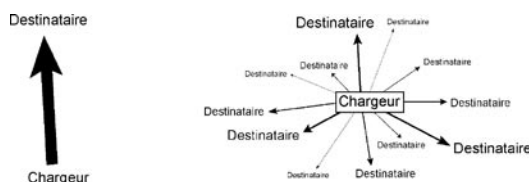
L'autre objectif était de rendre compte de la complexité croissante des chaînes de transport. Le trajet unique où la marchandise est acheminée de bout en bout dans un même véhicule est de moins en moins le modèle dominant. Les caractéristiques de la demande et notamment le poids de plus en plus faible des envois ont favorisé le développement d'organisations en réseaux. À l'intérieur d'un même mode la chaîne de transport se décompose en plusieurs trajets avec passage par des plates-formes intermédiaires où sont réalisées des opérations de groupage-dégroupage mais aussi de plus en plus fréquemment des prestations logistiques annexes liées à la gestion des stocks, au conditionnement ou encore à la mise au point finale des produits. Le métier de transporteur se diversifie, les exigences en termes de qualité de service, de fiabilité et de flexibilité sont plus prégnantes. Les préoccupations environnementales et énergétiques visant à davantage d'intermodalité rendent également nécessaire une meilleure prise en compte des articulations entre les différents modes de transport. Or les statistiques transport classiques, qu'il s'agisse des données françaises ou européennes, s'appuient essentiellement sur des données recueillies auprès des transporteurs sur la base des trajets effectués par mode et par véhicule mais ne permettent pas de rendre compte de l'articulation de ces trajets ou modes. L'objectif était de pallier ce manque en reconstituant des chaînes complètes de transport.

2. L'envoi comme nouvelle unité de mesure

Afin d'atteindre ces objectifs, ces enquêtes dites « chargeur » couvrent deux populations : les établissements chargeurs et leurs envois avec, pour chaque établissement chargeur enquêté, le « suivi » d'un certain nombre d'envois.

Défini comme une « quantité de marchandises mise à disposition à un moment donné pour être transportée dans le cadre d'une même opération de transport depuis un chargeur et vers un destinataire donnés » l'envoi s'imposait tout naturellement comme unité d'observation pour la reconstitution des chaînes de transport. Le suivi des envois effectué étape par étape, opérateur par opérateur, depuis l'établissement expéditeur jusque chez le client destinataire permet en particulier de redonner de l'épaisseur aux organisations de transport en mettant en lumière la multiplicité des trajets, des opérateurs et des prestations autour d'un même envoi. Mais l'intérêt de cette unité est également conceptuel. Utilisé comme unité de mesure aux côtés des tonnes ou des tonnes-kilomètres, l'envoi permet une meilleure prise en compte des pratiques et des contraintes logistiques des chargeurs (Gouvernal, Hanappe, 1989). Ces derniers définissent en effet leur politique de transport non seulement en fonction des tonnages qu'ils produisent mais aussi en fonction du nombre et de la dispersion spatiale de leurs clients ainsi que du rythme de leurs expéditions. Un transport de 1 000 tonnes vers un destinataire donné ne ressemble en rien au transport d'une dizaine de milliers d'envois d'une centaine de kilos répartis dans l'année vers des destinataires différents. Les tonnes, éventuellement les tonnes-kilomètres générées sont les mêmes mais les logiques économiques et les choix de transport susceptibles d'être retenus différent du tout au tout.

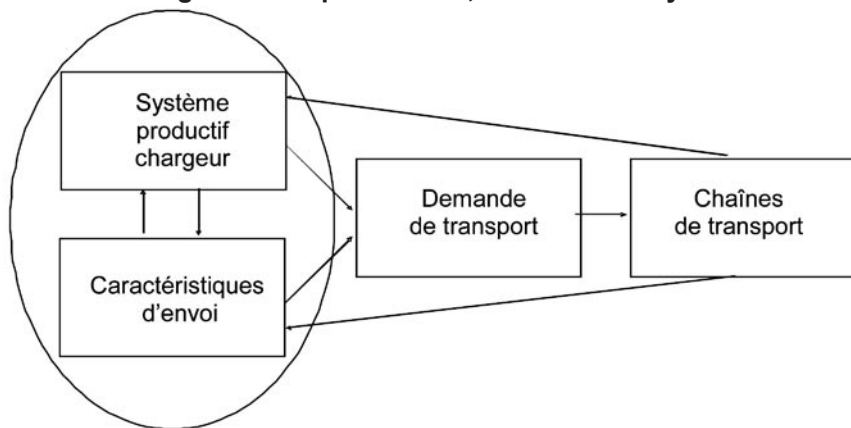
Figure 1 : l'envoi, unité de mesure des transports



Source : Inrets, enquête ECHO

Parce qu'il relie le chargeur et le destinataire, l'envoi permet aussi d'appréhender le transport comme un élément du process de production-distribution et de le replacer dans le contexte économique de départ. Il devient possible d'explicitier les transports à partir des caractéristiques de la demande en confrontant au travers des envois les contraintes des chargeurs et les solutions de transport apportées ; l'hypothèse sous-jacente est que les caractéristiques productives des chargeurs déterminent les caractéristiques physiques et économiques des envois remis aux transporteurs et prédéterminent ainsi les choix de transport susceptibles d'être mis en œuvre. La figure 2 illustre la démarche adoptée qui consiste à étudier la demande de transport à partir des caractéristiques du système productif des chargeurs et des caractéristiques de leurs envois et à décrire les chaînes complètes de transport mises en œuvre pour répondre à cette demande.

Figure 2 : enquête ECHO, schéma d'analyse



Source : Inrets, enquête ECHO

Dans les parties suivantes, nous présenterons d'abord le contexte recherche et institutionnel qui a présidé à la mise en œuvre de cette nouvelle enquête nationale chargeur (partie 3). Nous décrirons ensuite le champ d'enquête et l'architecture des données recueillies (parties 4 et 5). La sixième partie sera consacrée à l'analyse de points méthodologiques particuliers liés notamment au souci d'une sur-représentation des modes non routiers tandis que la septième partie présentera les conditions de réalisation sur le terrain. La dernière partie abordera en guise d'exemples des thèmes de recherche déjà lancés ou susceptibles d'être développés à partir de cette enquête.

3. Les éléments de contexte favorables

3.1. Une expérience antérieure : l'enquête chargeurs 1988

La première enquête nationale chargeur réalisée en 1988 avait permis d'interroger 1 750 établissements et de suivre de l'ordre de 5 000 envois au départ de ces établissements. La méthodologie de cette enquête avait été mise au point par l'INRETS avec le concours de nombreux partenaires de recherche dont le Laboratoire d'Économie des Transports (LET), le CRET-Log, l'École Nationale des Ponts et Chaussées et l'Institut logistique d'Évry. Elle avait permis de vérifier l'acceptabilité d'une interrogation approfondie des chargeurs sur les déterminants productifs et logistiques et sur l'organisation du transport de leurs expéditions ainsi que l'intérêt et la faisabilité de la reconstitution de chaînes de transport de bout en bout où l'ensemble des opérateurs intervenus dans l'envoi sont interrogés.

Le souci d'un éclairage statistique des évolutions logistiques intervenues depuis a conduit les pouvoirs publics à procéder au renouvellement de cette enquête nationale. Cette nouvelle enquête rebaptisée ECHO par référence à la précédente enquête chargeur a fait l'objet de deux enquêtes pilote préalables réalisées dans le cadre des programmes de recherche du Predit et du 4^e programme européen

RTD sur les transports. La première a été menée en région Nord Pas de Calais auprès de 200 établissements et 600 envois répartis sur 5 secteurs d'activité (Guilbault *et al.*, 2000). La seconde l'a été en France (200 établissements répartis sur 3 régions et 4 secteurs d'activité) et aux Pays-Bas (300 établissements répartis sur l'ensemble des secteurs d'activité de l'industrie et du commerce de gros) et a porté uniquement sur des envois à l'exportation (de l'ordre de 600 envois dans chaque pays) (Tardieu *et al.*, 1999).

L'objet de ces enquêtes était de s'assurer de la faisabilité d'une extension du suivi des envois au-delà des frontières nationales jusqu'aux frontières de l'Europe de l'Ouest impliquant notamment le recours à des enquêteurs multilingues. Il était également de tester des méthodes de sur-représentation des envois non routiers insuffisamment représentés dans la précédente enquête.

3.2. Un partenariat multiple

Outre ces investissements en termes de recherche et de méthodologie qui ont été menés par l'INRETS et ses partenaires recherche et institutionnels, la mise en place d'une enquête d'envergure nationale est une opération lourde qui, comme tout système approfondi d'observation nécessite la mise en œuvre de moyens et la recherche de fonds budgétaires importants. La démarche a été notamment impulsée par le SOeS qui a mobilisé les acteurs clés du secteur et assuré avec l'ensemble des financeurs le pilotage du projet. L'enquête a ainsi bénéficié d'un partenariat multiple constitué d'institutions et d'organismes professionnels intéressés dont les Directions d'Administration Centrale en charge des divers modes de transport de fret ou des thématiques transversales recherche et économie ; l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) ; le Conseil régional Nord-Pas de Calais ; des gestionnaires d'infrastructures tels que Réseau Ferré de France (RFF), Voies Navigables de France (VNF) ou les sociétés concessionnaires d'autoroutes ; des exploitants de transport comme la SNCF ou des organisations les représentant comme le Comité National Routier (CNR). Le soutien de l'Association des Usagers de Transport de Fret (AUTF) a également contribué à faciliter la coopération des chargeurs qui était fondamentale dans le cadre d'un dispositif où ils constituent à la fois le pivot du questionnement analytique et le point de départ obligé du suivi en cascade des intervenants de la chaîne.

De nombreux savoir-faire techniques ont aussi été mobilisés. On mentionnera à cet égard la mise à disposition par l'INSEE des bases de sondage qui ont permis d'optimiser l'échantillonnage et de cerner au mieux le champ des entrepôts. L'appui de l'INSEE a par ailleurs porté sur l'examen de l'ensemble du dossier d'enquête qui a été soumis à la formation Transport – Tourisme du CNIS et à la suite duquel l'enquête a reçu le label d'intérêt général et de qualité statistique qui a contribué là aussi à une bonne introduction auprès des chargeurs.

On soulignera enfin le savoir faire de l'Institut de Sondage Laval (ISL) qui avait déjà été en charge de l'enquête 1988 et qui, après un appel d'offre international, a été retenu pour assurer le terrain de cette nouvelle enquête 2004.

Ce savoir-faire a été notamment essentiel pour gérer la complexité d'une logistique d'enquêtes emboîtées entre entretien en face à face auprès des chargeurs et interviews téléphoniques auprès des intervenants dans l'acheminement des envois.

4. Envergure de la collecte de données et champ d'enquête

4.1. Taille de l'échantillon

La diversité des situations logistiques et la dispersion des variables de redressement qu'il s'agisse des tonnages ou des nombres d'envois émis par les établissements ont amené à augmenter sensiblement la taille de l'échantillon par rapport à la précédente enquête chargeur. Dans le même temps on a également élargi le champ de reconstitution des chaînes en repoussant la description des expéditions internationales des frontières de la France à celles de l'Europe de l'Ouest définie dans l'enquête comme l'ensemble des pays de l'ancienne Union Européenne des 15 plus la Suisse, la Norvège et les diverses principautés. L'enquête ECHO 2004 s'appuie ainsi sur l'observation de 2 935 établissements chargeurs et 10 462 envois dont 24 % d'envois internationaux. 9 742 chaînes de transport ont pu être reconstruites, jusqu'au destinataire final ou aux frontières ouest-européennes ; elles représentent plus de 20 000 trajets et ont nécessité l'interrogation, outre celle des chargeurs, de plus de 27 000 intervenants recouvrant l'ensemble des destinataires et des opérateurs tiers ouest-européens impliqués dans ces envois.

4.2. Champ enquêté

Le champ enquêté en 1988 couvrait déjà l'ensemble des établissements métropolitains français de 10 salariés ou plus des commerces de gros et de l'industrie, hors industries d'extraction et BTP. Il a été étendu avec la nouvelle enquête à la vente par correspondance, aux coopératives agricoles, aux services d'entreposage ainsi qu'aux centres de traitement de déchets industriels, avec un seuil abaissé à 6 salariés pour ces nouveaux secteurs. Ce champ représente une population totale de l'ordre de 70 000 établissements répartis sur l'ensemble du territoire métropolitain français et des volumes de transport estimés après redressement à 985 millions de tonnes et 738 millions d'envois.

L'étendue de ce champ permet de couvrir une grande diversité d'établissements et notamment les petits et moyens établissements, rarement étudiés par ailleurs mais qui constituent une part essentielle du tissu productif et des trafics. L'éventail des activités est également très large et autorise en particulier une différenciation des activités liées aux produits manufacturés qui connaissent les évolutions les plus rapides mais qui restent encore très peu détaillées dans les nomenclatures classiques de transport NST. La distinction entre activités industrielles et activités commerciales s'est révélée également précieuse et permet de mettre en évidence l'importance croissante des flux passant par les commerces de gros et autres intermédiaires du commerce, ce que ne permettent pas non plus les nomenclatures classiques de transport.

La définition du champ répond ainsi à l'objectif d'un cadrage statistique large rendant compte de la diversité logistique et transport des établissements. Il est néanmoins important pour l'analyse des résultats de garder en mémoire les limites liées à l'exclusion des industries d'extraction et des exploitations agricoles autres que les coopératives. Ces exclusions impliquent en effet l'élimination de la quasi-totalité des trafics de grands vracs de biens intermédiaires bruts (produits pétroliers bruts, combustibles minéraux solides, minerais et minéraux, matériaux de construction bruts tels que sables et graviers...) ainsi que d'une grande part des produits agricoles. Ces différents types de produits qui constituent une part importante des tonnages sont en effet saisis uniquement au travers des commerces de gros et des intermédiaires de commerce ou coopératives agricoles. Rapporté aux tonnages expédiés (expéditions nationales françaises et partie nationale des exportations) le champ enquêté représente en 2004 de l'ordre de 47 % des tonnages totaux et de l'ordre de 84 % de ces mêmes tonnages hors grands vracs précédemment mentionnés².

De la même façon le choix d'étudier les expéditions exclut de fait les importations qui correspondent elles aussi souvent à des trafics plus lourds.

5. Structure d'enquête et reconstitution des chaînes

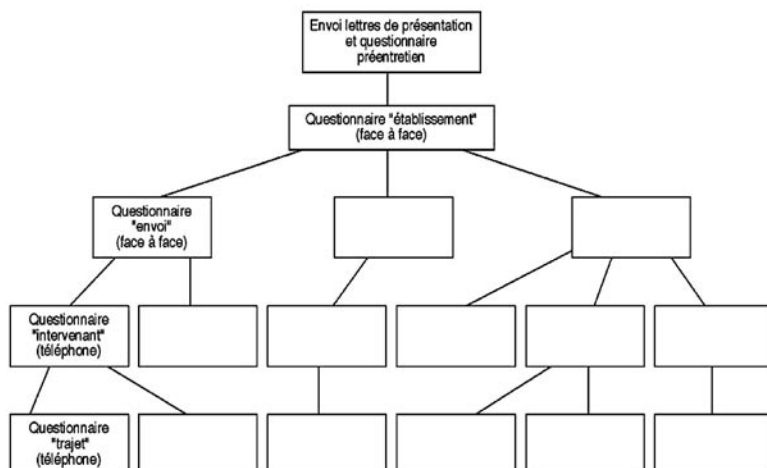
La structure des données recueillies (figure 3) repose sur 5 modules principaux avec en premier lieu l'envoi postal aux établissements sélectionnés d'un questionnaire papier « **pré-entretien** » réunissant les principales informations chiffrées relatives aux volumes et à la structure des trafics émis et reçus par les établissements et pour lesquels les établissements pouvaient avoir à se référer à leurs documents. Ces questionnaires étaient ensuite récupérés et éventuellement complétés lors de l'entretien principal réalisé en « face à face », sous système CAPI³, auprès d'un responsable économique de l'établissement.

Les informations recueillies à ce niveau (questionnaire « **établissement** ») sont nombreuses et décrivent les caractéristiques économiques et industrielles de l'établissement, son environnement économique au travers de ses partenaires ainsi que sa politique en matière de transport et de logistique. Elles sont complétées par le recensement des derniers envois de l'établissement et par le tirage des envois plus spécifiquement étudiés, 3 par établissement dans le cas général. La dernière partie de l'entretien recouvre les questionnaires « **envois** ». Elle est consacrée à la description des caractéristiques physiques et économiques de ces envois et des relations économiques entre l'expéditeur et son client. Les questions portent également sur les conditions de l'échange commercial notamment

² Les taux de couverture rapportés au champ ECHO, quasi-nuls pour les combustibles minéraux solides et les produits pétroliers bruts (NST 2 et 3A) sont estimés de l'ordre de 14 % à 18 % pour les NST 4 et 6A (minerais ferreux et non ferreux, matériaux bruts de construction), 40 % pour les produits agricoles (NST 0) et 84 % pour l'ensemble des autres produits (denrées alimentaires, produits pétroliers raffinés, produits chimiques et engrais, matériaux de construction élaborés, produits métallurgiques et objets manufacturés).

³ Computer Assisted Personal Interview, passation assistée par ordinateur

Figure 3 : enquête ECHO, structure du recueil de données



Source : Inrets, enquête ECHO

en termes de délais imposés et sur l'organisation du transport : quelle répartition des coûts, quels décideurs et quels critères de choix ? Des questionnaires spécifiques maritimes et aériens permettent par ailleurs de décrire plus finement les modalités de l'acheminement terrestre de ces envois et les critères de choix des ports et aéroports.

L'interrogation des intervenants et la reconstitution de leurs trajets constituée en l'occurrence une spécificité des enquêtes françaises par rapport aux enquêtes chargeurs qui ont pu être menées dans d'autres pays et notamment en Suède (SIRKA, 2003 ; Andersson, 2002), en Allemagne ou aux États-Unis (enquête allemande DLR et enquête américaine Commodity Flow Survey présentées en seconde partie de ces actes, chapitres 3 et 4). Ces enquêtes s'appuient en effet sur la simple déclaration des chargeurs quant aux modes de transport utilisés. Le niveau souhaité de détail pour rendre compte de la complexité des opérations de transport n'était cependant pas compatible avec une telle option, les tests réalisés ont montré en effet que les chargeurs connaissaient mal les conditions concrètes de transport de leurs envois. La différence entre le nombre de chaînes multi-trajets telles qu'elles ont pu être reconstituées ou telles qu'elles étaient décrites par les chargeurs est à cet égard significative : 30 % si l'on se réfère aux déclarations des chargeurs, 60 % dans la réalité. Le recours à des sous-traitements en chaîne ou encore le recours au transport combiné rail-route dont le choix relève essentiellement d'une logique transporteur sont autant d'exemples de formes d'organisation qui restent le plus souvent méconnues des chargeurs. Le choix méthodologique a consisté alors à interroger l'ensemble des intervenants, en l'occurrence les chargeurs, mais aussi les destinataires, et les opérateurs logistiques ou trans-

port impliqués dans l'organisation ou la réalisation de tout ou partie du transport de l'envoi et des prestations logistiques associées.

Les premiers éléments de reconstitution de la chaîne ont été recueillis lors de l'entretien principal auprès du chargeur avec l'identification du destinataire de l'envoi, et l'interrogation du chargeur sur les transports et les opérations qu'il avait lui-même réalisés en compte propre ou confiés à des tiers en les mandant à cet effet, auquel cas ces opérateurs étaient également identifiés afin d'être interrogés à leur tour. Passés non plus en face à face mais par téléphone, les questionnaires « intervenants » ont été ainsi déclinés selon la nature de ces intervenants, destinataires, opérateurs maritimes ou aériens, transporteurs terrestres ou auxiliaires de transport. Nécessairement assez brefs, ils portent sur les caractéristiques économiques de ces intervenants (statut, taille, localisation), mais aussi sur certains items plus spécifiques liés à leur activité et pour lesquels on renverra aux questionnaires. L'ossature commune à ces questionnaires reste le rôle de l'intervenant dans l'envoi, ses liens avec l'expéditeur, le destinataire ou le donneur d'ordre et les prestations réalisées. Lorsqu'il s'avérait que l'intervenant avait confié tout ou partie de l'envoi à d'autres intervenants, ceux-ci étaient alors identifiés et interrogés permettant ainsi une reconstitution complète de la chaîne selon une logique « mandant-mandaté » où chacun est interrogé sur ce qu'il a effectivement fait et non sur ce qu'il pense avoir été fait par d'autres.

Les questionnaires « trajets » constituent le dernier module d'interrogation. Ils sont remplis par les intervenants ayant effectué un transport, à l'exception des trajets ferroviaires pour lesquels les opérateurs ferroviaires n'ont pas pu être directement interrogés et dont les principales caractéristiques ont été remplies par les donneurs d'ordre ; à l'exception également des trajets des grands opérateurs de messagerie (Fedex, UPS, DHL, TNT, Exapaq, Chronopost et la Poste) pour lesquels les trajets ont été reconstitués à partir des outils Web de suivi des envois mis à disposition des clients. Le transport est décomposé dans ces questionnaires en autant de trajets que de modes ou de véhicules empruntés ou d'arrêts imposés pour le traitement de la marchandise. Les informations recueillies permettent d'identifier les lieux intermédiaires de passage et les prestations qui y sont effectuées, les conditions de trajet (tournées, préférence route/autoroute, passage par tunnel alpin, parcours à vide...). Elles portent également sur la description des modes et des véhicules empruntés et des caractéristiques déterminantes des dépenses d'énergie (type de véhicule et de carburant, trajets à vide, taux de remplissage...).

La figure 4 permet de schématiser l'ensemble des données ainsi recueillies. Elle met en valeur, au centre, l'unité de l'envoi dont les attributs rendent compte des contraintes de transport découlant du système productif et permettent de faire le lien avec les chaînes de transport. Le système productif est abordé à la fois du point de vue des caractéristiques économiques de l'établissement chargeur, de celles du destinataire et des caractéristiques de leurs échanges. La description des chaînes met quant à elle en valeur les conditions « physiques » et « organisationnelles » du transport. Les chaînes physiques correspondent à la synthèse

Encadré 1 : enquête ECHO, informations recueillies en face à face

« Pré-entretien »

- **Volumes de marchandises émis et reçus** par les établissements en tonnes et en nombre d'envois ou de réceptions ; répartition des envois par tranche de poids.
- **Grandes zones géographiques** de destination et d'origine des expéditions et des approvisionnements.
- **Modes utilisés** pour les expéditions et les approvisionnements (modes principaux et modes de pré et post acheminement maritime, en % des tonnages).
- **Modalités de facturation de transport des envois**_(franco de port, départ usine, mixte).
- **Disponibilité d'un parc propre** de véhicules utilitaires routiers (nombre total de véhicules et nombre $\geq 3,5T$ de PTAC).
- **Transport des déchets** : volumes, lieux de traitement, modes utilisés.

Questionnaire « Établissement »

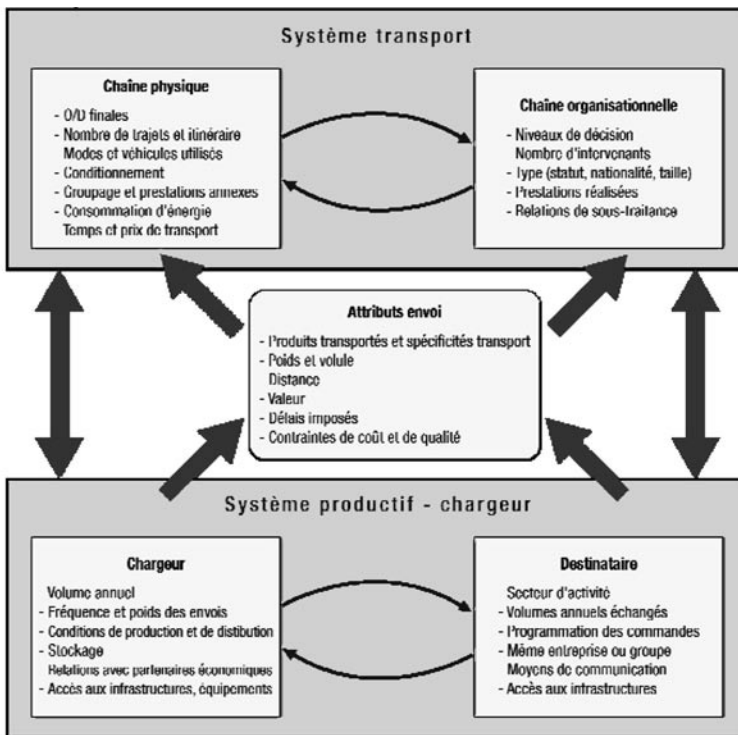
- **Caractéristiques économiques de l'établissement** : localisation, secteur d'activité, nature de l'établissement, taille, appartenance à une entreprise multi-établissement ou à un groupe...
- **Caractéristiques industrielles de production et de distribution** :
 - diversité des produits fabriqués ou écoulés, échelle de production (unité, petites séries, grandes séries...) et niveau de qualification de la main d'œuvre ;
 - degré de flexibilité (part de la production effectuée sur stocks ou sur commande, délais moyens de traitement des commandes) ;
 - utilisation d'outils de gestion intégrés et d'interfaces clients et fournisseurs, outils de traçabilité des produits ;
 - durées moyennes de stockage (nombre de jours de production), réalisation de prestations logistiques pour tiers ;
 - externalisation des opérations de production ou de stockage (lieux de différenciation finale des produits, entrepôts ou plates-formes logistiques intermédiaires).
- **Partenaires économiques, clients ou donneurs d'ordre** : nombre, secteurs d'activité, moyens de communication utilisés.
- **Partenaires transport ou logistique** : nombre, types de contrats, moyens de communication.
- **Équipements de transport et qualité d'accès aux infrastructures de transport.**
- **Maîtrise du transport** : charge contractuelle et niveaux de décision (établissement / groupe /clients /auxiliaires de transport).
- **Part estimée des coûts de transport** dans le prix de vente des produits.
- **Changements significatifs de modes**_opérés au cours des 5 dernières années, raisons.

Questionnaires « envois »

- **Conditions de l'échange commercial** : liens avec le destinataire, volumes annuels échangés, moyens de communication utilisés, conditions de passation de commande et contraintes imposées en matière de délais.

- **Caractéristiques physiques et économiques des envois :**
 - poids et volume, nature des produits transportés et contraintes de transport associées, valeur ;
 - conditions de départ : conditionnement, envoi isolé, lot groupé ou tournée, poids total.
- **Imputation contractuelle des coûts de transport et prix payé** par le chargeur pour le transport et les prestations associées (partie à charge).
- **Modalités d'organisation du transport** (qui décide, à quel niveau, selon quel critère)
 - envois terrestres : critères de choix du mode retenu pour l'envoi, mode alternatif et raisons de non choix, comparaison pour le mode retenu et pour le mode alternatif des prix, durées de transport et risques de retard ;
 - envois maritimes et aériens : modalités d'acheminement terrestre, type de ligne ou de vol, conditionnement, critères de choix (modes de transport, choix portuaires et aéroportuaires).

Figure 4 : principales informations recueillies



Source : Inrets, enquête ECHO

des informations recueillies dans les questionnaires « trajets » et permettent de reconstituer les combinaisons de modes et de véhicules, les nombres de trajets et les types de plates-formes par lesquelles les envois transitent ; elles permettent également de connaître les distances totales parcourues, les temps cinétiques de transport et les temps d'immobilisation sur les plates-formes ou encore d'estimer les consommations moyennes d'énergie par type de chaînes. Les chaînes organisationnelles sont la synthèse des questionnaires « intervenants », elles permettent de préciser le nombre d'opérateurs impliqués par chaîne, et de faire des typologies en fonction de leurs caractéristiques économiques), et aussi en fonction de la nature des relations économiques qu'ils entretiennent entre eux et avec le chargeur ou le destinataire (partenariat habituel ou occasionnel, relations de sous-traitance, niveaux de prise de décision...).

6. Plan d'échantillonnage

Le plan de sondage répondait à des objectifs multiples. Il s'agissait d'une part d'obtenir une bonne représentativité statistique du point de vue des trafics générés en tonnes et en nombres d'envois. Il fallait également prévoir un découpage par activité qui se prête à des analyses économiques par grandes filières de production et veiller à préserver les possibilités de comparaison avec la précédente enquête chargeur 1988. On souhaitait enfin s'assurer d'une représentation suffisante des envois non routiers, objectif particulièrement difficile compte-tenu de la quasi-omniprésence de la route en nombre d'envois. À ces objectifs s'ajoutaient par ailleurs des contraintes plus spécifiques sur un nombre minimal d'envois internationaux et d'envois en provenance de la région Nord-Pas-de-Calais ainsi que sur un nombre cette fois-ci maximal d'envois en compte-propre dont les chaînes relativement simples ne nécessitaient pas un grand nombre d'observations.

Atteindre tous ces objectifs en même temps tout en préservant les possibilités de redressement était très ambitieux et le plan de sondage final est un compromis. Ce plan a été conçu en 2 étapes, la première portant sur la sélection des établissements, la seconde sur celle des envois.

6.1. Échantillonnage des établissements

Cette étape a été réalisée à partir du fichier SIRET de l'INSEE qui recense l'ensemble des établissements nationaux français en prévoyant, comme en 1988, un découpage fin par activité et taille d'établissement auquel s'est ajouté un troisième critère destiné à la sur-représentation des établissements susceptibles d'emprunter les modes non routiers.

Le critère de la taille de l'établissement s'avère notamment celui qui permet le mieux d'améliorer la précision des estimateurs en tonnes et en nombre d'envois. Les taux de sondage, progressifs avec la taille de l'établissement, ont été calculés en testant sur les données 1988 différentes stratégies d'allocation d'échantillonnage et s'appuient sur un découpage en 5 classes d'effectif salarié, 10-19, 20-49, 50-499, 500-999 et 1000 salariés (Guilbault, Armoogum, Rizet, 2002). Les mêmes tests ayant montré que le découpage par activité ne modifiait pas sensi-

blement la précision des estimations, c'est la logique économique et transport qui a été privilégiée pour ce deuxième critère ; le découpage retenu, en 39 groupes d'activité, tient toutefois compte là aussi des résultats de l'enquête passée et a été effectué en s'assurant d'une certaine homogénéité des caractéristiques logistiques et notamment des poids d'envoi à l'intérieur de chacun des groupes. Les classes modales enfin ont été construites à l'intérieur de chacun de ces groupes en identifiant les établissements dont l'activité détaillée, la taille ou la localisation pour les dessertes fluviales et ferroviaires pouvaient être favorables à un mode donné. Ce travail a été fait pour le fluvial à partir de l'analyse des fichiers VNF ; pour le ferroviaire en collaboration avec la SNCF à partir de ses fichiers clients ; et pour l'aérien à partir des fichiers des douanes. Il n'a pas pu être fait pour le maritime dans la mesure où les fichiers disponibles permettaient d'isoler surtout les grands vracs sans différencier véritablement les autres produits conteneurisés, estimés les plus intéressants du point de vue de l'enquête. Le plan final de sondage croisant ces 3 critères comprend 300 strates pour lesquelles les taux de sondage théoriques varient de 0,3 % à la quasi-exhaustivité pour les grands établissements de 1 000 salariés et plus et les établissements utilisateurs du fluvial ou du ferroviaire.

6.2. Échantillonnage des envois

La seconde étape d'échantillonnage a été réalisée en cours d'entretien à l'issue du recensement des 20 derniers envois, tous modes confondus, des établissements enquêtés et a consisté en un tirage probabilisé des envois enquêtés, 3 par établissement, qui soit propre là aussi à assurer une sur – représentation des envois des catégories désirées tout en respectant la représentativité de l'échantillon et les possibilités de redressement. La procédure a été par ailleurs consolidée par le recensement complémentaire du dernier envoi réalisé au cours des 3 derniers mois par chacun des modes non routiers et par le tirage d'envois « forcés » qui ont de fait un poids très faible dans les redressements mais qui ont permis de renforcer la taille des échantillons pour des analyses plus qualitatives. Enfin, dernier élément de sur-représentation, on a réinterrogé à 6 mois d'intervalle les établissements les plus grands et les établissements utilisateurs des modes non routiers acceptant le principe d'une telle réinterrogation. De l'ordre de 600 établissements ont ainsi été réinterrogés pour lesquels ce sont au total non plus 3 mais 6 envois qui ont pu être enquêtés.

Ces procédures de sur-représentation ont effectivement permis d'améliorer la représentation des modes non routiers. La comparaison des résultats obtenus avec un simple tirage aléatoire montre que le nombre d'envois enquêtés a été multiplié par 14 pour le ferroviaire et par 24 pour le fluvial tandis que les envois aériens, combinés rail-route et maritimes ont été multipliés dans des proportions de 3 à 5 (Armoogum, Guilbault, 2004). Satisfaisants pour le maritime et l'aérien pour lesquels les objectifs initiaux de 9 % d'envois pour chacun de ces modes ont pu être atteints, les résultats sont restés toutefois insuffisants pour le ferroviaire et le fluvial. L'échantillon final ne compte que 3 % d'envois ferroviaires et 2 % d'envois combinés rail-route tandis que la part de la voie d'eau est restée très

faible, 70 envois, et ne se prête guère qu'à des approches de type monographique. La principale difficulté rencontrée à ce niveau est liée au très faible nombre d'établissements qui ont recours aux modes non routiers. Les résultats redressés sur les pratiques modales des établissements (Guilbault *et al.*, 2008 chapitre 3) montrent que seuls 4 % des établissements du champ étudié utilisent le ferroviaire, *ne serait-ce que de façon occasionnelle*. Ils sont également seulement 3 % à utiliser le transport combiné rail-route et 1 % le fluvial. La population des établissements concernés par ces modes est donc très faible et qui plus est concentrée sur quelques secteurs d'activité. Par ailleurs ce sont souvent les mêmes établissements qui utilisent ces modes rares. Ceci est particulièrement vrai pour les établissements utilisateurs du fluvial qui ressortent des analyses comme des établissements pratiquant une politique de transport différenciée, utilisant les avantages de chacun des modes : 47 % des établissements utilisateurs du fluvial sont également utilisateurs du ferroviaire, 26 % sont utilisateurs du transport combiné rail-route, 86 % sont utilisateurs du maritime et ils sont également encore 26 % à avoir recours à l'aérien (Guilbault *et al.*, 2008 chapitre 6) . Le tirage des envois, avec un nombre forcément limité d'envois par établissement se heurte ainsi à des problèmes de concurrence entre modes rares. Il est probable qu'une meilleure prise en compte des envois de ces modes passe par des approches statistiques distinctes pour la constitution de l'échantillon d'ensemble et celle d'échantillons complémentaires représentatifs des modes ferroviaires et fluviaux, avec plus de tirages dits « forcés » et une réflexion méthodologique sur les possibilités de redressement propres à ces échantillons séparés.

7. Réalisation du terrain

7.1. Moyens mis en œuvre

Le bilan de terrain (ISL, 2006) permet d'illustrer l'importance des moyens mis en œuvre pour cette enquête qui a été lancée sur le terrain en juin 2003 pour la préparation des enquêteurs et le démarrage du screening et s'est achevée en janvier 2005 avec les dernières interviews de reconstitution des chaînes. Vue du côté du terrain l'organisation générale de l'enquête y est présentée en trois grandes phases menées de façon simultanée et emboîtée mais faisant appel à des moyens différents :

- Le recrutement des chargeurs ou « screening » dont l'objectif était de vérifier l'éligibilité des adresses chargeurs du point de vue des critères d'échantillonnage et d'obtenir leur acceptation de l'entretien ; effectuée de façon centralisée à partir de la plate forme téléphonique IRDIS cette première phase a mobilisé 75 enquêteurs entre juin 2003 et septembre 2004.
- L'interrogation des chargeurs en face à face qui a mobilisé de juillet 2003 à octobre 2004 143 enquêteurs spécialisés en entreprises, répartis sur l'ensemble du territoire national.
- L'interrogation téléphonique des intervenants faite de nouveau de façon centralisée à partir de la plate forme IRDIS ; effectuée de septembre 2003 à

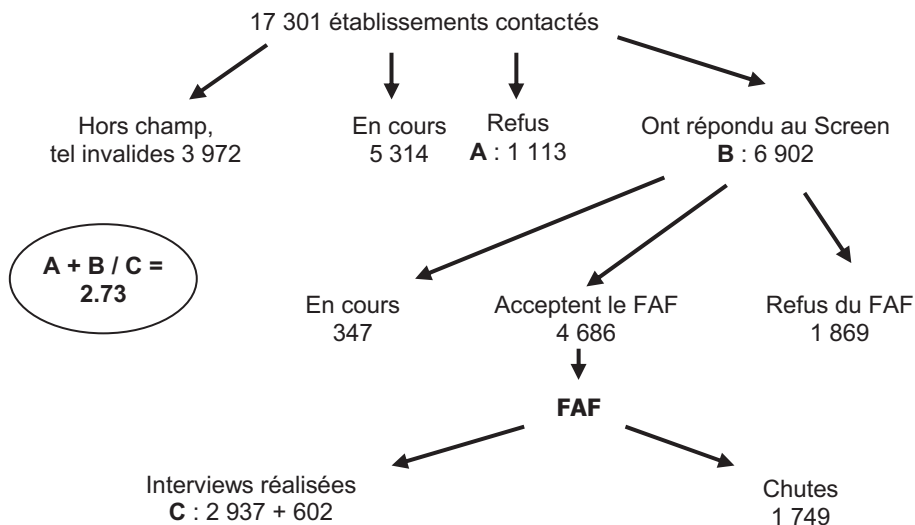
janvier 2005 par 82 enquêteurs spécialement formés pour l'enquête et parlant plusieurs langues, cette dernière phase a nécessité près de 134 500 contacts téléphoniques, 17 000 heures d'interviews et 1 000 heures de règlements de litiges.

Ces chiffres montrent l'ampleur du terrain mais également l'importance pour ce type d'enquête du travail de coordination qui a été assuré par l'intermédiaire d'une cellule d'étude constituée de 3 directeurs et chargés d'études et de 5 assistants chargés du suivi de l'avancement, de la vérification des questionnaires et du montage de la base de données. Ce travail de coordination a été notamment essentiel pour la reconstitution des chaînes de transport pour lesquelles l'interrogation des intervenants faite par des enquêteurs différents rendait nécessaire la mise au point de fiches synoptiques d'avancement de chaque chaîne ainsi que de nombreuses vérifications dont témoigne l'importance du nombre d'heures de règlement de litiges.

7.2. Équilibrage de l'échantillon et bilan global d'enquête

Parmi ces tâches de coordination, on mentionnera également la gestion des adresses qui est un autre élément essentiel de qualité, cette fois-ci statistique. Cette gestion des adresses a été effectuée pour chacune des 300 strates croisant la taille, l'activité et le groupe modal en libérant les adresses selon un ordre de priorité défini aléatoirement par l'INRETS et en veillant à l'équilibrage de l'échantillon grâce à des réajustements effectués chaque semaine en fonction des taux de chute du screening et des interviews face à face, et chaque mois en fonction du nombre d'envois manquants en face à face ou non validés en relecture.

Figure 5 : bilan global d'enquête



Source : ISL, enquête ECHO

En cas d'épuisement de l'effectif d'une strate, l'ajustement était fait en puisant dans la strate la plus « proche » en privilégiant d'abord le groupe modal afin de veiller au respect des objectifs désirés pour les modes rares, puis la tranche d'effectif afin de respecter au mieux les critères d'allocation optimale d'échantillonnage et en troisième lieu la proximité sectorielle.

Le dernier élément sur lequel on conclura cette présentation du terrain concerne le bilan global d'exploitation en termes d'adresses exploitées et d'acceptation ou de refus d'entretien. Il est en effet important dans la préparation des enquêtes, lors du calcul des taux théoriques de sondage, de pouvoir apprécier les taux effectivement réalisables sur le terrain ; or très peu de données existent en ce domaine. Ces éléments d'appréciation sont résumés dans la figure 5 et conduisent à un taux moyen de 2,73 adresses valides pour une interview complètement réalisée et validée.

8. Premiers résultats publiés et thèmes de recherche

De premiers résultats ont été sortis sous forme de tableaux d'exploitation⁴ et d'un rapport d'analyse qui a été repris dans les collections de l'INRETS et qui présente les principaux résultats de cette enquête (Guilbault *et al.*, 2008). Les thèmes traités concernent la génération de trafic des établissements ; l'analyse du poids des envois par secteur d'activité et mode de transport ; les pratiques de recours modal des établissements et leurs caractéristiques de production ; l'analyse des différents types de chaînes modales et organisationnelles et de leurs caractéristiques d'envois ; l'analyse des trajets et des caractéristiques des véhicules ; ainsi que des analyses plus approfondies des modes, maritime, aérien et fluvial.

Ces premières exploitations sont cependant loin de couvrir l'ensemble des pistes de recherche. L'enquête, de par sa dimension, permet de disposer d'un matériau important d'analyse sur des thèmes variés. On mentionnera parmi les recherches susceptibles d'être développées ou déjà engagées et dont certaines sont présentées dans le cadre de ces actes :

- ***L'analyse des différentes formes d'organisation productive et logistique des chargeurs.*** Ce thème peut avoir pour objet l'établissement d'indicateurs logistiques tels que le degré de spécialisation et de technicité des entreprises, leurs pratiques de stockage, leurs contraintes en termes de délais ou de juste à temps. Il peut aussi consister à dégager des familles logistiques susceptibles d'expliquer les choix de transport opérés comme proposé dans les approches présentées en troisième partie de ces actes (C. Blanquart, V. Carbone) à propos de la filière textile. Des approches similaires peuvent être envisagées pour d'autres filières de production, elles le sont notamment pour la filière agroalimentaire des boissons et la filière des

⁴ Inrets, Rapport de Convention n° 5803/02, phase 5

Enquête ECHO. Premiers tableaux d'exploitation : Tome 1 : Établissements chargeurs, août 2005 ; Tome 2 : Envois et chaînes modales, décembre 2005 ; Tome 3 : Intervenants et chaînes organisationnelles, mars 2006 ; Tome 4 : Trajets, mars 2006.

médicaments ; elles peuvent l'être également pour des comparaisons internationales et notamment avec l'Allemagne en s'appuyant sur les résultats comparés de l'enquête ECHO et de l'enquête DLR présentée en seconde partie.

- **La question du choix modal** est un autre exemple de thème qui peut être abordé dans l'enquête de différentes façons. À partir de l'analyse des contraintes productives des chargeurs, comme dans les approches précédentes mais aussi à partir de l'analyse des critères de choix et de non choix mis en avant par les chargeurs comme présenté en 4^e partie (M. Guilbault, M. Soppé, C. Cruz) ou encore avec des approches plus modélisatrices à partir de l'analyse des caractéristiques d'envoi. L'enquête permet à ce niveau d'intégrer de nombreuses variables rarement disponibles ailleurs ; il s'agit en l'occurrence de variables directement liées à l'envoi telles que son poids, sa valeur marchande, la distance et les délais de livraison demandés ou encore les contraintes spécifiques liées à la nature des produits transportés ; il peut s'agir aussi de variables qui permettent de resituer l'envoi étudié dans l'ensemble de l'organisation productive et logistique des chargeurs comme les tonnages totaux et les fréquences des envois annuels expédiés, tous destinataires confondus et vers le destinataire de l'envoi, variables qui s'avèrent très souvent déterminantes des choix effectués.
- **L'analyse des différents segments de marchés du transport.** Les données recueillies se prêtent à une différenciation fine de ces segments de marchés qui va au-delà d'un simple découpage modal : analyse comparée du compte propre et du compte d'autrui, importance et conditions de la sous-traitance routière, messagerie classique ou express, groupage, trains complets, lotissement ferroviaire, intermodal... Les analyses envisageables à ce niveau portent sur la description des chaînes physiques et organisationnelles et des caractéristiques d'envois propres à ces différents segments ainsi que sur l'appréciation de leurs potentialités de développement au regard des caractéristiques de la demande de transport. Elles permettent également d'étudier les logiques d'acheminement terminal : pré acheminements maritime et aérien, vols camionnés, politiques de hub, analyse des maillons urbains...
- **L'analyse de l'organisation des transports** telle qu'abordée en 5^e partie de ces actes (O. Bréhier) ouvre également un ensemble de recherches sur les caractéristiques et le rôle des opérateurs de transport et l'évolution du métier de transporteur : quels types d'opérateurs et quels types de partenariat pour quels types d'envois et de prestations ?

On mentionnera enfin des thèmes plus pointus ou plus transversaux comme la place des outils d'information et de communication dans les entreprises ou dans la chaîne de transport ; l'analyse des prix de transport payés par les chargeurs et rapportés à leur environnement économique et à des prestations spécifiées ; des analyses comparatives des consommations d'énergie prenant en compte les différents maillons de la chaîne de transport...

La continuité avec la précédente enquête chargeur 1988 permet d'enrichir ces différents thèmes en mettant en évidence les grandes évolutions économiques et logistiques affectant les transports et dont certaines sont présentées dans le chapitre suivant. Les applications pour la recherche sont nombreuses, elles couvrent aussi bien des approches modélisatrices que des approches plus compréhensives et plus qualitatives pour lesquelles l'enquête peut fournir des éléments précieux de cadrage et de réflexion.

Références

- Andersson D. (2002). Analyses of transport solutions based on the Swedish Commodity Flow Survey CFS 2001. Linköping University.
- Armoogum J., Guilbault M. (2004). Sampling schemes for shipper and transport chain survey: the example of the French ECHO survey. 10th World Conference on Transport Research Society 4-8 July 2004 Technical University of Istanbul.
- Gouernal E., Hanappe P. *et al.* (1989) Pratiques de transport des industries et des commerces de gros .Rapport de recherche INRETS n° 99.
- Guilbault M. (coordination scientifique) *et al.* (2008) Enquête ECHO. Résultats de référence. Les collections de l'INRETS, Synthèse n° 56. Lavoisier, Paris.
- Guilbault M., Armoogum J., Rizet Ch. (2002). Enquête ECHO. Rapport méthodologique d'étape. Rapport de convention METL n° 5803/02. INRETS.
- Guilbault M., Piozin F., Rizet Ch. (2000). Préparation d'une nouvelle enquête auprès des chargeurs. Résultats de l'enquête test Nord-Pas-de-Calais. Rapport de Convention DTT N° 690-9819, INRETS.
- ISL (2005). ECHO: bilan de fin d'enquête. Power point. Comité de pilotage de l'enquête ECHO, avril 2005.
- Tardieu Ph., Guilbault M., Houée M., Rizet Ch., van Meijeren J.C. (1999). The production of information about freight transport. Consortium de recherche européen Mystic, Project ST-97-SC.2101 – Deliverable 6. NEA & INRETS.
- SIKA (2003) Commodity flow survey 2001. Method report. SIKA Report 2003:4 Swedish Institute for Transport and Communication Analysis, Stockholm.

Grandes tendances d'évolution des pratiques de transport et logistique au travers des enquêtes chargeurs 1988 et ECHO 2004

Michèle Guilbault, Martin Soppé

*Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail
INRETS*

Descartes 2 – 2, rue de la butte verte

F-93166 Noisy-le-Grand Cedex

michele.guilbault@inrets.fr, martin.soppe@inrets.fr

Résumé

L'évolution des transports est étroitement liée aux caractéristiques productives des entreprises chargeurs qui sont à l'origine du fret. Le propos de cette présentation est de montrer à partir d'indicateurs issus des enquêtes « chargeur 1988 » et « ECHO 2004 » les grands changements économiques intervenus au cours de cette période séparant les deux enquêtes et leur incidence sur les transports. Les indicateurs de tendance présentés montrent l'éclatement du tissu productif en un nombre de plus en plus grand de petites unités tandis que les relations économiques sont à la fois plus nombreuses mais aussi plus morcelées et plus complexes avec notamment un développement de l'intermédiation. L'accent est mis également sur les modifications intervenues dans la logistique interne des entreprises en termes de réactivité à la demande, de stockage ou d'organisation des circuits de distribution. Une troisième série d'indicateurs traite de l'ouverture des marchés et de l'allongement des distances de transport. La dernière série d'indicateurs traite des conséquences de ces évolutions sur les transports et met en valeur la multiplication des flux et l'importance croissante des petits envois qui rend particulièrement difficile le recours aux modes alternatifs à la route.

Introduction

L'enquête ECHO réalisée à l'initiative du MEEDDAT et de l'INRETS a rassemblé un grand nombre de données quantitatives qui permettent d'aborder la relation entre le système productif et le système de transport sous différents angles et

avec des niveaux de détail poussés. Au-delà des premiers travaux et recherches réalisés (Guilbault *et al.*, 2008) ou en cours et dont certains sont présentés dans ces actes, nous avons ressenti la nécessité d'une production à la fois plus globale et plus synthétique qui serait une sorte de tableau de bord permettant de saisir rapidement les états de fait ou les évolutions en cours. C'est dans cet esprit que nous avons entrepris la présente recherche référencée sous le sigle INDECO. Cette recherche qui bénéficie de l'appui du MEEDDAT consiste à sélectionner une série de variables clés regroupées en thèmes et dont la lecture donne une vision d'ensemble de la relation entre la production et le système de transports. Il s'agit de données souvent relativement simples mais que l'on trouve rarement ou de façon éparse dans la littérature ou dans les statistiques habituelles, alors qu'il s'agit de repères fondamentaux. Le rapprochement des résultats de cette deuxième enquête 2004 avec ceux de la précédente enquête qui avait été réalisée en 1988 nous a convaincu en particulier de l'intérêt de l'établissement de telles séries d'indicateurs pour comprendre l'évolution des transports.

Seuls sont présentés ici les indicateurs les plus caractéristiques portant sur la transformation *structurelle* du système productif et sur ses conséquences qualitatives et quantitatives sur la demande de transport. Nous verrons à travers une première série d'indicateurs les principales évolutions du tissu économique qui affectent la demande de transport : le tissu productif devient plus éclaté, hétérogène et complexe avec de nouvelles structures organisationnelles du type groupe et réseau tandis que la production de biens technologiques se développe et que la tertiarisation de l'économie continue de progresser avec un renforcement des activités d'intermédiation. Ce sont aussi les conditions de production à l'intérieur même des entreprises qui évoluent et une seconde série d'indicateurs porte sur l'analyse des pratiques logistiques des chargeurs. Ces indicateurs s'intéressent notamment à la structure des circuits de distribution et d'entreposage et au développement des techniques de juste à temps qui se traduisent par une plus grande exigence en matière de mobilité des marchandises dans un contexte où les entreprises diminuent leur niveau de stock et attendent plus de flexibilité du système de transport. Le troisième niveau d'analyse proposé décrit la structure géographique des flux. La division du processus de production, son affranchissement des frontières nationales et continentales ont comme conséquence directe un élargissement des marchés et une augmentation des interactions et des distances à franchir. Les évolutions du système productif se répercutent enfin sur le système de transports auquel se rattache la dernière série d'indicateurs. Ils montrent de manière agrégée une augmentation nette des volumes de transport qui s'accompagne d'une transformation de la nature de la demande : les flux de transports sont plus fragmentés tant d'un point de vue géographique que temporel, les nombre d'envois augmentent plus rapidement que les tonnages et les poids des envois sont de plus en plus faibles. L'amplification du phénomène des petits envois est une des contraintes majeures auxquelles les transports doivent faire face, cela conduit à des conséquences relativement connues en termes de répartition modale et à l'apparition de chaînes de transport plus complexes tant du point de vue physique qu'organisationnel, phénomènes que l'on rattache ici à l'évolution de la demande industrielle.

La dernière remarque introductive concerne le champ d'analyse qui est rapporté ici au champ de l'enquête 1988 et couvre uniquement les établissements de 10 salariés et plus des commerces de gros et de l'industrie. Sont exclus de ce champ les industries d'extraction de produits pétroliers, minerais et minéraux, le BTP (Bâtiment et Travaux Publics), les entreprises de production agricole (y compris les coopératives agricoles ajoutées seulement en 2004) et l'ensemble des secteurs aval des services et du commerce de détail (y compris la vente par correspondance, les entrepôts et les secteurs de la récupération ajoutés là aussi en 2004). Par rapport à l'ensemble du champ des transports, les principales exclusions restent les grands vracs de biens intermédiaires bruts les produits agricoles, saisis uniquement au travers des commerces de gros et une partie des trafics urbains de marchandises liés aux activités de commerce de détail et de services. Le taux de couverture des tonnages totaux SITRAM (expéditions nationales et exportations) estimé à 47 % pour l'ensemble du champ 2004 (Guilbault, Houée. L'outil enquête chargeur. Supra, partie 1) passe à 42 % rapporté à l'ensemble du champ 1988 et de 84 % (ECHO champ 2004) à 75 % (ECHO champ 1988) de ces mêmes tonnages hors grands vracs de biens intermédiaires bruts ou agricoles.

Exprimée non plus en tonnage mais en nombre d'établissements la part du champ couvert est par contre plus réduite et représente moins de 3 % de la population totale du fait principalement de l'exclusion des petits établissements et des activités aval de commerces de détail ou de services : **les établissements générateurs de fret ne représentent qu'une petite partie du tissu productif et les analyses présentées ont aussi pour objet de replacer ces établissements dans les grandes évolutions d'ensemble de l'économie en insistant sur leur spécificité.**

1. Évolution structurelle du tissu productif

Le premier grand indicateur auquel nous nous intéressons est la population des établissements émetteurs ou récepteurs des flux de marchandises. L'évolution du nombre d'établissements et leur distribution par taille et par secteur d'activité marquent à cet égard des changements structurels qui ont un impact direct sur la génération des flux de transport.

1.1. Fragmentation du tissu économique et recul des grands établissements

Un des principaux phénomènes de ces dernières décennies est un processus de déconcentration économique marqué par le recul des grandes entreprises dont le poids dans notre économie a cessé d'augmenter à partir des années 1980 pour diminuer ensuite de façon continue au profit des petites et moyennes entreprises (PME) de 10 à 499 salariés puis, à partir des années 1990, au profit de celui des très petites entreprises (TPE) de moins de 10 salariés (Moati, 2002). Sur 2,8 millions d'entreprises recensées en 2004 hors entreprises agricoles et organismes financiers, 93,4 % sont des TPE de moins de 10 salariés, 6,5 % sont des PME tandis qu'à l'opposé les grandes entreprises de 500 salariés et plus représentent seulement 0,1 % du nombre total d'entreprises (Tab. 1).

**Tableau 1 : répartition des entreprises par taille au 1^{er} janvier 2004
(entreprises non financières, non agricoles)**

Tranche d'effectif salarié	Nombre d'entreprises (hors entreprises financières et agricoles)	
	millier	%
0 à 9	2 631	93,4 %
10 à 49	183	6,5 %
500 et +	3	0,1 %
Total	2 817	100 %

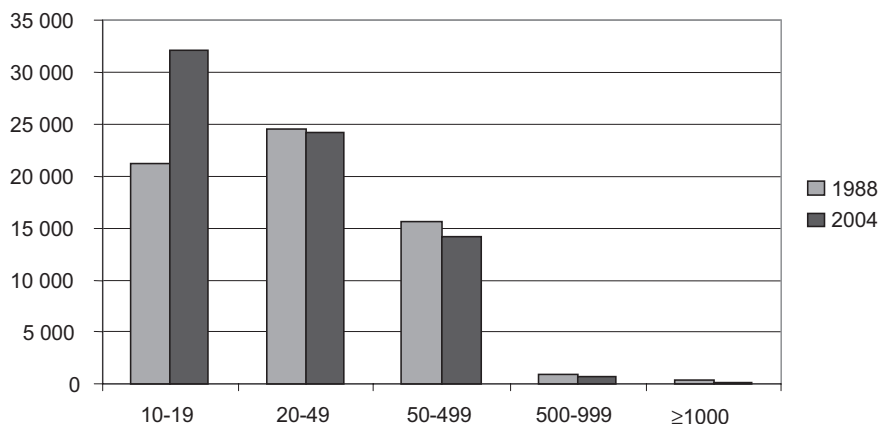
Source : Suse (Système unifié de statistiques d'entreprises), Annuaire Statistique Insee 2007

Le phénomène est général et touche l'ensemble des secteurs y compris l'industrie où la part des grandes entreprises reste toujours inférieure à 0,5 %. Il se retrouve de fait sur l'ensemble du champ couvert par nos enquêtes chargeurs pour lesquelles l'unité d'observation n'est plus l'entreprise mais l'établissement c'est-à-dire non plus l'entité juridique de production mais les différents sites d'activité de l'entreprise qui apparaissent comme des unités plus pertinentes dès lors que l'on s'intéresse aux flux émis et reçus et à leur fragmentation spatiale⁵.

À champ égal, le nombre total d'établissements recensés par ces enquêtes focalisées sur les secteurs générateurs de fret et les établissements de 10 salariés et plus a augmenté de l'ordre de 14 %. Cette augmentation reste cependant uniquement le fait des établissements de moins de 20 salariés dont la part s'accroît tandis que celle des autres tranches décroît et ceci d'autant plus rapidement que la tranche de taille est élevée (Fig. 1). **On note en particulier un recul très net des grands établissements de 500 salariés et plus dont le nombre a diminué de plus de 40 % entre 1988 et 2004 et ne représente plus en 2004 que moins de 800 établissements pour l'ensemble du champ étudié.**

Ce morcellement du tissu économique en un nombre de plus en plus grand de petites unités est un élément de base qu'il faut avoir à l'esprit dès lors que l'on s'intéresse au lien étroit entre le système de production et le système de transport. Un plus grand nombre de points d'émission et de réception implique une croissance plus que proportionnelle des volumes des transports et du nombre de flux. De la même façon, le recul des grands établissements est un élément structurant du marché des transports dans la mesure où ces grands établissements sont les plus susceptibles de générer des flux massifiés. Ce dernier point est illustré par le tableau 2 qui montre la contribution de chaque tranche de taille – petits, moyens et grands établissements – dans le total des trafics émis en tonnes et en nombre d'envois.

⁵ Une entreprise peut être mono-établissement ou multi-établissements. On compte autant d'établissements pour une entreprise que de sites de production géographiquement individualisés, soit 1,15 en moyenne par entreprise en 1988 et 1,26 en 2004 pour l'ensemble des entreprises du champ ICS (Industrie Commerce et Services) Insee.

Figure 1 : évolution 1988-2004 des établissements par taille

Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988

Tableau 2 : rôle de la taille de l'établissement dans l'émission des flux

	Établissements	Tonnages	Envois
Petits établissements (10-49)	75 %	40 %	47 %
Moyens établissements (50-499)	24 %	49 %	47 %
Grands établissements (500 et +)	1 %	11 %	6 %

Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988

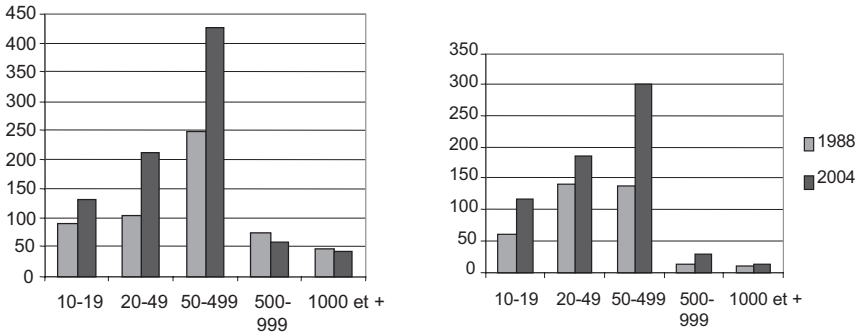
La première observation concerne l'importance dans le total des trafics émis des petits et moyens établissements, rarement étudiés par ailleurs mais qui représentent 89 % des tonnages. Cependant, bien que ce soient les petits établissements qui dominent largement la population des établissements (75 %), ce sont les établissements de taille moyenne qui génèrent le plus de trafic. On retrouve ici, de façon quantifiée, un effet de taille logique et connu à savoir une propension à générer des flux qui augmente fortement avec la taille, les grands établissements étant ceux qui génèrent proportionnellement les tonnages les plus importants (11 % des tonnages rapportés à 1 % des établissements). Ce résultat est lié à la fois à la capacité de production des grands sites (main d'œuvre, caractère industriel, superficie) et à leur puissance économique.

La comparaison des parts de trafic en tonnage et en envois donne une autre information intéressante qui montre le lien également net entre la taille des établissements et la fragmentation de leurs envois. Si on considère le ratio tonnage/envois comme un indicateur de la fragmentation des flux, celle-ci apparaît liée à la taille : les flux les plus fragmentés proviennent des établissements les plus petits (40 % des tonnages versus 47 % des envois) tandis que les flux les plus

massifiés sont le fait des grands établissements (11 % des tonnages versus 6 % des envois).

L'évolution des grands établissements en termes de trafics (Fig. 2) est également tout à fait frappante. Alors que tonnages et envois augmentent pour les établissements de taille petite ou moyenne on observe pour ces grands établissements de 500 salariés et plus une diminution des tonnages produits (liée à la diminution du nombre de ces établissements) parallèlement à une croissance du nombre d'envois. Le phénomène de fragmentation touche donc tout particulièrement cette catégorie de grands chargeurs qui sont les plus grands utilisateurs des modes massifiés. Cette tendance signifie que *la population des grands établissements qui est déjà en diminution, fragmente aussi de plus en plus les flux produits ce qui contribue à favoriser le transport routier par rapport aux modes alternatifs.*

Figure 2 : évolution de la part des tonnages et des envois générés en fonction de la taille des établissements



Tonnages annuels générés (millions) Envois annuels générés (millions)

Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988

1.2. Liens économiques : la complexification du tissu

Les évolutions précédemment décrites qui marquent le déclin du modèle fordiste de la grande entreprise au profit d'entreprises plus petites jugées plus flexibles et réactives s'accompagnent d'autres formes d'intégration économique. Les entreprises et le système de production sont plus parcellisés et spatialement éclatés mais dans le même temps des organisations plus élargies et plus structurées se développent, plus propices à des économies d'échelle et à un meilleur positionnement sur le marché. Ces formes d'intégration sont multiples qu'il s'agisse d'opérations de fusions-acquisitions et de l'émergence de grands groupes mondiaux ou de relations de partenariat plus souples où chacun garde son autonomie mais se coordonne afin d'atteindre une meilleure efficacité. Le concept de *supply chain* relève de ces formes de partenariat dont le développement s'appuie également sur le développement des nouvelles technologies de l'information. La réalité du tissu économique est à la fois complexe et mouvante et difficile à saisir de façon statistique.

Les données de l'Insee permettent de suivre ces évolutions à travers deux indicateurs qui sont le nombre d'établissements par entreprise dont on a vu qu'il était croissant sur la période étudiée (1,15 en moyenne par entreprise en 1988 et 1,26 en 2004) et la notion de groupe financier défini comme un ensemble de sociétés majoritairement contrôlées, directement ou indirectement, par une société mère elle-même non contrôlée majoritairement.

Tableau 3 : part des entreprises et des salariés appartenant à un groupe financier

	% entreprises	% salariés
Industrie	10 %	74 %
Construction	2 %	31 %
Commerce	5 %	53 %
Services	3 %	52 %
Ensemble champ ICS	4 %	56 %

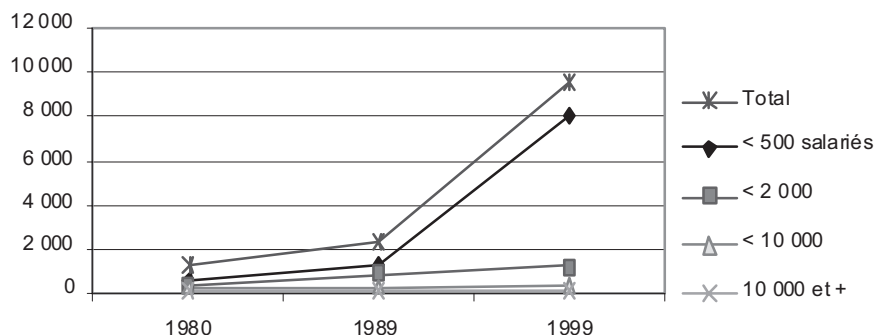
Source : Insee – SUSE LIFI 2004, entreprises hors organismes financiers et exploitations agricoles

Le tableau 3 relatif à l'année 2004 montre que la proportion d'entreprises appartenant à des groupes financiers ainsi définis ne représente que 4 % des entreprises mais 56 % des salariés (ensemble des entreprises hors organismes financiers et entreprises agricoles). L'emprise des groupes est plus marquée pour les entreprises de taille moyenne ou grande, elle l'est également pour les secteurs de l'industrie (10 % des entreprises et 74 % des salariés en 2004).

Les analyses rétrospectives faites par l'Insee sur la période 1980-1999 (Chabanas, 2002) montrent la très forte croissance tant du nombre de groupes que du nombre d'entreprises contrôlées mais elles montrent aussi, ce qui est relativement méconnu, que l'essentiel de cette croissance reste le fait de micro-groupes de moins de 500 salariés. Le nombre des grands groupes de 10 000 salariés et plus auquel on fait généralement référence est resté relativement stable (autour de 80) même si leur puissance s'est accrue en nombre d'entreprises contrôlées. **Le phénomène marquant reste le tissage de relations entre petites et moyennes entreprises au travers de micro-groupes dont la taille n'excède pas celle d'une PME.** Les ramifications sont nombreuses, 25 % des dirigeants de PME de 10 à 250 salariés déclarent détenir une part majoritaire d'autre(s) PME. Ils sont 43 % parmi celles de 100 à 250 salariés (Observatoire des entreprises de la Caisse d'épargne, 2007).

Les indicateurs retenus dans l'enquête ECHO et la précédente enquête chargeur 1988 privilégient une définition large de l'appartenance à un groupe : entreprise multi-établissements implantée sur plusieurs sites, groupe financier tel que défini par l'Insee, ou encore groupe économique regroupant des entreprises unies par des liens tels que réseaux franchisés, concessions, contrats de sous-traitance

Figure 3 : évolution 1980-1999 du nombre de groupes par taille

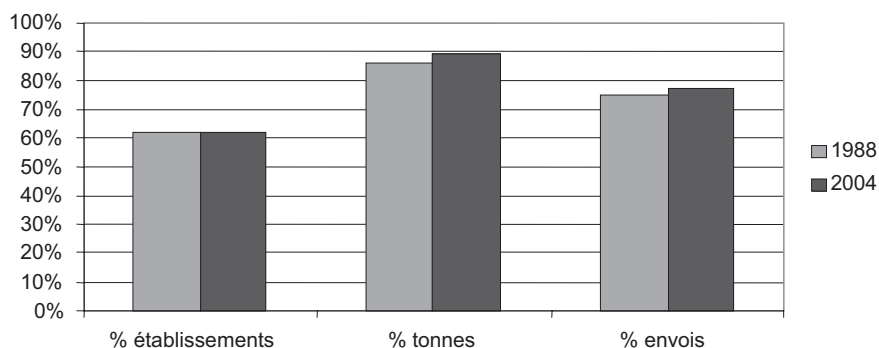


Source : Insee – LIFI, d'après Chabanas (2002)

ou contrats d'approvisionnement. Ils montrent pour le champ étudié un niveau d'intégration économique déjà très important en 1988 qui reste stable en 2004 (Fig. 4). La formulation des questions moins détaillée dans l'enquête 2004 qu'elle ne l'était en 1988⁶ peut expliquer une sous-estimation des évolutions observées mais ces résultats montrent en tout état de cause l'importance déjà ancienne et la diversité des formes de regroupement économique dans des structures qui ne sont pas obligatoirement très grandes mais qui sont typiques de l'éclatement du processus de production et de son pendant en termes de localisation et d'échanges. Ils montrent également que **les établissements appartenant à une structure élargie échangent davantage, ils représentent 62 % des établissements du champ étudié, 76 % des envois et 88 % des tonnages.**

L'appartenance à un groupe suscite plus d'échanges et apparaît comme un facteur de croissance des volumes de transport. Le tissage des relations économiques favorise par ailleurs des solutions qui permettent de massifier les flux et le recours aux modes non routiers comme on a pu le montrer à propos de l'analyse des pratiques modales (Guilbault, Soppé, 2007). Ces relations concernent l'entreprise ou le groupe, mais aussi l'ensemble des partenaires économiques de l'entreprise et en particulier ses fournisseurs et clients. On connaît à cet égard les expériences de mutualisation des approvisionnements initiées par la grande distribution (SITL, 2007). L'enquête ECHO montre que ces exemples de coordination sont encore peu nombreux sur l'ensemble des secteurs. La fragmentation du tissu productif dont témoigne la faible dimension des entreprises et des grou-

⁶ Les différences de formulation portent notamment sur l'appartenance des établissements à un groupe. La question était plus détaillée en 1988 et séparait l'appartenance à un groupe financier ou à groupe économique en décrivant dans le libellé même de la question la notion de groupe économique ; dans l'enquête 2004 il n'y a plus qu'une seule question relative à l'appartenance à un groupe financier ou économique sans autre définition du groupe économique que le renvoi au manuel d'instruction des enquêteurs

Figure 4 : appartenance des établissements à des structures élargies

Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988

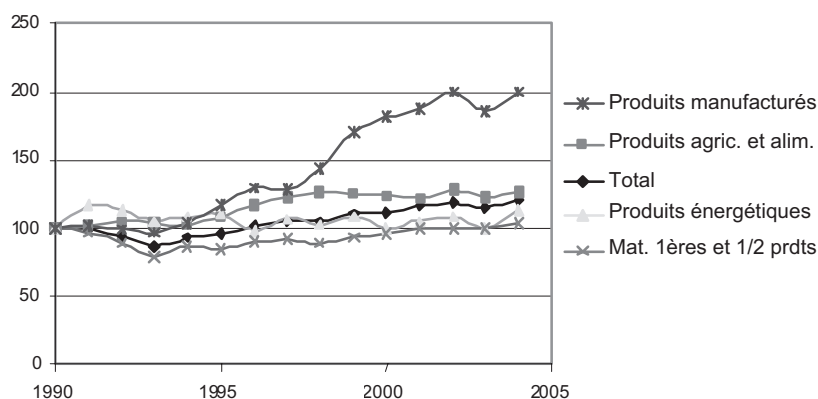
pes reste un obstacle mais le maillage des liens, même diffus et complexe, est un atout pour une meilleure coordination de l'organisation des transports.

1.3. Transformation des activités et développement de l'intermédiation

Les évolutions de ces dernières années ont été également marquées par des modifications profondes liées à la nature même des marchandises produites. On connaît à cet égard la cassure qui s'est opérée en 1975 avec une diminution absolue des tonnages qui ne s'est résorbée que 25 ans plus tard et qui s'explique par une baisse des grands trafics de pondéreux liée à un ralentissement de l'industrie ainsi qu'à des phénomènes plus spécifiques tels que le transfert de la sidérurgie vers les sites portuaires ou la substitution de l'énergie nucléaire à l'énergie thermique (Savy, 2007). Ces grandes restructurations industrielles sont derrière nous mais l'évolution des transports reste étroitement liée aux changements d'activité et apparaît très différenciée selon la nature des marchandises. La figure 5 relative à l'évolution des tonnages routiers de marchandises sur la période 1990-2004 illustre à cet égard la **nette augmentation des produits manufacturés par rapport à une progression très modérée de l'ensemble des autres produits**.

Les transformations de l'économie favorisent par ailleurs la production de biens de haute valeur ajoutée et de haute technicité. Ces transformations n'ont pas obligatoirement des incidences en termes de flux de transport mais plutôt en termes de qualité de service exigée des transports ou encore de densité des produits. Les échelles de production (productions en grandes ou petites séries), le niveau de qualification de la main d'œuvre ou encore la valeur unitaire des produits sont des exemples d'indicateurs qui ont été introduits dans ces enquêtes chargeurs et qui peuvent permettre de suivre ces évolutions. L'indicateur présenté ici pour rendre compte de ces évolutions repose plus simplement sur l'évolution de la popu-

Figure 5 : évolution des tonnages routiers selon la nature des marchandises



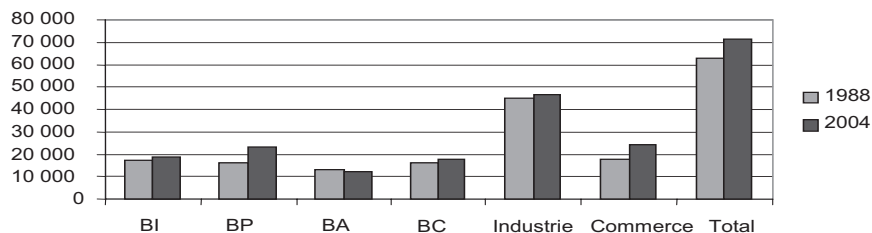
Source : Inrets, reconstitution d'après séries rétopolées TRM 1990-2004

lation des établissements en quatre grandes catégories de biens qui sont reprises de façon synthétique dans les différentes séries d'indicateurs proposées :

- biens intermédiaires principalement destinés à être retransformés dans d'autres produits (raffinage, cokéfaction, métallurgie, matériaux de construction et ½ produits transformés, textile, bois et papier, chimie, caoutchouc et plastiques) ;
- biens de production servant à la fabrication sans être retransformés (équipement industriel et machines, outillage et matériel mécanique, électrique ou électronique, outillage technique de précision) ;
- biens agricoles et alimentaires ;
- biens de consommation finale non alimentaire (pharmacie, meubles, secteur automobile, électroménager-hifi, confection...).

Les évolutions ainsi observées (Fig. 6) mettent en évidence la forte croissance du nombre d'établissements des secteurs des biens de production (BP) alors que les populations des autres secteurs des biens de consommation (BC) ou des biens intermédiaires (BI autres qu'industries d'extraction) ont stagné voire diminué en ce qui concerne l'agroalimentaire (BA).

L'autre évolution majeure que l'on soulignera concerne la tertiarisation de l'économie et le développement de l'intermédiation. Le rôle joué par les commerces de gros, ou les autres intermédiaires du commerce tels que les coopératives d'achat est en particulier un élément essentiel de la structuration des flux de transport mais qui reste statistiquement mal connu, les nomenclatures NST de transport ne permettant pas de différencier les produits selon le type d'activité commerciale ou industrielle dont ils sont issus. Les enquêtes chargeurs qui s'appuient sur une stra-

Figure 6 : distribution des établissements par type de bien et d'activité

Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988

tification fine des activités établie à partir des nomenclatures Insee (Nomenclature NAF 700) permettent à cet égard des analyses beaucoup plus détaillées que les 4 catégories précédemment isolées. **Elles montrent notamment la part extrêmement importante des commerces de gros et autres intermédiaires dans les circuits de distribution estimée en 2004 à 35 % des établissements, 63 % des envois et 45 % des tonnages** (Tab. 4) Ces pourcentages sont bien sûr à rapporter au champ de l'enquête dont il convient de rappeler ici qu'il exclut les carrières d'extraction et les exploitations agricoles mais retient les commerces de gros de ces biens renforçant ainsi de façon artificielle la part des commerces de gros. Les estimations que l'on peut faire pour essayer de gommer ces biais montrent toutefois que la part des commerces de gros reste très importante et diminue simplement en tonnage passant de 45 % des tonnages pour l'ensemble du champ à 39 % hors commerce de gros agricole⁷. Les évolutions 1988 – 2004 montrent par ailleurs un renforcement de la part de ces commerces qui peut être interprété comme le signe d'une **intermédiation croissante de l'économie qui s'accompagne là encore d'une multiplication significative des flux de transport** : le recours au commerce de gros plutôt que des livraisons directes entre les industries ajoute au moins un chaînon de transport supplémentaire entre la production et le consommateur industriel. **Le phénomène peut être aussi une source de massification des flux en amont et reste à cet égard particulièrement intéressant à étudier.**

⁷ Le champ d'enquête qui exclut les industries d'extraction et la production agricole nécessiterait d'exclure également les commerces de gros liés à ces activités pour avoir une appréciation plus juste de ces ratios commerce de gros/industrie. Les nomenclatures d'activité des commerces de biens intermédiaires ne permettent pas d'isoler spécifiquement les produits issus des carrières d'extraction ; ces produits semblent cependant passer assez peu par les commerces de gros si l'on en juge par les taux de couverture très faibles en tonnage obtenus pour les chapitres NST de ces produits. Il est par contre possible d'isoler les commerces de gros agricole au moins en 2004. Leur exclusion conduit à une part des commerces de gros qui reste sensiblement la même en nombre d'établissements et en nombre d'envois (respectivement 34 % et 63 %) mais qui diminue en tonnage, passant de 45 % (Tab. 4) à 39 %.

Tableau 4 : part des commerces de gros et intermédiaires du commerce dans la population des établissements et les trafics générés

	Établissements		Tonnes		Envois	
	1988	2004	2004	2004	1988	2004
Industrie	72 %	65 %	69 %	55 %	57 %	37 %
Commerces de gros et intermédiaires du commerce	28 %	35 %	31 %	45 %	43 %	63 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988.

2. Évolutions logistiques

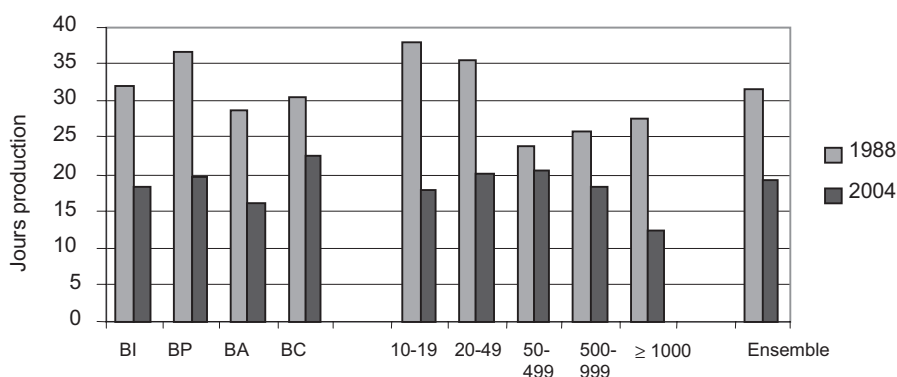
Les pratiques logistiques des entreprises c'est-à-dire la manière dont elles gèrent leurs flux matériels de production, affectent les caractéristiques de la demande de transport de manière significative. Nous verrons ici deux séries d'indicateurs qui rendent compte de ces pratiques en termes de juste à temps et de stockage.

2.1. Mise en tension des flux

La mise en tension des flux et le développement du juste-à-temps (JAT) qui consistent à minimiser les stocks et les en-cours de fabrication sont des phénomènes logistiques majeurs de ces dernières années. À l'origine de ce développement il y a bien sûr une meilleure prise en compte des coûts induits par le stockage, aussi bien en termes de coût foncier que de coût d'immobilisation des biens et du capital. Mais le développement et la généralisation de ces principes comme système de gestion vont bien au-delà et ont pour objectif une meilleure efficacité de l'ensemble du système de production. En diminuant les stocks on évite de masquer les dysfonctionnements éventuels de production : zéro stock mais aussi zéro délai, zéro panne et zéro défaut. C'est également le moyen de répondre rapidement à une demande fluctuante difficile à programmer, les stocks sont considérés comme un facteur d'inertie incompatible avec l'instabilité de la demande sur un marché très concurrentiel (Bernadet, 1997). La diminution continue des coûts de transport parallèlement à une meilleure fiabilité du système des transports ont joué en faveur du juste à temps. En termes de génération de flux cela contribue à une **fragmentation temporelle des flux**, c'est-à-dire à un nombre plus élevé d'envois, caractérisés par une fréquence plus élevée et une taille du lot plus petite. L'analyse des arbitrages logistiques entre taille du lot, coût de stockage et coût de transport est à cet égard un élément essentiel de la compréhension de la structuration des flux de transport et des contraintes qui leur sont associées (Gacogne, 2008).

Plusieurs indicateurs permettent de rendre compte de ces évolutions, logistiques de mise en tension des flux qui s'appuient sur les niveaux moyens de stockage. C'est notamment le cas des temps moyens de stockage qui sont mesurés dans ces enquêtes en nombre de jours d'avance de production de produits finis et demandés aux seuls établissements de production (ce qui exclut la quasi-totalité des commerces de gros). Les réductions observées (Fig. 7) sont particulièrement importantes puisque **les temps de stockage passent en moyenne de 32 à 19 jours soit une diminution de 40 % tandis que les temps médians passent de 15 à 10 jours.**

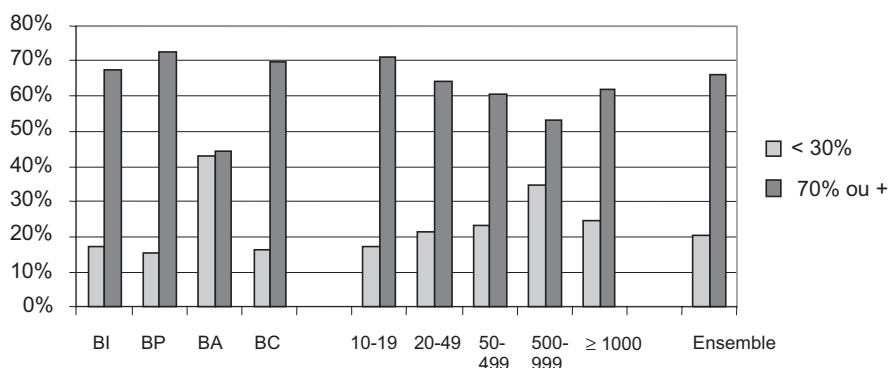
Figure 7 : nombre de jours de stockage moyen



Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988

La part des tonnages produits sur commande est un autre indicateur significatif des choix des entreprises en matière de gestion des flux et de la pression exercée par l'aval où la demande déclenche le processus de production. La question n'étant pas posée dans l'enquête 1988, les résultats présentés (Fig. 8) sont relatifs à la seule année 2004. Ils montrent que la production sur commande est la pratique dominante. **66 % des établissements produisent essentiellement sur commande** (au moins 70 % de leur tonnage). Cette proportion est relativement homogène sur l'ensemble des secteurs d'activité sauf pour les biens agroalimentaires qui ont souvent des contraintes de production particulières liées à la saisonnalité et à la périssabilité des produits et pour lesquels la répartition entre établissements produisant surtout sur commande ou surtout sur stock est plus équilibrée. On note par ailleurs un lien assez net avec la taille des établissements qui montre que les petits établissements produisent davantage sur commande que les établissements des tranches supérieures, à l'exception des très grands de plus de 1000 salariés qui là aussi se différencient assez nettement ce qui peut être imputable à un effet de spécificité sectorielle cumulé avec la représentativité de l'échantillon des très grands établissements, peu nombreux dans le tissu économique.

Figure 8 : part des établissements produisant sur commande pour une partie de leur tonnage en 2004



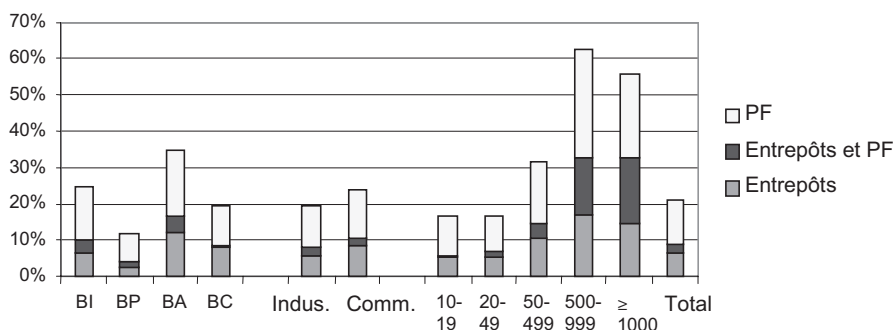
Source : Inrets, enquête ECHO champ 1988

2.2. Passage par des entrepôts et des plates-formes externes

Le dernier indicateur logistique auquel nous nous intéressons ici concerne l'utilisation par les chargeurs d'entrepôts ou de plates-formes logistiques externes par lesquels ils font transiter « habituellement tout ou partie de leurs expéditions annuelles » et la nature des prestations qui y sont réalisées. Les définitions proposées dans l'enquête différenciaient les « entrepôts » et les « plates-formes logistiques » par rapport à leur fonction principale, stockage dans le cas des entrepôts, réalisation de prestations avec valeur ajoutée sur la marchandise avec des délais minimaux de stockage dans le cas des plates-formes, l'idée étant d'essayer d'apprécier le développement des prestations logistiques annexes de plus en plus souvent externalisées ou associées à l'entreposage.

Les résultats (Fig. 9) montrent pour 2004 un recours assez généralisé à des aires externes d'entreposage ou de logistique, **21 % des établissements déclarent avoir recours au moins à une plate-forme ou un entrepôt externe** ; ils sont 14 % à déclarer utiliser des plates-formes et un peu moins nombreux, 9 % à déclarer utiliser des entrepôts. **Ces pourcentages sont croissants avec la taille des établissements et représentent jusqu'à 61 % pour les grands établissements de plus de 500 salariés.** Ils sont également en moyenne plus élevés pour les biens agroalimentaires (35 %) que pour les autres biens et un peu plus élevés pour les commerces de gros que pour l'industrie (respectivement 24 % et 19 %). Les différences de formulation entre les deux enquêtes ne permettent malheureusement pas de véritables comparaisons, les réponses apportées en 1988 concernaient en effet le transit « d'au moins 5 % du volume annuel d'envois par des aires de transbordement ou de stockage » et s'intéressaient ensuite uniquement aux trois principales aires utilisées. Le taux d'utilisation observé alors, 8 %, est de ce fait probablement sous-estimé par rapport à la définition 2004. Les différences de distribution par type d'activité ou de taille restent par contre sensiblement les mêmes.

Figure 9 : part des établissements utilisant des entrepôts ou des plates-formes logistiques externes pour leurs expéditions



Source : Inrets, enquête ECHO 2004 champ 1988.

3. Structure géographique des flux

L'ouverture politique et économique des marchés et aussi l'efficacité des systèmes de transport associés à des prix bas ont largement contribué à un élargissement de la configuration des échanges. Les distances parcourues sont en moyenne plus longues et on note une ouverture plus large sur l'international, même si l'ancrage régional reste important.

3.1. Allongement des distances

La notion de « **distance ajoutée** » utilisée dans les statistiques européennes est un indicateur particulièrement significatif de la consommation des transports par les industriels. Considérant le transport, ou la distance franchie, comme un intrant dans la production d'un bien, l'intensité en transport est mesurée par la quantité de transport consommée pour une production donnée. Les indicateurs ainsi calculés montrent que **nos économies sont de plus en plus des économies « transport-intensives » où la contribution du facteur transport à la production finale est en nette augmentation**. Selon les calculs basés sur les données d'Eurostat il fallait **1,46 t-km de transport terrestre pour 1 \$US du PIB dans les pays de l'Europe des 15 en 2006 alors qu'il n'en fallait que 1,22 en 1982**.

Un autre indicateur concerne la distance moyenne routière en charge par tonne calculée comme le rapport des tonnes kilomètres et des tonnes. Les calculs effectués à partir des données françaises (DAEI, 2007) relatives au seul champ national et au seul mode routier⁸ montrent notamment une évolution dans l'ensemble plus rapide des tonnes kilomètres que des tonnages transportés et un allongement de ces distances en charge qui passent de 80 km en 1990 à 95 km en 2004 soit une augmentation de l'ordre de 19 % sur 14 ans. Ces évolutions

⁸ Enquête TRM, transport national et partie française des trajets internationaux, séries rétropolées

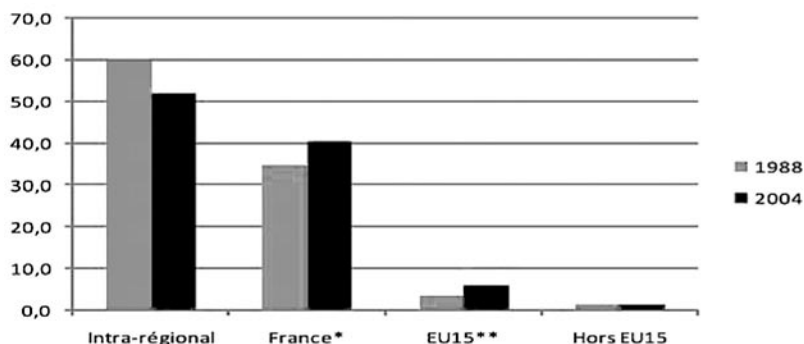
sont cependant fluctuantes, et l'allongement des distances est surtout observé jusqu'en 2000, avec ensuite une relative stagnation et semble-t-il une tendance à la baisse depuis 2005 (89 km en 2008, chiffre provisoire).

Les distances issues des enquêtes chargeurs procèdent d'une approche différente et constituent un troisième type d'indicateur. Calculées non plus par tonne et par mode mais par envoi, elles sont en moyenne plus longues⁹, mais restent néanmoins relativement modestes : 188 km à vol d'oiseau en moyenne nationale en 2004 pour l'ensemble du champ ECHO. **On observe comme précédemment un allongement des distances sur la période étudiée**, réel mais moins marqué : **166 km en moyenne par envoi en 1988 et 177 km en 2004 pour la partie rapportée au champ 1988 soit une augmentation de 7 % sur 16 ans**. Une part importante de l'allongement global des distances s'explique par les modifications intervenues dans la structure des produits transportés et notamment par le recul des biens intermédiaires vers des biens de plus forte valeur ajoutée transportés sur de plus longues distances. L'enquête ECHO qui exclut les biens intermédiaires bruts gomme en partie ces évolutions liées aux produits.

3.2. Dispersion géographique et élargissement des marchés

L'analyse de la distribution géographique des lieux de destination des envois (Fig. 10) montre également que la distance reste un frein important au déplacement : **48 % des envois ont une destination à l'intérieur de la même région et 93 % des envois sont réalisés à l'intérieur des frontières nationales**.

Figure 10 : destination des envois (%)



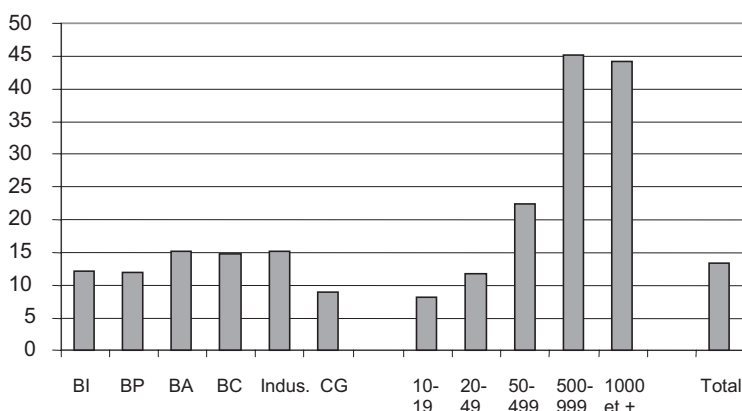
Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1998.

*hors intra-régional, **hors national.

⁹ Si on suppose 2 envois, l'un de 1 tonne parcourant 500 km, l'autre de 100 tonnes parcourant 5 km, la distance en charge par tonne est d'un peu moins de 10 km tandis que la distance moyenne par envoi est d'un peu plus de 250 km. La pondération par les tonnes donne plus de poids statistique aux trafics de pondéreux pour lesquels le transport se fait souvent sur de petites distances (sables et graviers notamment) d'où des distances plus faibles que la pondération par envois.

Cette ouverture des marchés sur l'extérieur a été particulièrement favorisée par la libre circulation des biens et l'intégration européenne. Une telle ouverture signifie la possibilité d'exporter vers des marchés plus lointains ou de délocaliser le processus de production pour ensuite réimporter une partie de tels produits de consommation sur nos marchés. **Le taux d'exportation moyen des établissements français de notre champ est de 13 % en tonnage.** Les spécificités sectorielles sont relativement limitées (Fig. 11), mais on note cependant une différence plus nette entre les activités industrielles qui sont plus exportatrices et les activités du commerce de gros (CG) qui le sont moins. L'effet taille est en revanche très marqué. Les taux d'exportation croissent très nettement avec la taille de l'établissement et atteignent **de l'ordre de 45 % pour les grands établissements de plus de 500 salariés.** Pour des raisons de méthodologie nous ne sommes malheureusement pas en mesure de donner les indicateurs de tendance en ce qui concerne l'évolution des taux d'exportation par établissement.

Figure 11 : taux moyen d'exportation des établissements en tonnage, par secteur et par taille, en 2004



Source : Inrets, enquête ECHO 2004 champ 1988.

4. Génération de flux de transport

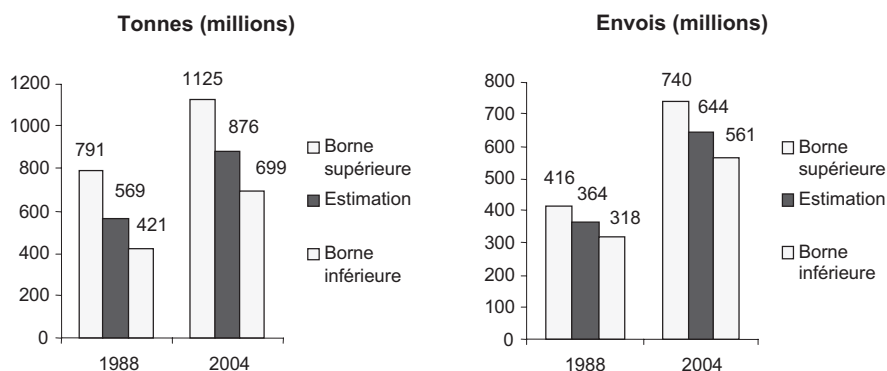
4.1. Multiplication des flux

La dernière série d'indicateurs que nous présentons traite de l'impact de ces évolutions économiques sur les flux de transport. Les résultats des enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 confirment l'augmentation des volumes de marchandises transportées sur l'ensemble du champ étudié. En 2004, les établissements ont fait transporter 644 millions d'envois équivalents à 569 millions de tonnes avec des intervalles de confiance estimés¹⁰ à -13 %/+13 % pour le volume en nombre d'envois et -20 %/+28 % pour les tonnages (Fig. 12).

¹⁰ Méthode bootstrap

La comparaison des deux périodes indique une progression des tonnages de 40 % à champ comparable soit une progression moyenne annuelle de 2,1 %. Les intervalles de confiance se recoupent mais cette augmentation est en cohérence avec SITRAM. En termes d'envois, l'évolution est à la fois plus significative, sans recoupement des intervalles de confiance, et plus forte : +77 % entre les deux périodes, soit une progression annuelle de 3,6 %. **La progression plus forte des envois par rapport aux tonnages indique le phénomène de fractionnement à la fois spatial et temporel des envois** – pour transporter un même tonnage un nombre plus important d'envois est effectué.

Figure 12 : tonnages et envois expédiés avec les intervalles de confiance



Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO 2004 champ 1988.

Cette évolution plus rapide des envois que des tonnages s'observe à la fois globalement et par relation origine–destination prise ici au sens le plus fin du couple établissement expéditeur–établissement destinataire. L'évolution comparée en tonnes et en nombre d'envois des volumes annuellement échangés sur ces relations chargeur–destinataire apparaît particulièrement contrastée avec une nette diminution des tonnages annuels qui passent de 525 tonnes en 1988 à 302 tonnes en 2004 (ECHO champ 1988) tandis qu'à l'inverse le nombre annuel d'envoi moyen chargeur–destinataire passe de 186 envois par an en 1988 à 277 en 2004. Le nombre d'expéditeurs mais aussi de destinataires par expéditeur s'est accru. **Les flux sont plus nombreux et on observe une diminution des tonnages annuels moyens par relation chargeur–destinataire malgré l'augmentation des tonnages globaux.** L'augmentation des fréquences d'envois liées aux évolutions logistiques précédemment décrites l'emporte sur ce phénomène de morcellement et reste vérifiée y compris au niveau de ces relations unitaires.

4.2. Diminution du poids des envois

L'évolution du poids des envois est également l'un des indicateurs les plus caractéristiques de la fragmentation générale – géographique et temporelle – des flux de marchandises. À la fois la diminution de la taille du lot mentionnée précédemment et la baisse du poids volumétrique des marchandises transportées en

Europe se traduisent par une diminution du poids unitaire des envois. En 2004, le poids moyen des envois enquêtés était de 1,33 t avec un intervalle de confiance de $[-8 \%, +10 \%]$ contre 1,6 t en 1988. La dispersion du poids des envois est extrêmement forte, les poids des envois allant de 1 kg à 10 800 t.

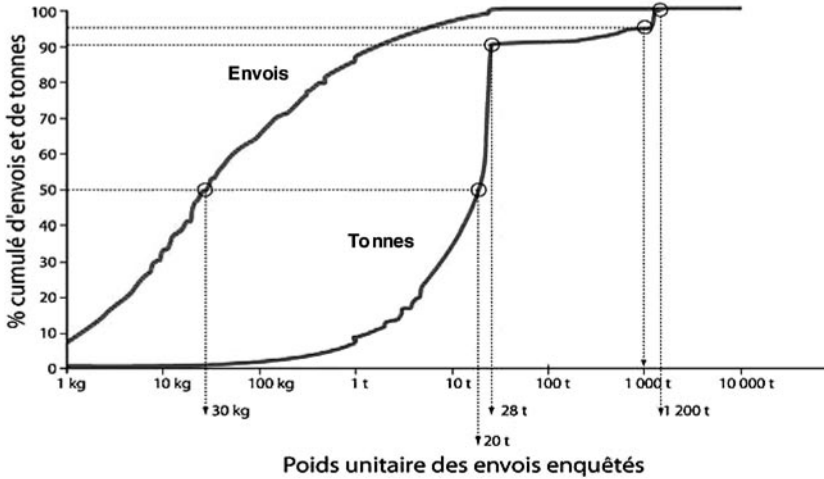
Les figures 13 et 14 représentent la distribution des fréquences cumulées des poids unitaires des envois. Les courbes sont construites à partir des poids unitaires des envois, ordonnés préalablement dans l'ordre croissant selon leur poids. La courbe « envois » est une distribution des fréquences cumulées classique : les fréquences sont obtenues en rapportant le nombre d'envois d'un poids inférieur ou égal à un poids donné (en abscisse) sur le nombre total d'envois. La courbe « tonnes » est également une distribution de fréquences cumulées¹¹, mais les fréquences cumulées sont obtenues ici en rapportant le tonnage cumulé des envois dont le poids est inférieur ou égal à un poids donné sur le tonnage total de l'ensemble des envois. Nous avons repéré sur le graphique des points particuliers de la distribution : les médianes pour chaque distribution ainsi que des seuils ou valeurs significatives. Les tonnages unitaires figurant en abscisse sont à l'échelle logarithmique.

Les distributions des envois et des tonnages sont très différentes (Fig. 13). La courbe des envois illustre clairement la réalité du poids des envois, sous-jacente à la fragmentation des flux, que l'on ignorerait si seule la courbe des tonnages, plus classique, était considérée. La médiane indique que **la moitié des envois remis par les chargeurs pèsent moins de 30 kg !** La médiane de la distribution des tonnes occulterait complètement ce fait, elle s'élève en effet à 20 tonnes. Nous pouvons par ailleurs repérer sur la courbe des tonnes cumulées 2 seuils significatifs qui concentrent un nombre de tonnes important : entre 20 et 28 t d'une part, 1000 et 1 200 t d'autre part (portions verticales de la courbe correspondant à des points d'accumulation de la distribution). Si **la courbe des envois permet d'illustrer le phénomène des petits envois** et les contraintes liées au système productif des chargeurs, **la courbe des tonnages illustre quant à elle l'incidence de l'offre de transport et l'adaptation par les chargeurs du poids de leurs envois aux caractéristiques des véhicules**, le premier intervalle de 20 à 28 t correspondant au chargement complet des grandes unités routières, le deuxième 1 000 à 1 200 t au train complet.

La figure 14 montre l'évolution des distributions des poids unitaires entre 1988 et 2004. Nous avons repéré les changements notables par les flèches en gras. L'évolution de la médiane de la distribution des envois montre une fois de plus la forte diminution du poids unitaire. **On passe entre 1988 et 2004 d'un poids médian de 160 kg à 35 kg, soit une division du poids médian par un facteur de 4,5. La deuxième évolution que nous pouvons observer est l'augmentation du poids médian dans la distribution des tonnes qui passe de 12,6 à 19 t que nous interprétons comme une utilisation plus fréquente du poids rou-**

¹¹ Il s'agit en fait d'une distribution des fréquences cumulée où les individus statistiques sont les tonnes transportées et la variable observée le poids unitaire de l'envoi auquel la tonne appartient. Les tonnes, en tant qu'individus statistiques sont donc ordonnées dans l'ordre croissant selon le poids unitaire de leurs envois respectifs.

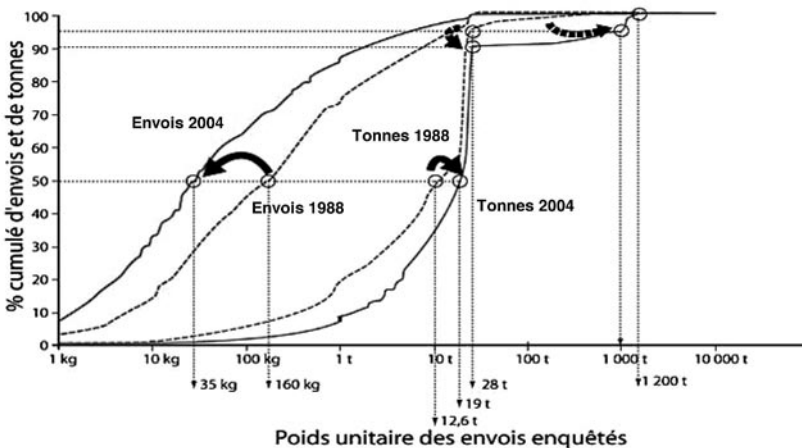
Figure 13 : distribution cumulée en envois et en tonnes



Source : Inrets, enquête ECHO champ 2004

tier complet, donc une certaine rationalisation dans l'utilisation des véhicules. Les glissements identifiés dans la partie supérieure des courbes pourraient signifier un renforcement des modes trains complets. Cette dernière interprétation est cependant une hypothèse qui reste à démontrer avec des données plus robustes. Les deux flèches du haut sont marquées en pointillés pour cette raison. En effet, l'échantillonnage de l'enquête ECHO 2004 comportait des tirages forcés pour avoir une meilleure représentativité des modes dits rares, ce qui pourrait expliquer en grande partie l'apparition des seuils 1 000–1 200 t, absents en 1988 du fait du trop faible nombre d'observations.

Figure 14 : glissement de la distribution 1988-2004



Source : Inrets, enquêtes Chargeur 1988 et ECHO champ 1988.

4.3. Recours modal : un choix pré-contraint

Ces évolutions, et leurs conséquences en termes de poids d'envois, de diffusion des flux ou encore de qualité de service (rapidité, fiabilité, flexibilité) sont autant de facteurs favorables au développement du routier. Les données statistiques relatives à l'évolution du partage modal témoignent de cette prépondérance croissante de la route. L'indicateur que l'on présentera ici est relatif aux modes déclarés utilisés par les établissements pour leurs expéditions sur une année. Les résultats de l'enquête 2004 (Tab. 5) montrent que 70 % des établissements n'utilisent que la route pour leurs expéditions annuelles. Ils sont encore 23 % à n'utiliser que la route, le maritime ou l'aérien mais il s'agit le plus souvent d'une diversification contrainte imposée par l'existence d'exportations outre-mer. Seuls 7 % déclarent utiliser, ne serait-ce qu'« occasionnellement » les modes ferroviaire, combiné rail-route ou fluvial.

Tableau 5 : faiblesse du recours aux modes non routiers

Type de recours modal	Établissements	Tonnes	Envois
Route seule	70 %	53 %	70 %
+ maritime/aérien	23 %	15 %	23 %
+ autre mode terrestre	7 %	32 %	7 %

Source : Inrets, enquête ECHO champ 2004. Modes déclarés utilisés par les établissements

Le recours aux modes « durables » terrestres reste ainsi le fait d'un petit noyau d'établissements qui représente globalement de l'ordre de 7 % des établissements, 7 % des envois générés et 32 % des tonnages. L'enquête de 1988 ne permet malheureusement pas de mesurer l'évolution de cet indicateur de recours modal. Tout laisse cependant à penser que ce nombre déjà très faible d'établissement utilisateurs des modes ferroviaire, combiné ou fluvial est en forte décroissance. Les caractéristiques de ces établissements qui apparaissent par ailleurs très typés (Guilbault, Soppé, 2007) sont en effet de moins en moins souvent remplies, notamment en ce qui concerne la taille de ces établissements et les tonnages annuels par relation chargeur – destinataire (Tab. 6). On dispose par ailleurs d'autres indicateurs de substitution de cette évolution. Le nombre d'établissements procédant à des envois lourds de plus de 30 tonnes dont on peut supposer qu'il reflète en partie un recours aux modes plus lourds est passé ainsi de 5 % en 1988 à seulement 3 % en 2004.

L'analyse des pratiques et des critères de choix modal (Guilbault, Soppé, Cruz. Pratiques modales, 5^e partie) montre que les chargeurs ont de fait très peu de latitude dans le choix du mode. L'interrogation des chargeurs sur les modes alternatifs envisageables en remplacement de la route pour le transport des envois étudiés montre que les modes ferroviaire, combiné rail-route ou fluvial ne sont mentionnés comme alternative au routier que pour 2 % des envois et 4 % des tonnages transportés par route. Le plus souvent (77 % des cas), le chargeur estime

n'avoir aucune alternative autre que le mode retenu, et lorsque l'alternative existe, il s'agit le plus souvent d'une alternative route-route, entre les modalités compte-propre et compte-d'autrui. Le choix du mode apparaît de fait largement prédéterminé par les contraintes de production des entreprises.

Tableau 6 : caractérisation des établissements utilisateurs des modes ferroviaire, combiné rail-route ou fluvial

Caractéristiques établissements	Utilisateurs des modes ferroviaires, combiné rail-route ou fluvial	Ensemble des établissements
Effectif salarié établissement	126	61
Effectif salarié entreprise	552	302
Taux d'appartenance à entreprise multi-établissements ou groupe	78 %	61 %
Tonnage annuel par établissement	65 237	14 228
Nombre annuel d'envois par établissement	10 293	10 655
Tonnage annuel moyen par relation chargeur-destinataire	1 106	398
% tonnes vers région	26 %	46 %
% tonnes export	33 %	13 %

Source : Inrets, enquête ECHO champ 2004.

Conclusion

Ces divers résultats montrent le lien étroit qui existe entre les système productif et transport. Les caractéristiques du transport que ce soit en termes de volume, de flux ou de caractéristiques d'envois découlent en large part des contraintes économiques amont de production et de distribution des entreprises. Les évolutions constatées et notamment la fragmentation des flux et le poids très faible des envois dressent un constat au total assez pessimiste des possibilités de rééquilibrage modal et montrent que les chargeurs n'ont dans ce contexte, guère de latitude de choix. De la même façon le découplage souhaité par l'Union européenne entre niveau de production économique et volume de transport suppose une réflexion plus aboutie sur les options de développement et les modèles d'organisation du système productif. Peu de données cependant existent qui permettent de relier les transports au système productif industriel ou commercial et à ses déterminants logistiques. La production d'indicateurs qui ne soient pas uniquement sectoriels mais également économiques peut être un outil de cette réflexion et l'un des objectifs à plus long terme de cette recherche est un travail méthodologique de définition de telles variables et de mise en place d'enquêtes « chargeurs » à venir plus légères, mais peut-être plus rapprochées dans le temps et plus homogènes dans le questionnement que ces deux premières grandes enquêtes.

Références

- Bernadet M. (1997) *Le transport routier de marchandises, Fonctionnement et dysfonctionnement*. Economica, Paris.
- Chabanas N. (2002) French enterprise belonging to groups as seen in the "financial links" surveys from 1980 to 1999. Insee, Business Statistics Division, février 2002.
- DAEI, *Mémento statistique des transports*, éditions 1990-2007
- Eurostat, *Annuaire régional*, éditions 1990-2007
- Gacogne V. (2008) Projet TEOL, Taille de l'envoi et Organisation logistique. Rapport de convention MEEDDAT, août 2008
- Guilbault M. et al. (2008) *Enquête ECHO Envoi-Chargeurs-Opérateurs de transport. Principaux résultats de référence*. Synthèse INRETS n° 56, octobre 2008.
- Guilbault M., Soppé M. (2007) Modal shift and inter-modality: The real latitude of shippers faced with political imperatives of sustainable development. 1st *International scientific conference Competitiveness and complementary of transport modes, perspective for the development of intermodal transport*, 10-12 May 2007, University of the Aegean, Chios, Greece.
- Insee, *Annuaire statistique de la France*, INSEE Éditions 1989-2007
- Moati Ph. (2002) De la petite à la grande entreprise, état des lieux » in Les nouvelles logiques de l'entreprise. *Les cahiers français* n° 309. La documentation française.
- Observatoire de la Caisse d'épargne (2007) Les PME, les entrepreneurs et leurs territoires, Congrès Mobilité, Transports et Développement durable de l'Association des Régions de France, décembre 2007.
- Savy M. (2007) *Le transport de marchandises*. Eyrolles-Éditions d'Organisation.
- SITL (2007) La logistique mutualisée durable. Conférence SITL, mars 2007.

2^e partie

Présentation de quelques expériences étrangères

The US Commodity Flow Survey: Past, Present, and Suggestions for Improvement

José Holguín-Veras, Ph.D., P. E.

Professor

Department of Civil and Environmental Engineering,

Rensselaer Polytechnic Institute

110 Eighth Street, JEC 4030

Troy, NY 12180

Jhv@rpi.edu

Abstract

This paper provides a comprehensive picture of the Commodity Flow Survey (CFS), its history, and its main characteristics. The paper starts with a brief discussion on the historical background surrounding the CFS and how it has evolved over time. The paper describes data collected, sampling procedures, coverage, and data gaps. Then the paper analyzes the perceived issues, placing emphasis on the lack of logistic data, geographic level of detail provided, and timeliness of results. At the end, the paper puts forward two key suggestions: to complement the CFS with shipment-tracking surveys to gain insight into logistical patterns, and to change the approach from a data collection problem, to an information inference problem that combines the use of models and data to gain insight on the performance of the freight system.

1. Background

The Commodity Flow Survey (CFS) is the most important source of freight demand data in the United States, and at the same time one of the oldest data collection program in transportation, and one of the most criticized. The predecessors of the CFS were the nationwide freight transportation surveys conducted in 1954 and 1958. It seems that this data collection effort was put in place to support macro-economic modeling using Input-Output models, as analytical transportation planning was in its infancy at that time. The program was renamed "Commodity Transportation Survey" in 1963, and was conducted as such in 1967,

1972, 1977, and 1983 (the latter was not released due to poor data quality). The CFS was suspended during the deregulation of the 1980s, and was re-launched in 1993 with its current title. Since then, it has been conducted in 1997, 2002, and 2007 (Bureau of Transportation Statistics, 2008).

In its modern re-incarnation, the CFS has been the subject of an intense debate. Although its significant weaknesses have been acknowledged, the fact of the matter is that it remains as the most important—and the only one at the national level—freight demand data. Most of the debate has centered on the sample size, its focus, and timeliness. The sample size issue has been the source of great friction between the agencies in charge of the CFS (the Bureau of Transportation Statistics, and the US Census Bureau that pays for the costs in a 80 %/20 % split), and the freight data users community. For instance, in 1993 the CFS collected data from 200,000 establishments; in 1997, the sample size was reduced to 100,000 establishments—which generated concerns from users; in 2002, the sample size was further reduced to 50,000 establishments which generated major complaints from CFS users. This has culminated into several rounds of meetings, attended by the author, in which CFS users bitterly complained to the agencies involved. This ultimately prompted an increase to 100,000 establishments in 2007 (Erlbaum and Holguín-Veras, 2005).

1.1. Data collected

The Commodity Flow Survey (CFS) collects data on the movement of goods in the 50 states of the United States and the District of Columbia. It provides information on commodities shipped, their value, weight and mode of transportation (air, motor carrier, rail, water and pipeline and intermodal combinations). To a certain extent, the origin and destination of mining, manufacturing, wholesale trade and selected retail establishments shipments are covered.

Currently, the CFS is part of the Economic Census that is mandatory under Title 13 of the US Code. The establishments selected are asked to provide data on shipments sent during one week for each quarter. According to federal law governing Census Bureau reports, the data collected from the private sector cannot be disclosed in any way or form that permits identification of individual firms or establishments. This requirement translates into the practice of not disclosing cells in the tabulations that do not reach a minimum threshold of the number of companies. The net result is to reduce the level of geographic detail provided by the CFS. The lack of appropriate geographic detail is widely acknowledged to be a major weakness of the CFS, along with industry scope, commodity detail, periodicity and timeliness. All of which has been made worse by the decisions to reduce the CFS' sample size from 200,000 establishments in 1993, to 100,000 establishments in 1997, and to 50,000 establishments in 2002. This reduction in sample size had a much greater impact on data reliability with the resultant suppressions than it had on data disclosure (Erlbaum and Holguín-Veras, 2005).

Analysts and researchers in both the public and private arena use data from the CFS. However, CFS data are often inadequate because of gaps in shipment

and industry coverage, the lack of geographic and commodity flow detail at state and local levels, lack of international flows and the inability to capture rapid changes in economic and global trade cycles. On average, the CFS data (1993, 1997) were released 3 years after it was collected. As a result, the CFS must be supplemented with data from other sources or models to support analysis and mapping of spatial commodity flow patterns (Erlbaum and Holguín-Veras, 2005).

The CFS collects data on shipments is sent by domestic establishments in: manufacturing, wholesale, mining, and selected other industries. It excludes: crude petroleum and natural gas extraction, farms, service industries, government establishments, imports (until shipment reaches first domestic shipper), and trans-border shipments (Fowler, 2001; Bureau of Transportation Statistics, 2008). All of this means that there are important industry segments that are not covered by the CFS.

In terms of shipment attributes, it collects data about commodities shipped, value, weight, mode of transportation, and origin and destination of shipments. In terms of modes, the CFS asks shippers to classify the modes used according to the following classification: parcel, delivery, courier, or US Postal Service; private truck, for-hire truck, railroad; shallow draft vessel, deep draft vessel, Great Lakes; pipeline; air; intermodal combinations; and other, unknown (Fowler, 2001). This information is then used by the Oak Ridge National Laboratory to infer the routes and likely logistical patterns using traffic assignment and path choice models (Southworth, 2005).

Table 1: summary of attributes collected for each shipment

For each shipment
Origin, destination
Mode of transportation
Commodity coding (5-digit SCTG*)
Value of shipment
Weight of shipment
Single origin
Destination
Hazardous material (UN/NA) code
Export (Y/N)
Export Information
Mode of export
Foreign city and country of destination
US port
Airport or Border crossing of exit
Hazardous Material Information
Four digit UN/NA (United Nations/North American Code)

*SCTG: *Standard Classification of Transported Goods*

1.2. Sampling process

The sampling process is comprised of three stages that select establishments, weeks of the year, and finally outbound shipments. As part of the first stage, establishments are selected from the Census Bureau Business Register, as part of

a stratified sample by industry, geography, size, and organization. This includes warehouse locations of retail and other multi-establishment companies. During the second stage of the sampling process, the weeks of the year are selected. Four one-week reporting periods are assigned to each establishment, with one reporting period in each calendar quarter. At the end, the goal is to ensure that the sample covers all 52 weeks of the year. The final stage involves selecting the specific outbound shipments to be included in the CFS. These shipments are randomly selected. On average, twenty five shipments are selected, and to limit the respondent's burdens a maximum of forty shipments per establishment is set (Fowler, 2001; Bureau of Transportation Statistics, 2008).

1.3. Data reporting

The data collected from the CFS is released for different levels of geography, and regions. In terms of levels of geography, the data are released according to: national, census regions and divisions, states, and top 60 metropolitan areas. Similarly, results are also provided for the major economic regions of the country: Northeast, Midwest, South, and West (Fowler, 2001).

2. Issues (real, perceived, and imaginary)

As indicated in the introductory comments, there are many concerns about the CFS. The agencies that conduct it complain about its cost, and the time it takes to collect the data. The community of users complains about the lack of geographic detail, lack of solid route/logistic/mode data, and timeliness of results. However, no realistic solutions have been put forward to address these acknowledged limitations. This section discusses these issues as well as some of the proposed alternatives.

2.1. Lack of solid route/logistic/mode data

Critics argue that the data collected by the CFS about the logistical aspects of the flows is weak. As discussed next, this criticism is a consequence of the shipper based nature of the survey. Because of this, in the strictest sense, this criticism is correct because shippers are not likely to have a very precise idea about the details of the logistic process followed by the carriers to transport shipments to their destinations. At the most, the shipper may know what sequence of transportation modes are used, but details such as the specific locations of transshipments, the specific details of the haul conducted by each mode, and the likes, are things the typical shipper does not know, or is interested in.

On the other hand, the quality of the data collected by the CFS about shipment characteristics is excellent. Equally important is that, by focusing on the shippers, the CFS does collect data from private carriers (those that transport the cargo for a parent or related company). All of this is important because it is widely acknowledged that the explicit consideration of the commodities is a must because it enables the models to directly consider the economic characteristics of the cargoes (Holguín-Veras and Thorson, 2000).

Some proposals have been made to replace the CFS with a carrier survey. In the opinion of the author this is not a good idea because of the following reasons. First and foremost, it will not be possible to collect reliable data about commodity flows as the truck drivers that would have to respond to the survey typically do not know what they are transporting. A second important issue is that it may become impossible to find out the true origin/destination of the cargoes, i.e., the ones associated with the production/consumption relations, as the drivers would only be aware of the physical origin/destination that might well be an intermediate location like a warehouse. Therefore, a carrier based survey would be a major step backward for modeling purposes.

On the positive side, carrier based surveys would be cheaper to conduct, and they will be certainly able to collect accurate information about the logistic patterns. The latter is particularly true in the case of carrier based longitudinal surveys in which specific shipments are tracked.

2.2. Lack of geographic detail

Probably, the most frequent critic of the CFS is that it does not provide the level of geographic detail that is needed for most transportation planning projects. This is to be expected given the relatively small size of the sample. Assuming 100,000 establishments and an average of 25 shipments per establishments, a total of about 2.5 million shipments are collected. However, in a country with an area is about 9.8 million square kilometers, the 2.5 million shipments are equivalent to one shipment per every four square kilometers, which is obviously too small for transportation planning applications (though appropriate for calibration of Input-Output models).

In the opinion of the author, it is simply not possible to expect that a national data collection program will be able to collect the data that planners and modelers would like to have. In urban areas, for instance, origin-destination samples that are collected contain thousands of shipments. It is simply not realistic to expect that the CFS would collect such a massive amount of data. This issue is exacerbated by the data quality constraints imposed by the Economic Census, and data confidentiality rules. As part of this, the estimates released must meet a minimum standard of quality in terms of coefficient of variation. The net effect of this is to prevent disclosure of estimates that do not meet the maximum coefficient of variation of 10 %. Additional estimates are blacked out to prevent the identification of individual shippers. This usually happens in locations where, for instance, there is a relatively small number of shippers which could be identified if the data are released.

2.3. Timeliness

The last meaningful criticism of the CFS is related to the amount of time between consecutive issues (five years), and the amount of time needed to produce initial results (two years). Critics argue that more frequent surveys could provide better support for decision making as a five year interval is too large to capture emerging trends soon enough and make policy changes. The amount of time taken to proc-

ess the survey, about two years, is another source of concern as it means that the published results are, at the very least, two years old.

3. Suggestions

This author believes that the shipper nature of the CFS must be preserved. This is simply because other alternative approaches, e.g., a carrier based survey, are not likely to provide the commodity specific data needed for modeling purposes. This is important because research on freight modeling clearly indicates the superiority of commodity based formulations (Holguín-Veras, 2000; Holguín-Veras and Thorson, 2003a; Holguín-Veras and Thorson, 2003b; Holguín-Veras and Patil, 2007a; Holguín-Veras and Patil, 2007b). As mentioned before, truck drivers, do not generally know the characteristics of the cargoes they are transporting. More important is to highlight that the truck drivers are not likely to know what are the actual origin-destination of the shipment, i.e., the ones associated with the production-consumption relations, as opposed to other places—such as warehouses—that are nothing more than intermediate steps in the overall supply chain. However, there are some specific suggestions that are worthy of consideration.

3.1. Complement CFS with shipment-tracking surveys

In the opinion of this author, instead of replacing the CFS with a carrier based survey, it makes more sense to complement it with smaller surveys that provide data about the logistical patterns as the shipments travel through the supply chain. These surveys would follow the outline of the French Shipment Survey that tracks a sample of shipments all the way through the supply chain (Rizet, 2003). This will have two direct impacts: (1) it will enhance the commodity base data collected by the CFS; and (2) it would complement/enhance inference of route/logistic/mode attributes done by Oak Ridge Lab. Some of these surveys could be designed to gather data that could be used to update the CFS estimates.

3.2. Change the approach from a “data problem” to an “information inference problem”

Approaching the problem as a data problem, which is what has been done since the very beginnings of the CFS is not likely to yield all the data the community needs. Collecting data with the level of geographic detail needed for transportation planning purposes, and the timeliness required for policy making would require a massive investment in both staff time and money. In the opinion of the author, this is practically impossible because of: limitations in sample size, confidentiality restrictions, time required to process data, and respondent burden to participating businesses. This is the case because increasing the sample size of the CFS five or tenfold—which what would be required to increase the level of geographic detail—and repeating it every two or three years to ensure “timeliness” of results does not seem realistic. More important, this may not be needed at all.

This author suggests to approach the problem from an entirely different perspective. Instead of attempting to gain knowledge about the freight system through data collection, the author believes that the most efficient way to achieve this objective is to get it by the combined use of modeling techniques and targeted data collection programs, as part of a knowledge inference strategy. As part of this, data would be collected to support modeling efforts, which in turn will be used to infer data gaps.

This strategy will focus on two parallel tracks: (1) data collection; and (2) freight demand model improvements. An example of this strategy is provided by freight origin-destination synthesis (ODS) techniques. As discussed elsewhere (Tamin and Willumsen, 1988; List and Turnquist, 1994; Holguín-Veras and Patil, 2007a; Holguín-Veras and Patil, 2007b), freight ODS could produce reasonable estimates of freight OD matrices using secondary information such as traffic counts. In this context, instead of massive data collection efforts it seems more reasonable to focus the efforts on improving freight demand models, and collect data to support ODS.

This would have a number of major benefits: it would enable the use of models to infer data gaps, it would support freight modeling research, and ultimately model improvements would lead to better inference and better data collection procedures. The CFS could play a pivotal role in this regard by providing the foundations for freight demand modeling. The idea put forward by the author and Dr. Frank Southworth entails releasing a randomized version of the micro data collected by the CFS, together with a randomized version of the shipper attributes. This randomization, possibly combined with spatial aggregation, would: prevent the identification of individual shippers—bypassing the sensitive issue of data disclosure—and provide a massive amount of data that could be used to estimate trip generation models, trip distribution models, and mode choice models. To illustrate the impact of releasing the randomized version of the CFS micro data, it is interesting to take a look at the literature on trip generation. A comprehensive review of the literature indicates that there are only a handful of publications dealing with freight trip generation (Hemstock, 1976; Brogan, 1980; Middleton *et al.*, 1987; Tadi and Balbach, 1994; Al-Deek *et al.*, 2000; Al-Deek, 2001; Fischer and Han, 2001; Brogan *et al.*, 2002; Holguín-Veras *et al.*, 2002; Guo and Aultman-Hall, 2005). The key reason explaining such few publications is the lack of suitable data. Releasing the CFS micro data is bound to create the foundations for freight demand generation for years to come.

As highlighted elsewhere (Holguín-Veras and Patil, 2007a; Holguín-Veras and Patil, 2007b), having access to solid freight generation estimates significantly improves the quality of the estimates of freight origin-destination matrices. If accompanied with a vibrant research program on freight transportation modeling, release of the CFS micro-data would undoubtedly benefit future generations of freight transportation planners and modelers.

4. Acknowledgments

The author thanks Dr. Frank Southworth for reviewing a preliminary draft and providing substantive and insightful comments.

References

- Al-Deek H.M. (2001). Which Method is Better for Developing Freight Planning Models at Seaports-Neural Networks or Multiple Regression ? *Transportation Research Record* 1763, 90-97.
- Al-Deek H.M., Johnson G., Mohamd A., El-Maghraby A. (2000). Truck trip Generation for Seaports with Container/Trailer Operation. *Transportation Research Record* 1719, 1-9.
- Brogan J. D. (1980). Improving Truck Trip Generation Techniques Through Trip End Stratification. *Transportation Research Record* 771, 1-6.
- Brogan J.J., Brich S., Demetsky M. (2002). Identification and Forecasting of Key Commodities for Virginia. *Transportation Research Record* 1790, 73-79.
- Bureau of Transportation Statistics (2008). Commodity Flow Survey: Detailed Description. Retrieved March 7th, 2007, from: http://www.bts.gov/programs/commodity_flow_survey/detailed_description/index.html.
- Erlbaum N., Holguín-Veras J. (2005). *Some Suggestions for Improving CFS Data Products*. Commodity Flow Survey Conference, E-C088, Boston, Massachusetts, Transportation Research Board.
- Fischer M.J., Han M. (2001). Truck Trip Generation Data. Washington, D.C., Transportation Research Board, NCHRP Synthesis.
- Fowler J. (2001). *The Commodity Flow Survey and Hazardous Materials Safety Data: Perspectives on Use, Content, and Needs for the Future*. 80th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington.
- Guo F., Aultman-Hall L. (2005). *Alternative Nationwide Freight Generation Models*. 2005 Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., Transportation Research Board.
- Hemstock J.D. (1976). An urban truck trip generation model. Calgary, University of Calgary. M.Sc.
- Holguín-Veras J. (2000). *A Framework for an Integrative Freight Market Simulation*. IEEE 3rd Annual Intelligent Transportation Systems Conference ITSC-2000, Dearborn Michigan, IEEE.
- Holguín-Veras J., López-Genao Y., Salam A. (2002). Truck-Trip Generation at Container Terminals. *Transportation Research Record* 1790, 89-96.
- Holguín-Veras J. and Patil G. (2007a). Integrated Origin-Destination Synthesis Model for Freight with Commodity-Based and Empty Trip Models. *Transportation Research Record* 2008, 60-66.
- Holguín-Veras J., Patil G. (2007b). A Multicommodity Integrated Freight Origin-Destination Synthesis Model. *Networks and Spatial Economics* (in press).

- Holguín-Veras J., Thorson E. (2000). An Investigation of the Relationships between the Trip Length Distributions in Commodity-based and Trip-based Freight Demand Modeling. *Transportation Research Record* 1707, 37-48.
- Holguín-Veras J., Thorson E. (2003a). Modeling Commercial Vehicle Empty Trips with a First Order Trip Chain Model. *Transportation Research Part B: Methodological* 37(2), 129-148.
- Holguín-Veras J., Thorson E. (2003b). Practical implications of Modeling Commercial Vehicle Empty Trips. *Transportation Research Record* 1833, 87-94.
- List G., Turnquist M. (1994). Estimating truck travel patterns in urban areas. *Transportation Research Record* 1430, 1-9.
- Middleton D.R., M.J., C.-C.T. (1987). Trip Generation for Special-use Truck Traffic. *Transportation Research Record* 1090, 8-03.
- Rizet C. (2003). Energy consumed in freight transport: Estimates from shipper surveys. 2003 European Transport Conference. Strasbourg, France, Association for European Transport.
- Southworth F. (2005). *Filling Gaps in the US Commodity Flow Picture: Using the CFS with Other Data Sources*. Commodity Flow Survey Conference, E-C088, Boston, Massachusetts, Transportation Research Board.
- Tadi R.R., Balbach P. (1994). Truck Trip Generation Characteristics of Nonresidential Land Uses. *ITE Journal* 64(7), 43-47.
- Tamin O.Z., Willumsen L.G. (1988). *Freight demand model estimation from traffic counts*. PTRC Annual Meeting, University of Bath, England.

Enquêtes allemandes : l'intégration des transports dans les entreprises

Barbara Lenz, Julius Menge

German Aerospace Center (DLR) in the Helmholtz Association

Institute of Transport Research (IVF)

Rutherfordstr. 2

12489 Berlin, Germany

barbara.lenz@dlr.de, julius.menge@dlr.de

Abstract

Massive changes of the production system characterize the economic development of the last decades inducing an increased transport demand because of the re-organization of value chains. While there is a consensus about the general relationship between the modification of the system and its impact on transport, it has not been clarified until now what this means on the level of the firm. Which firms are particularly affected by these changes and what does this mean for their 'new' transport demand ?

The paper reports about the empirical approach of the German DLR – Institute of Transport Research. By using data of a survey among more than 900 manufacturing companies the article investigates the importance of outsourcing in firms according to several firms' characteristics as well as the effect of Just-in-Time application on the transport demand of individual firms.

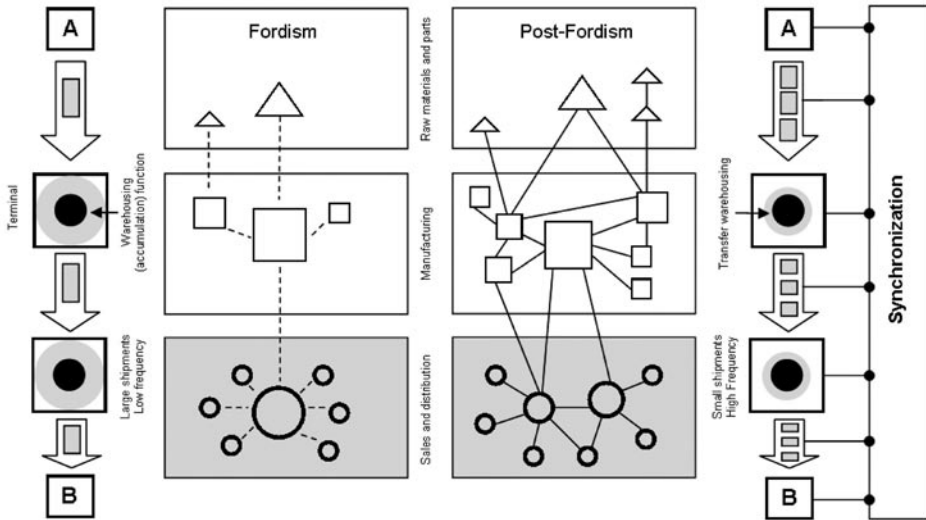
Overall the close relationship between disaggregated data and microscopic freight transport models is examined.

1. New patterns of industrial production

Ever increasing volumes in freight transport are a result of the economical evolution of the last years. Organizational, operational and spatial modifications in industrial value chains (cf. Dicken, 1998; Arndt & Kierzkowski, 2001; Gereffi, 2005) cause new spatial relationships and interdependencies as well as changed requirements for freight movements (Hesse & Rodrigue, 2004; Button, 2006), like the increasing importance of on-time delivery and transport reliability.

While the ‘traditional’ fordistic industrial production was characterized by a high degree of in-house division of labour, vertical integration of suppliers, manufacturing of great lot sizes and extensive standardization, today’s industrial production is fragmented and facing an ongoing process of dissolving in-house value chains (Burda, 2000; Egger & Egger, 2004; cf. figure 1).

Figure 1: the Spatial and Functional Disintegration of Value Chains in the Era of Post-Fordism

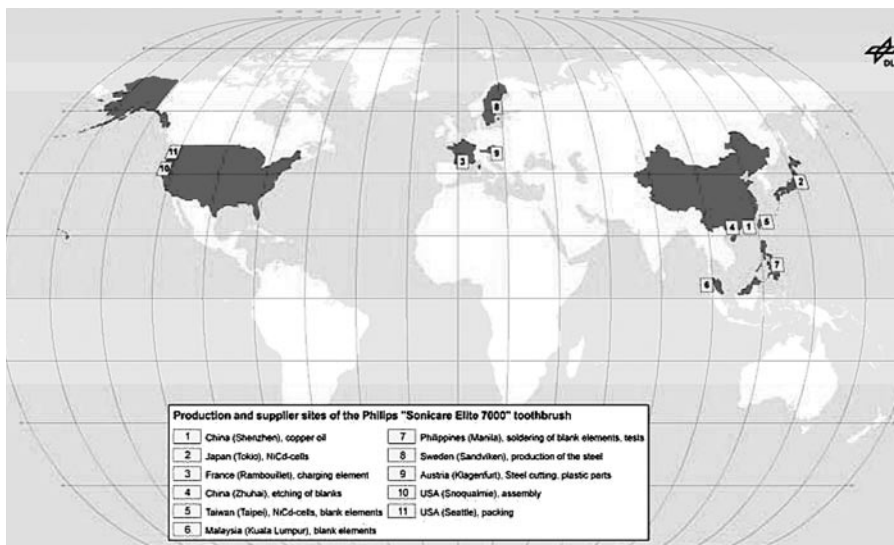


Source: Rodrigue, 1999

In this new, more flexible form of the industrial mass production an increasing co-ordination between the actors is necessary in order to guarantee the control of interfaces within the value chain (Sturgeon, 2000). A considerable amount of authors described the additional demand for the planning of flows for goods, information and capital that became essential and was realised by developments in the fields of transportation and logistics. Thereby the evolution of logistic processes was often based on progress made in information and communication technologies (ICT) (cf. Lin, Breitwieser, Cheng, Eagen & Ettl, 2000; Rekik, Jemai, Sahin & Dallery, 2007). Managing the increasing complexity of linkages between the firm, its customers and its suppliers is a decisive factor for the profitability and competitive capacity of companies (cf. Clark, Croson & Schiano, 2001; Wieberneit, 2008).

Quantitative and qualitative modifications in the volume and structure of freight transport demand are an essential result of the changes in the production system (Tavasszy, Ruijgrok & Thissen, 2003; Jaeger, 1997; cf. figure 2).

Figure 2: disintegration of Value Chains: the example of the electric “Sonicare” toothbrush



Source: DLR-IVF, Datasource: Der Spiegel

Particular requirements emerged with respect to transport duration and temporal flexibility. Consequently, in Germany like in the other European countries, the share of road transport in the total freight transport has increased steadily from the 1960s (Radke, 2005). Logistic concepts and logistic service providers occupy a central position in this process. They are crucial for the management of information, commodities and products, but also involved to guarantee production scheduling, to allow decrease of stocks or shortening of time from receipt of order until dispatch.

New production and procurement concepts, so for instance the external purchase of entire modules or global sourcing, were introduced (Haubold, 1995; Jaecker, 1997; Merath, 1999). Latest concepts aim at increasing the rate of "on demand production" to further reduce the rate of capital cost even for products like cars (Sihn, Palm, Matyas & Kuhlang, 2006).

Increasing pressure of costs and global competition between producers, shorter product life cycles, changing customer requirements and a growing necessity for the differentiation of products have forced the firms to concentrate on core functions and core competences.

The focus of this work is on concrete modifications that occurred in producing companies during the last years and the impact that these modifications had on transport demand and freight traffic. The diversity of economic processes has been shown by various studies. Several publications showed that intra-firm and inter-firm value adding is not a standardised process, especially when you draw

the attention to transport related questions. While universal findings might be possible on the pure production process this becomes almost unfeasible if you take supplier and costumer relationships as well as logistic concepts into consideration. Correspondingly, most investigations concentrated on case studies of single firms and use them to derive their general conclusions, so, for instance, Piore and Sabel with their explorative work on the "Second Industrial Divide" (Piore & Sabel, 1984).

Beyond the work of Haubold and Jaecker (Haubold, 1995; Jaecker, 1997) hardly an integrated consideration of modifications of production and interfering changes in freight transport demand has been carried out empirically. Against this background it remains a challenge for research to identify the links between production and freight traffic on the firm level and to quantify these effects in different dimensions (as for example total goods movement, goods vehicle distance or modal split).

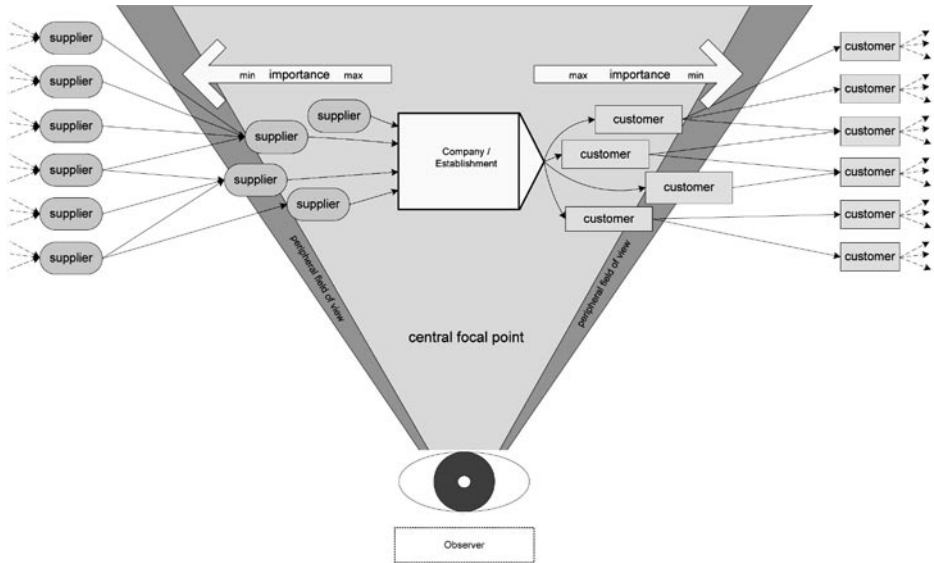
2. The methodological challenge

Presently, in Germany as well as on a European level, quite a number of highly aggregated descriptive data about production and transportation have been collected and registered. However, analyzing these data regarding to the question of potential effects of economic evolutions and single processes on transportation tends to be impossible. But trying to analyse value chains one observation appears fundamental: an industrial value chain consists of numerous sections and actors involved on different levels. Therefore, qualitative as well as quantitative cross sector investigations along entire value chains cannot be implemented by just looking at a single actor within the chain. Figure 3 illustrates these boundaries of quantitative empirical investigations by drawing an analogy to visual perception (Chan & Courtney, 1998).

The decisive point is that the responding firm is in the centre of the investigation thus representing the central focal point. Findings about the integration of the firm into the value chain, about products and processes, the relationship between the firm and its suppliers and customers, and about transport demand characteristics have to be obtained by interviewing a carefully identified contact person. So the quantity and quality of the extracted data are based on the appraisals and knowledge of this interviewee.

The less important suppliers and customers become (importance measured for example by sales volumes, frequency of supply deliveries, kind of goods) the more they move to a "peripheral field of view". Indeed, a closer analysis reveals that suppliers or customers may even get outside the field of view at all. So a 'peripheral blurring' occurs almost automatically. Important factors in this context are the firm size and the complexity of its production and interaction processes.

This makes it difficult to evaluate to what extent findings from one firm can be transferred to other firms within value chains, as it is not clear if the detected modifications occur only between the investigated companies and their direct business

Figure 3: the perspective of the firm on its 'production environment'

partners or between most firms of the value chain. For example: Is the reduction in the number of suppliers a general evolution within the chain, or did it occur only in the supply relationships of the investigated company? Does a supplier act as a module supplier today and get his parts from the suppliers that formerly directly interacted with the investigated company? To answer these questions along one chain using qualitative empirical methods is difficult, by quantitative methods it becomes impractical. It allows plenty of space for hypotheses and shows the necessity of a connection between quantitative and qualitative empirical methods as well as an investigation along the chain, like performed in the ECHO 2004 survey for the transport chain.

3. Research objectives and survey design

Despite the far-reaching modifications both in the production system and in freight transport demand, the knowledge about their relationship is very weak on the level of the firm. This concerns empirical findings in particular and has significant effects on freight traffic models and simulations. Hence developers of microscopic models of commercial transport (see Liedtke, 2006; Wisetjindawat, 2006; Spahn, Lischke, Knitschky & Guehnemann, 2005 for examples) find themselves more constrained, using traditional data sources to describe and explain transport-related economic behaviour.

While more traditional macroscopic models of commercial transport (e.g. for Germany the ones of *Prograns*; *Kessel&Partner*; *ptv*; *IVV Aachen*; or *BVU Freiburg*) are based on traffic zones and various goods classifications, newly devel-

oped microscopic models shift emphasis on the actors of commercial transport demand. Shippers and forwarders are incorporated explicitly in these models.

A similar and very successful trend towards microscopic, activity-based models in passenger travel demand modelling was enabled by the availability of detailed survey data describing interdependencies between individual and household context and related influences on travel demand (e.g. large-scale surveys about individual activity planning, location choice and travel behaviour).

Comparably freight transport demand is influenced by economic behaviour, e.g. supply chain formation, production allocation and logistic concepts. To gain the necessary transport-related empirical data for transport models detailed behavioural data of business establishments need to be collected (Spahn & Lenz, 2007).

The DLR – Institute of Transport Research is currently developing a microscopic freight demand model (WiVSim). While the model is already working on more or less aggregated data, knowledge about individual actors and their reactions to general changes as well as altering economic conditions are needed. The use of macroscopic data can only be an initial step. But an integration of detailed transport-related commercial and behavioral data of companies relies on the provision of appropriate background knowledge.

In order to support the establishment of this agent-based microscopic model of commercial freight transport the DLR-IVF applied a multi-step approach to provide a reasonable empirical database. Thereby the investigations aimed at the industrial sector focussing on the analysis of interdependencies between production related (re-)organization of firms and freight transport demand beyond individual examples or single economic sections. A focus was laid on the analysis of the (re-)organized production and the organizational and spatial modification of value chains with regard to the resulting effects on transport demand and traffic. The subject of the investigations therefore was not the organization and handling of the single transport process, but the modification of the general transport demand and transport requirements.

The following research questions guided the overall work:

- How have value chains been modified and which economic sectors are particularly concerned?
- Which quantitative effects do these developments have on transport demand?
- Which were the catalysts of these modifications relevant to transportation?
- Which effects do organizational modifications in companies (for example centralisation, outsourcing) have on transport demand and freight traffic?
- How do transport requirements, the volume of goods transported and the spatial structure of the flows of goods change?

A contribution to fill the described data gap has been made with the investigations of the DLR – Institute of Transport Research. The first step within the

empirical concept consisted of twelve qualitative surveys among manufacturing firms. Aim of this first step was primarily to identify the right questions and answer categories to establish a foundation for the second empirical step – the quantitative survey.

Qualitative survey in brief:

- In-depth interviews following a common set of questions with $n = 12$ firms, 5 interviews by phone, 7 face-to-face
- Selection of firms by branch and number of employees (500-1000; > 1000)
- $n = 2$ Manufacture of chemicals and chemical products
- $n = 2$ Manufacture of fabricated metal products
- $n = 2$ Manufacture of food products, beverages
- $n = 1$ Manufacture of pharmaceuticals (500-1000 MA)
- $n = 2$ Manufacture of pulp, paper and paper products
- $n = 1$ Manufacture of rubber and plastic products (500-1000 MA)
- $n = 2$ other manufacturing companies

The results and experiences made were used to design a quantitative survey among a representative sample of firms of the productive sector in Germany. With a response rate of 23% a sample of more than 900 manufacturing companies and more than 100 forwarding agencies was realized. The interviews were held by Infas – Institute for Applied Social Sciences GmbH in the form of Computer Aided Telephone Interviews (CATI) between June and July 2005. In each case the interview took about 30 minutes.

To generate the basic population, the Hoppenstedt data base was chosen, since there is no 'public list' about firms in Germany; the register of companies of the German Federal Statistical Office is not accessible for research purposes. The Hoppenstedt database contains approx. 50 000 companies of the producing sector and 1500 forwarding agencies. Firms appearing in Hoppenstedt achieve an annual revenue of one million Euro or more and employ at least 20 employees. This means that firms of the producing sector and the forwarding agencies in Germany with an annual revenue of more than one million Euro or more than 20 employees form the selection basis. In case of companies with different operating sites the interview was held at the largest site measured by the sales volumes.

The random sample was drawn as a disproportional stratified random sample in favour of larger firms. The stratification followed the features 'company size' (up to 49 employees, 50-99 employees, 100-249 employees, 250 employees and more), 'sector according to NACE¹² -code' (10, 20, 30) and the 'location in Germany' (north, east, west, south).

¹² Nomenclature statistique des Activités économiques dans la Communauté européenne Rev. 1.1

Particular attention was given to the choice of the person to be interviewed. Here, the experience of a qualitative exploration study dating from spring 2004 had great influence. In companies with up to 50 employees a member of the business management was asked to participate, in companies with more than 50 employees the brand manager. If the initially advised target person gave the statement, that the questions could be answered in a more reliable way by another person in the firm, the interview was carried out with this alternative contact.

The results shown in this article refer to the sample of the manufacturing companies ($n = 907$). More than 63% of the firms have just one operating site. In about two thirds of the firms with more than one site, the interview was carried out in the head quarter. In the remaining firms, the interviews were held at a secondary site.

About half of all interviews (49%) were carried out with the advised target person. In 51% of cases, other persons were interviewed according to the procedure described above. The most important group, here, were members of the business management (more than 70 interviewees). Furthermore, a great number of managers of divisions (thereof 60 heads of the logistics department, more than 30 heads of the dispatch department) and plant managers (more than 40) were interviewed. The number of employees in the interviewed firms is more than 180 000 in total.

The questionnaire consisted of 44 questions, amongst others questions about production, delivery times, commodities, suppliers and customers. Beside that, transportation specific questions (freight transport demand, modal split, cargo characteristics) were asked just as questions about the relocation of production and modified logistic concepts.

In the following, we will concentrate on organizational modifications in companies (for example centralisation, outsourcing) and their effects on transport demand and freight traffic. The article will shed light in particular on a few selected effects of outsourcing with respect to the quantitative and spatial change of market links. Another main topic will be the question of quantitative effects coming along with the introduction of new production concepts at the level of the single firm.

4. Reflecting the spatial modification of value chains: recent transformations of markets

The growing division of labour within the industrial value chain has led to a modification of the relationships between the production sites of the companies. The destinations and origins of goods and intermediate goods are good indicators of the increasingly internationally fragmented industrial production. Within the framework of the study, a high degree of attention was dedicated to the evolution of customer and supplier relationships within the last decade.

As a general result it can be retained that the regional integration of firms on both the supplier and the customer side has decreased considerably in favour of the European and global level. In detail, the figures show that regional *sales* of the

industrial products have been reduced considerably during the last 10 years. The geographic target area of sales has shifted to the European level or even beyond in almost all sectors (cf. figure 4). European and overseas markets have clearly increased their importance in the last years.

On the supply side, a worldwide purchase of raw materials and (intermediate) goods is reality in the interviewed firms. Global sourcing and geographic expansion of the sales markets are developments that have direct implications on freight transport demand. The spatial extension of supply and sales markets results in larger distances for the transport of goods – a fact that is also reflected by the interviewees.

As an appropriate example may serve a company of more than 500 employees from the sector "Manufacture of office machinery and computers" situated in the South of Germany. The increasing importance of the extra-German market (from 1995-2005 30% growth of sales on the European level and another 25% growth worldwide) caused a much higher frequency of transports to foreign countries. While in 1995 there was just one transport going abroad per week, now the frequency is up to five times higher.

Another example is a manufacturer of fabricated metal products in the Western part of Germany with about 1000 employees. This firm states a general rise in transport processes caused by new production facilities in Asian and East-European countries and has itself, today, changed global supplier networks.

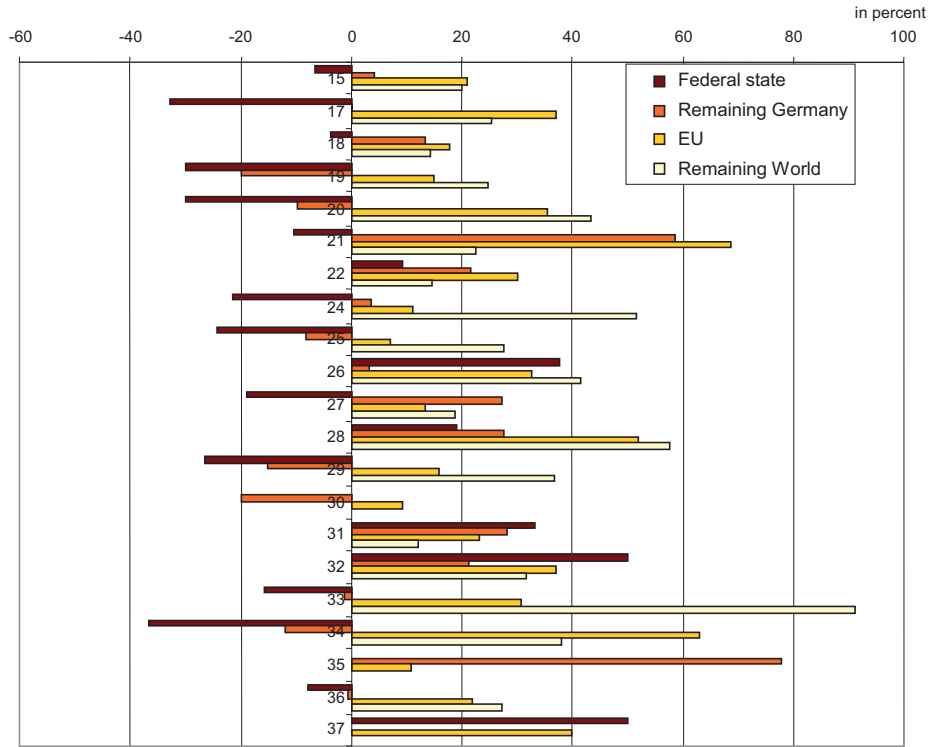
In general, the structural modifications of markets have multiple direct effects on transport demand and freight traffic. As a result of changed markets within the last 10 years 64.7% of the companies indicate modifications in freight traffic. Of the latter, almost 65% acknowledge a rise of freight transport from or towards their company. A shift between transport modes, an increasing containerization (in particular in the international commodity trade) and organizational modification of transport processes were among the most important modifications in transport. Organisational changes relate particularly to the increased integration of (specialized) forwarding agencies, the handling of logistic processes by external service providers and the higher degree of (international) linkage.

5. Changes of supplier relationships

The analysis of the relationships that firms have towards their suppliers reveals a tendency of reducing the number of suppliers. Firms of all sizes say that within the last five years, intermediate goods and raw materials have been supplied by "up to 50 suppliers" while there were more suppliers in former years. At the same time, the proportion of companies which receive goods from more than 500 suppliers has diminished during the last ten years. The decisive factor of this decline is probably the co-operation with system suppliers (represented in a model at Haubold, 1995; or Baumgarten, 2004).

34.3% of the companies purchase intermediate goods of similar type from one or only few suppliers. A differentiation of this statement according to the company

Figure 4: decrease and increase of the importance of markets between 1995 and 2005 (in % of sales modification, by NACE Classification, $n = 571$)



- | | |
|--|---|
| 15 Manufacture of food products and beverages | 28 Manufacture of fabricated metal products, etc. |
| 17 Manufacture of textiles | 29 Manufacture of machinery and equipment |
| 18 Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur | 30 Manufacture of office machinery and computers |
| 19 Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, etc. | 31 Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c. |
| 20 Manufacture of wood and of products of wood and cork, etc. | 32 Manufacture of radio, television and communication equipment, etc. |
| 21 Manufacture of pulp, paper and paper products | 33 Manufacture of medical, precision and optical instruments, etc. |
| 22 Publishing, printing and reproduction of recorded media | 34 Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers |
| 24 Manufacture of chemicals and chemical products | 35 Manufacture of other transport equipment |
| 25 Manufacture of rubber and plastic products | 36 Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c. |
| 26 Manufacture of other non-metallic mineral products | 37 Recycling |
| 27 Manufacture of basic metals | |

size shows, that 'small firms' tend to have more suppliers while 'medium firms' have the lowest number of suppliers in average: Only 29.6% of the 'small firms' indicate to purchase intermediate goods from only one or just a few suppliers; among 'medium firms' 39.1% have this low number of suppliers. The high amount (55.1%) of purchases of intermediate goods of similar type from several suppliers is remarkable for 'small firms'. In each other size class this share is by far smaller ('micro firms' 41.8%, 'medium firms' 45.0%, 'large firms' 43.1%).

The reason for these differences might be found in the different position of investigated firms in the value chain or the different degree of integration in processes of value creation. While micro-sized companies are strongly specialized, medium-sized and in particular large companies take a key position in the value chain. These companies can establish – out of their strong position – stable partnerships, sinking transaction costs and economies of scale which allows them to reduce the number of suppliers. Small companies cannot react in the same way to cost pressure, so that there is a permanent need to find low-priced supply possibilities. Another relevant argument for this finding is the decreased vertical range of manufacture in large companies and the increase in modular sourcing.

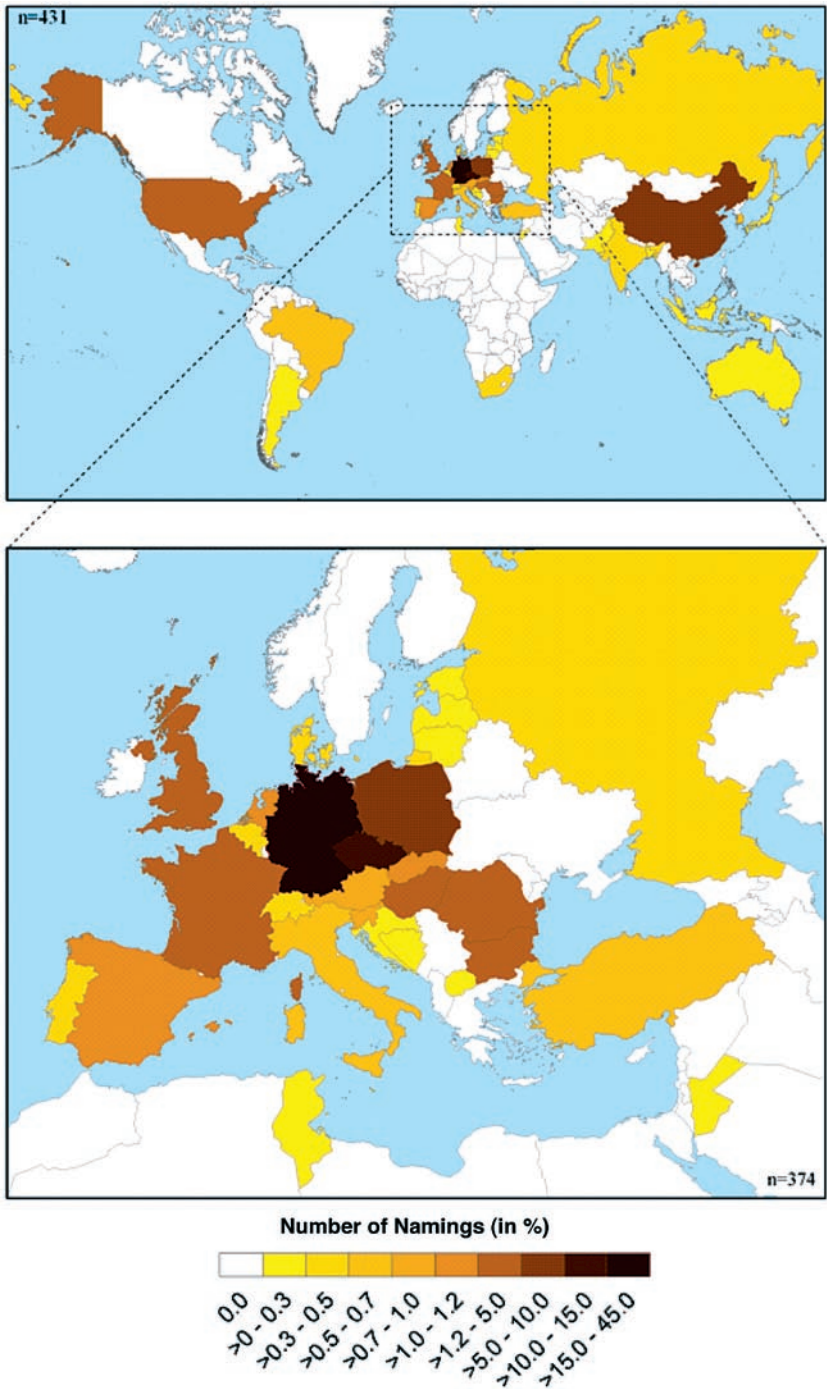
Within the last 10 years, 248 (27.4%) out of the 907 interviewed firms have changed to an external procurement of formerly in-house produced parts by outsourcing and spatial disintegration of their production. 128 other firms (14.2%) are planning an outsourcing and relocation in foreseeable future. Target areas of outsourcing and spatial shift are first of all Germany, the Middle and East European states and China (cf. figure 5). The importance of these target areas for a production shift now and in future is reflected by current and future outsourcing in the investigated firms.

A highly significant correlation exists between the firm size and realized outsourcing of production. Bigger firms realize outsourcing rather than smaller ones. The same is true for expected outsourcing, even though the degree of correlation is a little lower. Outsourcing reasons are mainly financial aspects, in particular the lower production and wage costs in target areas. Other reasons that firms indicate are the lack of space for further growth and capacity restrictions; these reasons are given particularly for the case of relocation *within* Germany.

6. The effect of new production concepts on transport demand: Just-in-Time delivery

For the realization of improvements in productivity and costs and the increase of flexibility, time plays a determining role. This is expressed, for instance, in concepts like "Just-in-Time" (JIT). The delivery of semi-finished products to production lines at the very moment of their processing reduces the need for high-cost buffer and inventory stocks drastically. Introduced initially in the automobile production, the JIT concept has been implemented in many industrial sectors, although the concrete realisation of the concept is not uniform. The time span between delivery and processing may differ from one hour to one or even two days. In practice, a

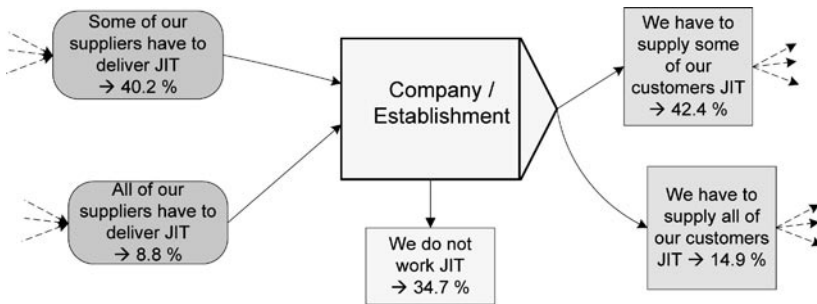
Figure 5: outsourcing of German firms within the last ten years – the target areas



great number of different strategies for time shortening and optimisation of delivery are summarized under the JIT term. The basic requirements for applying concepts like JIT are efficient and reliable data transfer and transport (Merath, 1999).

Only 34.7% of the 907 asked producing companies do not use Just-in-Time at all. Asked for their relationship to suppliers and customers, 365 companies indicate that a part of their suppliers has to deliver JIT. 79 interviewees specify that all suppliers have to deliver JIT (cf. Fig. 6). Concerning their role as a supplier the proportion of companies delivering JIT is even larger. Here, 385 companies indicate to have to supply a part of their customers just in time. Another 135 even have to supply *all* customers just in time.

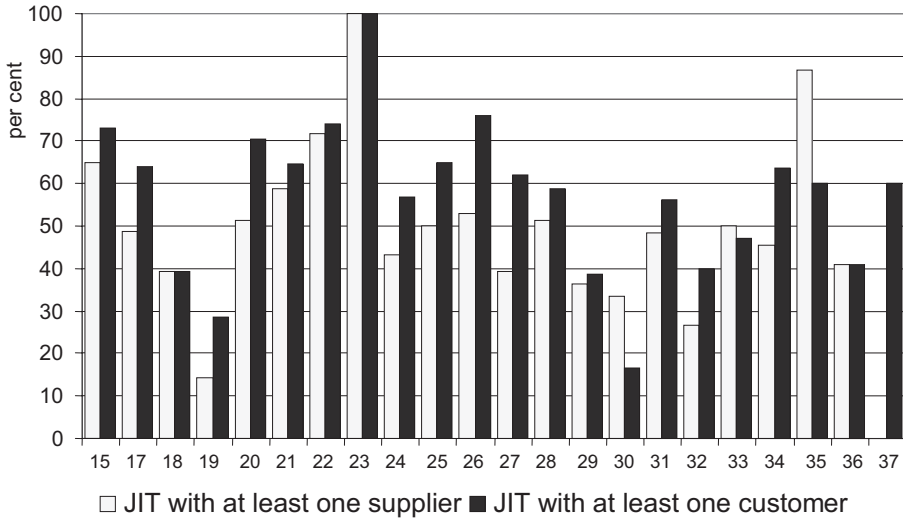
Figure 6: firms applying and requesting Just-in-Time (n = 906)



There exist clear differences according to the economic section¹³ in which firms operate (cf. Fig. 7). First of all, these differences concern the 'side' of major JIT application – either on the supplier or the customer side. While most firms indicate to have more JIT application on the customer side, there are a few ones with higher JIT intensity on the supplier side – 'office machinery and computers', 'manufacture of medical and precision instruments' and 'other transport equipment'. The close look on the data reveals that production downstream the value chain requires more JIT than upstream production. As an example may serve section 33 that also includes the installation and repair of scientific and technical instruments (e.g. avionic equipment, etc.) and instruments to control industrial processes, and section 35 which is "Manufacture of other transport equipment". The products of these sections are characterised by a much higher relevance of JIT supply, being products at the very end of the value chain.

¹³ The number of cases in the economic sections differs due to the random sample draw and the differently strong occupation. This has to be considered for the analysis and interpretation. So the data record contains just 3 companies of the section "Manufacture of coke a.s.o." Besides the sections "Manufacture of office machinery and computer", "Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage etc." and "Recycling" are cases with an engaged $n < 10$.

Figure 7: JIT use according to the economic section (*n* = 906)



- | | |
|--|---|
| 15 Manufacture of food products and beverages | 27 Manufacture of basic metals |
| 17 Manufacture of textiles | 28 Manufacture of fabricated metal products, etc. |
| 18 Manufacture of wearing apparel; dressing and dyeing of fur | 29 Manufacture of machinery and equipment |
| 19 Tanning and dressing of leather; manufacture of luggage, etc. | 30 Manufacture of office machinery and computers |
| 20 Manufacture of wood and of products of wood and cork, etc. | 31 Manufacture of electrical machinery and apparatus n.e.c. |
| 21 Manufacture of pulp, paper and paper products | 32 Manufacture of radio, television and communication equipment, etc. |
| 22 Publishing, printing and reproduction of recorded media | 33 Manufacture of medical, precision and optical instruments, etc. |
| 23 Coke a. s. o. | 34 Manufacture of motor vehicles, trailers and semi-trailers |
| 24 Manufacture of chemicals and chemical products | 35 Manufacture of other transport equipment |
| 25 Manufacture of rubber and plastic products | 36 Manufacture of furniture; manufacturing n.e.c. |
| 26 Manufacture of other non-metallic mineral products | 37 Recycling |

Upstream sections are obviously less JIT intensive. Especially the raw material intensive sections show evident differences (e.g. wood products, non-metallic mineral products, basic metals). Here, it is much more common to store raw materials in buffer stocks before they get transformed in an in-house production

process. One particular reason for the storage of raw materials is the transport costs and the need for specific transport equipment. The transport of basic metals still is bulk shipment, where the raw material is transported within special cargo shapes (e.g. zinc in bullions). A demand-driven supply frequency for raw material to reduce the costs for buffer stocks would increase the transport and transaction costs to an inappropriate level. In addition, the buffer stocks allow the firms to overcome procurement problems as well as to compensate variations of demand (Schramm, 1999).

The intermediate goods manufactured in the value creation process show, because of their product characteristics, a much stronger JIT propensity. These intermediate goods have to be delivered JIT to the manufacturing customer to be further processed in the value chain.

It should be kept in mind, too, that JIT is not suitable for every production structure. It is in particular large-scale production that needs to be supplied with a steady and predictable flow of intermediate goods to realise a direct and demand-driven delivery. Small-scale production with sporadic and unpredictable supply intervals is more tending towards storage.

The economic section of 'recycling' takes a special position in this setting. It results from the fact that the included firms process waste, scrap and other articles into secondary raw material. The output of this process is directly usable in industrial manufacturing processes as an intermediate good and gets – as the results show – JIT delivered to further industrial processing.

The JIT concept is often considered as a reason for smaller consignment sizes (Gaury, Pierreval & Kleijnen, 2000; Boysen, Fliedner & Scholl), since a minimization of the buffer and inventory stocks reduces the purchase order quantities which, in turn, increases the supply frequency. This would be a direct effect on transport and is supposed to be tested therefore exemplarily with the data recorded.

Figures 8 and 9 show the number of trucks unloaded respectively loaded per day in the investigated firms differentiated by JIT patterns. The figures make clearly come out that freight traffic is far less for those firms that do not work with JIT.

Bringing the result down to truck loads (loading and unloading) by firm size, it becomes obvious – on the level of the single firm – that the application of the JIT concept is augmenting the number of loadings by a factor up to 2.2 for deliveries to the customer and 1.4 for supplies, although an increase in truck loads does not automatically occur by the application of JIT. To explain this phenomenon, further data evaluation will be needed here.

7. Summary and conclusions

In order to establish a true microscopic model of freight transport demand for Germany, we used an empirical multi-step approach to gain the necessary transport-related data. Detailed behavioural data of manufacturing companies have been collected and are now transferable into the transport model WiVSim of the

Figure 8: number of trucks unloaded per day (classified) according to the indicated JIT pattern

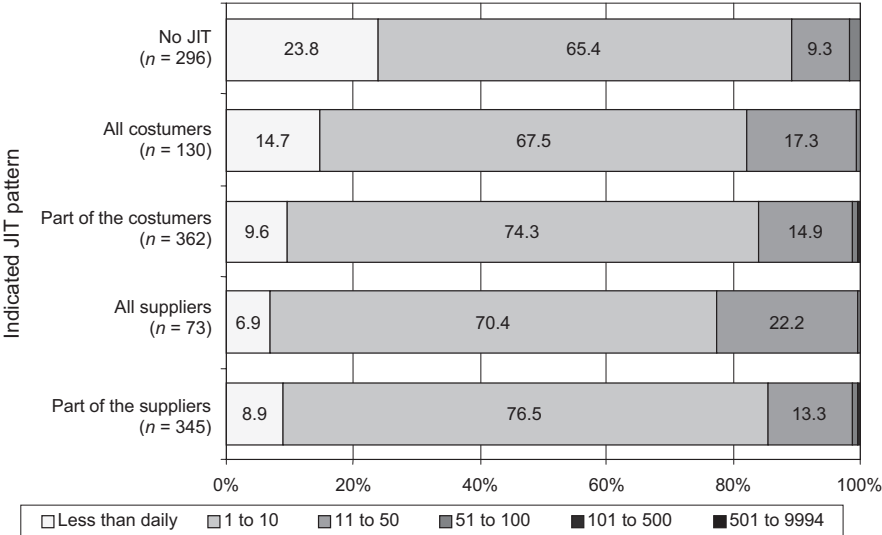
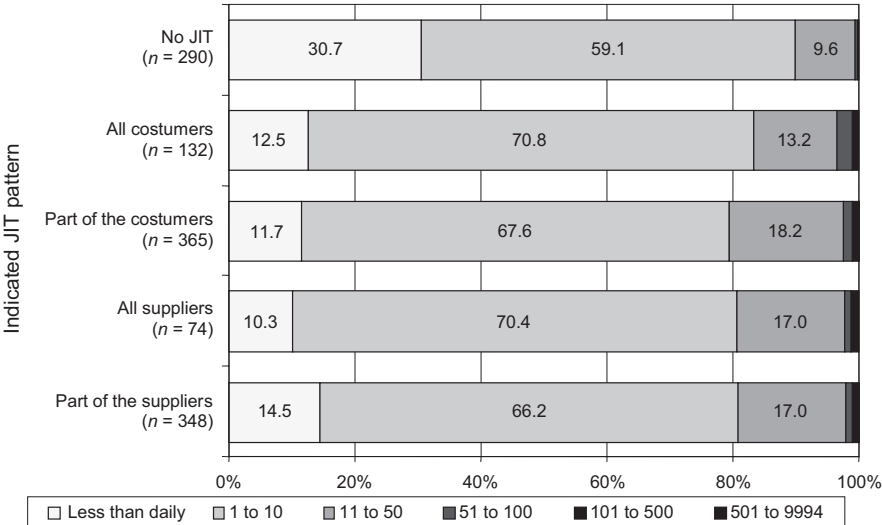


Figure 9: number of trucks loaded per day (classified) according to the indicated JIT pattern



DLR – Institute of Transport Research. The results obtained in the representative quantitative survey validate and extend the knowledge about economic actors, processes, and their transport-related preferences and needs.

Figure 10: number of trucks loaded per day (classified) – only firms with JIT to at least one customer, by firm size

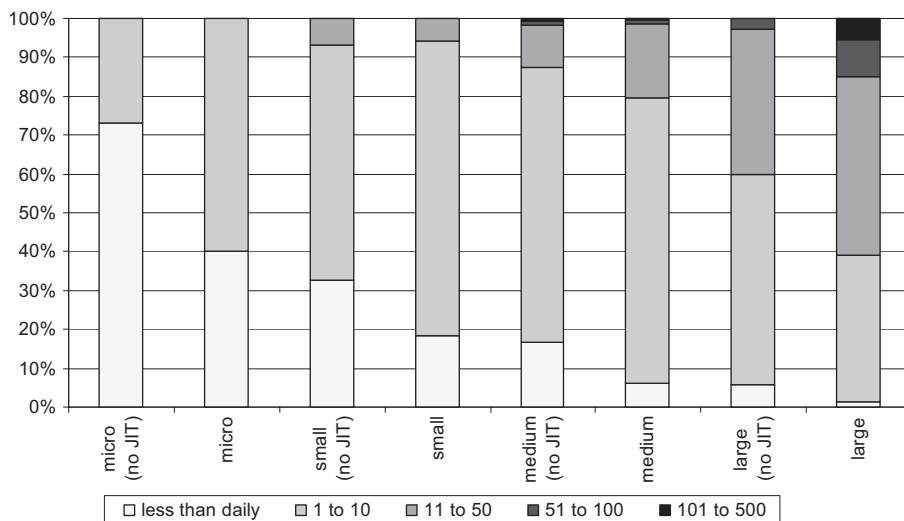
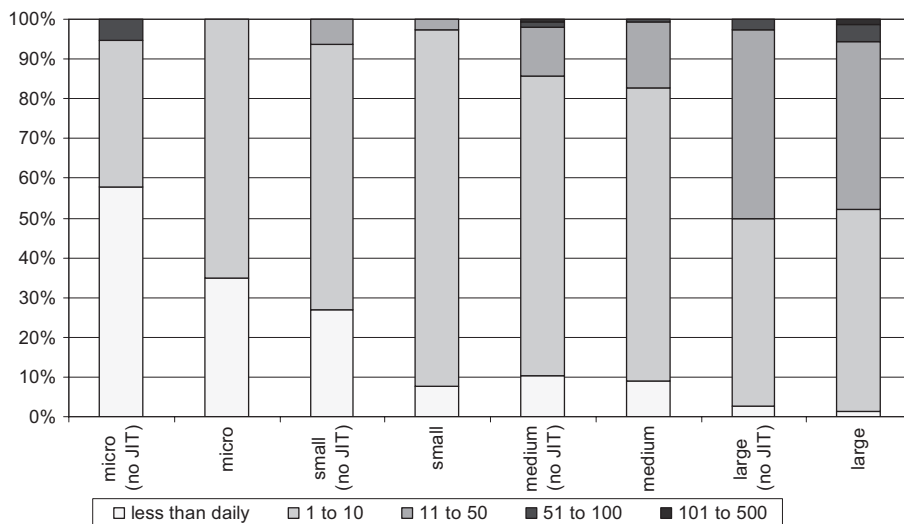


Figure 11: number of trucks unloaded per day (classified) – only firms with JIT deliveries from at least one supplier, by firm size



Two main findings can be retained:

(1) Although outsourcing has occurred in almost one third of the investigated firms and is planned by another 15 percent, it is not a general characteristic of

Table 1: trucks loaded and unloaded with and without JIT application, by firm size

Firm size	JIT	Average number of trucks loaded at the firm per day	Average number of trucks unloaded at the firm per day	Number of firms
Micro & small	all suppliers, all customers	3,5	2,9	28
	no JIT	3,8	6,1	196
Medium	all suppliers, all customers	15,0	10,4	20
	no JIT	8,4	7,3	100
Large	all suppliers, all customers	31,7	14,9	9
	no JIT	14,4	13,4	19

firms in the German manufacturing sector. Instead, outsourcing is mainly done by large firms. Target areas then are, above all, Germany itself and Eastern Europe, to some degree also China.

(2) The application of the Just-in-Time concept is quite widespread among firms in Germany, while still one third of the investigated firms indicate they do not use JIT at all. The share of firms with exclusive JIT supply or delivery is below 15%. However, if JIT is used, there seems to be a significant increase in transport demand. A clear correlation of JIT and increased transport demand, however, exists only for the case of medium and large firms. Small firms and micro firms have even less loading and unloading under the application of JIT. Further data evaluation will have to clarify the reasons for this contrary effect.

The evidences shown present several interdependencies between a production related (re-)organization of manufacturing firms and freight transport demand. These as well as further information gained in the surveys confirm how the extensive data needs of microscopic freight transport models can be satisfied. Nevertheless, to fully succeed an intensive collaboration with logistics, computational economics, land use and transport scientists is required.

When considering the future of data requirements and how to fulfil them for microscopic approaches there are a lot of lessons to learn from the ECHO 2004. Though it is not clear, to which extent the data can be “translated” into the German economy and infrastructure, the approach establishes representative knowledge for complete transport chains including substantial knowledge about related manufacturing and logistics processes. The future will show, how the results of ECHO can be useful outside France, the empirical method will for sure broaden the European research perspective.

References

- Arndt S.W., Kierzkowski H. (2001). Fragmentation: New production patterns in the world economy. Oxford: Oxford University Press.
- Baumgarten H. (2004). Entwicklungsphasen des Supply Chain Managements. In: H. Baumgarten, I.-L. Darkow, & H. Zadek (Eds.), Engineering online library. Supply Chain Steuerung und Services. Logistik-Dienstleister managen globale Netzwerke – best practices. Berlin: Springer, pp. 51–60.
- Boysen N., Fliedner M., Scholl A. (2007). Sequencing mixed-model assembly lines to minimize part inventory cost. *OR Spectrum*.
- Burda M.C. (2000). Cost competition, fragmentation and globalization. Working paper series / CESifo. Munich: CESifo.
- Button K. (2006). Airports and International Economic Integration. 17th International Symposium on Theory and Practice in: *Transport Economics and Policy*. Berlin, October 27
- Chan H.S., Courtney A.J. (1998). Stimulus size scaling and foveal load as determinants of peripheral target detection. *Ergonomics*, 41(10), 1433–1452.
- Clark T.H., Croson D.C., Schiano W.T. (2001). A Hierarchical Model of Supply-Chain Integration: Information Sharing and Operational Interdependence in the US Grocery Channel. *Information Technology and Management*, 2(3), 261–288.
- Dicken P. (1998). *Global shift: Transforming the world economy* (3rd ed.). New York: Guilford Press.
- Egger H., Egger P. (2004). Outsourcing and trade in a spatial world. CESifo working paper series Trade policy, 1349. München: Univ. Center for Economic Studies [u.a.].
- Energy & Transport 2006 In Figures: Part 3: Transport. Retrieved Jan 22, 2008.
- Gaury E., Pierreval H., Kleijnen J. (2000). An evolutionary approach to select a pull system among Kanban, Conwip and Hybrid. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 11(2), 157–167.
- Gereffi G. (2005). The Global Economy: Organization, Governance, and Development. In: N. J. Smelser, & R. Swedberg (Eds.), *The handbook of economic sociology*. 2nd ed. Princeton N.J, New York: Princeton University Press; Russell Sage Foundation. pp. 160–182
- Haubold V. (1995). Umstrukturierungsprozesse in der zwischenbetrieblichen Arbeitsteilung der Industrie: Eine theoretische und empirische Analyse unter besonderer Berücksichtigung logistischer Aspekte. Beitrage aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universitaet Münster, 138. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

- Hesse M., Rodrigue J.-P. (2004). The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of Transport Geography*, 12(3), 171–184.
- Jaecker A. (1997). Verkehrliche Wirkungen neuer Produktionskonzepte: Eine theoretische und empirische Analyse am Beispiel der deutschen Elektroindustrie. Beiträe aus dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universitaet Münster, 143. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Liedtke G. (2006). An actor-based approach to commodity transport modelling (1. Aufl.). Baden-Baden: Nomos.
- Lin G.Y., Breitwieser R., Cheng F., Eagen J.T., Ettl M. (2000). Product Hardware Complexity and Its Impact on Inventory and Customer On-Time Delivery. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 12(2), 145–163.
- Merath F. (1999). Logistik in Produktionsverbundsystemen. Schriftenreihe der Bundesvereinigung Logistik e.V., 43. München: Huss.
- Piore M J., Sabel C.F. (1984). *The second industrial divide: Possibilities for prosperity*. New York: Basic Books.
- Radke S. (2005). Verkehr in Zahlen 2005/2006 (erw. Ausg). Verkehr in Zahlen, 34. Hamburg: Dt. Verkehrs-Verl.
- Rekik Y., Jemai Z., Sahin E., Dallery Y. (2007). Improving the performance of retail stores subject to execution errors: coordination versus RFID technology. *OR Spectrum*, 29(4), 597–626.
- Rodrigue J.-P. (1999). Globalization and the synchronization of transport terminals. *Journal of Transport Geography*, 7(4), 255–261.
- Schramm H. (1999). Integrierte Produktionslogistik: Umsetzung durch neue Formen der Arbeitsorganisation in der Serienfertigung. Schriftenreihe der Bundesvereinigung Logistik (BVL) e.V., Bremen, 46. München: Huss.
- Sihn W., Palm D., Matyas K., Kuhlang P. (2006). Automotive Region Eastern Europe – Chancen und Potenziale des "Detroit des Ostens" für Automobilzulieferer.
- Spahn M., Lenz B. (2007). Application of a multi-level freight transport demand model to estimate the effects of political measures. 11th World Conference on Transport Research, USA. Berkeley.
- Spahn M., Lischke A., Knitschky G., Guehnemann A. (2005). Mikroskopische Modelle der Güterverkehrsnachfrage. In: U. Clausen (Ed.), *Logistik, Verkehr und Umwelt. Wirtschaftsverkehr 2005. Trends – Modelle – Konzepte*. Dortmund: Verl. Praxiswissen, 63–76.
- Sturgeon T.J. (2000). How Do We Define Value Chains and Production Networks ? Background Paper Prepared for the Bellagio Value Chains Workshop.

- Tavasszy L.A., Ruijgrok C.J., Thissen M.J.P.M. (2003). Emerging global logistics networks: Implications for transport systems and policies. *Growth and change*, 34(4), 456–472.
- Wieberneit N. (2008). Service network design for freight transportation: a review. *OR Spectrum*, 30(1), 77–112.
- Wisetjindawat W. (2006). Micro-Simulation of Freight Agents in Supply Chain for Modeling Urban Freight Movement. Nagaoka University.

3^e partie

Relations entre transport et organisation des entreprises

L'organisation logistique : quels arbitrages pour les chargeurs ? Quel rôle pour la taille de l'envoi ?

Valérie Gacogne

Complexio

10 bis, avenue des Gobelins

75005 Paris

valerie.gacogne@complexio.info

Résumé

Face à une réduction confirmée du poids des envois dans les premiers résultats d'analyse de l'enquête ECHO, et à ses enjeux notamment du point de vue de la génération du trafic routier, l'une des questions est d'en connaître les déterminants. Dans ce contexte, nous essayons de replacer le rôle de la taille de l'envoi dans les arbitrages qu'ont à effectuer les chargeurs entre les différents coûts logistiques et la qualité de service ; mais également d'analyser ses dynamiques d'évolution du point de vue des tendances fortes et profondes que connaissent actuellement les systèmes de production et de distribution.

1. L'organisation logistique et la notion d'arbitrage

1.1 Proposition de définitions de la logistique

Une définition classique

Les définitions de la logistique sont nombreuses et le concept s'est considérablement développé au cours de la deuxième moitié du XX^e siècle. Elle est définie couramment comme l'aptitude à assurer la *disponibilité du bon produit, dans les bonnes quantités, au bon endroit, au bon moment, et au moindre coût*.

Si elle semblait confinée à des questions de distribution physique dans les années 60, la logistique a pris progressivement un rôle stratégique remarquable.

La logistique : un système complexe de circulation des flux

La définition précédente de la logistique reste toujours valable mais nous proposerons aussi la définition suivante de la logistique (Gacogne, 2003, p. 31),

la considérant comme un système complexe de circulation des flux (A.K. Samii considère que le mot *flux* est aujourd'hui le mot clé de la logistique, 2000, p. 8).

L'organisation logistique vise à optimiser la circulation de l'ensemble des flux de matières, mais aussi d'information et financiers, depuis la production de matières premières jusqu'à la réception du produit fini par le consommateur final. Ces flux circulent d'amont en aval mais aussi d'aval en amont pour les flux de matières et d'information (notamment avec les opérations de recyclage pour les matières et la gestion des emballages telles les palettes, éléments de la logistique qui vont probablement être amenés à devenir stratégiques). Cette définition correspond à une conception à la fois beaucoup plus récente et large de la logistique, puisqu'elle tient compte de la circulation de l'ensemble des flux matériels et immatériels du système de production et de distribution.

1.2. Quels arbitrages pour les chargeurs ?

La notion d'arbitrage dans le système logistique

L'organisation du système logistique fait intervenir des décisions qui, pour certaines, peuvent être qualifiées de stratégiques, et ont une influence sur l'organisation des sites de production et les structures des réseaux de distribution. D'autres décisions sont plutôt d'ordre opérationnel, elles concernent la distribution physique des marchandises et les modes de gestion des stocks dans les sites de distribution ; elles influencent notamment le cadencement des envois. L'ensemble de ces décisions font intervenir des arbitrages entre coûts, liés à la production, au stockage et au transport, et au niveau de service souhaité (délai, fiabilité, flexibilité des livraisons par exemple).

Du point de vue du donneur d'ordre, qu'il s'agisse d'un industriel ou d'un distributeur, ses décisions affectent l'organisation du réseau de distribution, en le conduisant à déterminer notamment :

- le degré de centralisation du réseau de distribution (ou bien on parlera à l'inverse du degré de hiérarchisation), c'est-à-dire le nombre de niveaux de distribution dans le réseau (avec par exemple un niveau supranational, un national, un régional) ;
- le nombre, la situation géographique et la fonction (stockage, mutualisation des envois par exemple) des centres de distribution à chaque niveau de distribution ;
- la taille (poids et volume) et la fréquence des envois.

Pour un industriel, il existe également des choix relatifs au système de production, qui auront aussi une incidence sur les flux de marchandises avec :

- le nombre et la localisation des sites de production ;
- la spécialisation éventuelle des sites par produit ;
- la sous-traitance et les choix en matière d'approvisionnement.

Naturellement, les arbitrages du système logistique conduisent aussi à réaliser d'autres choix telle la sous-traitance de certaines opérations logistiques (transport, manutention, entreposage, etc.), qui ne sont pas traités ici.

L'ensemble de ces décisions auront des effets notoires sur la circulation des flux de matières et l'organisation des transports. Elles influenceront les distances moyennes de transport, le nombre de relations de transport dans les réseaux, les niveaux de stocks, la taille (poids et volume) des envois, les modes de transport choisis, le type de véhicule, ainsi que la distance totale de transport et les opportunités de massification des flux de transport. À l'origine de ces décisions, se trouvent des arbitrages entre coûts (production, transport et stockage) et des exigences de qualité de service. Le modèle EOQ (Economic Order Quantity), présenté ci-après, attribué à Arrow, Karlin et Scarf en 1958, et à Magee et Boodman en 1967, se trouve à la base de ce principe essentiel d'arbitrage dans l'organisation logistique. Ce modèle, relativement ancien puisqu'il date des années 50-60, proposait de déterminer la quantité optimale de commande, c'est-à-dire la quantité qui permettait de minimiser la somme des coûts de commande (qui décroissent avec la taille de la commande) et de stockage (qui, à l'inverse, croissent avec les quantités). Le coût du processus de commande tient compte aussi bien des coûts liés à la facturation, que d'une éventuelle adaptation des moyens de production à la commande (notion de série de production lorsqu'une unité fabrique plusieurs produits).

Soit une firme achetant une quantité q de biens sur une période de temps donnée (par exemple mensuelle), à un prix unitaire p , le coût du processus de commande étant s , et i le coût de stockage exprimé proportionnellement à la valeur du produit, le modèle EOQ donne l'équation suivante pour les coûts logistiques (C) :

$$C = \frac{qs}{T} + \frac{ipT}{2} \quad (\text{modèle EOQ})$$

Les coûts liés au processus de commande diminuent lorsque la taille de la commande T augmente, tandis que les coûts de stockage augmentent (le stock moyen correspondant à la moitié de la commande reçue). Le modèle EOQ donne donc la valeur optimale T^* , définie comme la quantité optimale de commande, lorsque la dérivée première s'annule :

$$T^* = \sqrt{\frac{2qs}{ip}}$$

Le principe du modèle EOQ repose donc sur le fait que le coût logistique total est constitué de coûts interdépendants évoluant différemment en fonction des quantités. De fait, l'organisation logistique ne peut viser à minimiser les coûts indépendamment les uns des autres sous peine d'augmenter le coût logistique total. Ce modèle a fait l'objet, depuis, de très nombreux développements, mais il fait date car il a montré pour la première fois que les composantes du coût

logistique ne pouvaient être traitées indépendamment les unes des autres. Il a ainsi introduit la notion de l'optimum du coût logistique. Une vaste majorité des modèles d'optimisation actuels traitant de l'organisation logistique s'inspirent du modèle EOQ.

Depuis d'autres éléments d'arbitrages ont été mis en avant dans l'organisation logistique, en particulier ceux faisant intervenir les coûts de transport. Cependant, ils ont été introduits le plus souvent comme une part de la constante du coût de processus de commande, c'est-à-dire sans tenir compte de l'influence de la distance et de la taille (poids et volume) de l'envoi sur les coûts de transport. Certains modèles d'optimisation traitant de la localisation des sites de production ou de distribution introduisent néanmoins un coût fixe à la tonne kilomètre, permettant ainsi de tenir compte de la *variable* distance (voir par exemple Das et Tyagi, 1997 ; McCann, 1998, chapitre 3). Le modèle EOQ prend alors la forme suivante, avec v le coût de transport exprimé à la tonne-kilomètre (la quantité de produit q étant exprimée en tonnes) :

$$C = \frac{qs}{T} + \frac{ipT}{2} + dvq$$

Il apparaît ainsi dans cette équation que les coûts de transport sont directement proportionnels aux quantités totales q transportées et à la distance d parcourue. Ces modèles ne tiennent donc pas compte de l'influence de la taille de l'envoi T (poids et volume) sur les tarifs de transport.

Blumenfeld *et al.* (1985) ont alors proposé, dans une extension du modèle EOQ s'intéressant à des questions d'itinéraires entre des points origines et destinations, d'introduire les coûts de transport sous la forme d'un coût fixe f indépendant de la taille de l'envoi, considérant que les coûts de transport sont essentiellement les mêmes qu'un véhicule soit plein ou vide. Ce coût fixe f est estimé *a priori* en fonction du prix moyen pour un chargement complet. Le coût unitaire de transport (par produit) est alors égal à ce coût fixe f divisé par la taille de l'envoi T , faisant ainsi apparaître un coût unitaire de transport décroissant avec la taille de l'envoi. En ne tenant pas compte du coût de processus de commande, les coûts logistiques s'expriment alors pour une quantité q de biens achetés à un prix p sur une période de temps donnée de la manière suivante (en supposant dans cette équation que la taille T de l'envoi est inférieure au chargement complet) :

$$C = \frac{f}{T}q + ip(T + mq)$$

On remarque, dans cette équation, que les coûts de stockage ne sont pas divisés par 2, car le stock moyen est valorisé au point de départ et d'arrivée (pour effectuer une expédition de taille T , il faut *attendre* d'avoir produit T et donc le stock moyen de départ sera équivalent au stock à destination). Par ailleurs, les auteurs ont aussi ici valorisé le stock lorsqu'il circule, il s'agit du coût de stockage

correspondant à la durée m moyenne de transport. La taille optimale T^* étant donnée lorsque la dérivée première s'annule, il vient :

$$T^* = \sqrt{\frac{fq}{ip}} \quad (\text{pour } T^* \text{ inférieure au lot complet})$$

Nous ne développerons pas plus ici les modèles d'optimisation basés sur le principe du modèle EOQ, car ils sont extrêmement variés (voir notamment les contributions figurant dans Fleischmann *et al.*, 1998). En revanche, nous nous arrêterons sur la question de la taille de l'envoi et de la prise en compte de son rôle dans les arbitrages, qui nous semble avoir été traitée partiellement dans ces modèles alors qu'elle joue un rôle essentiel.

Prise en compte du rôle de la taille de l'envoi dans les arbitrages du système logistique et les modèles

Quels que soient ces modèles, les coûts de transport sont rarement considérés comme une variable fonction de la taille (poids et volume) de l'envoi. Or les modes de tarification font apparaître des variations importantes en fonction de la taille de l'envoi, correspondant aux modes d'organisation des opérateurs (pour le routier : mono-colis, messagerie, lot partiel ou complet par exemple), ce dont les chargeurs tiennent compte. Il est par ailleurs admis que le transport routier de marchandises présente des rendements croissants, non seulement sur la distance, mais également sur le chargement moyen (Quinet, 1998, p. 164).

Par ailleurs, les modèles s'intéressant au système logistique sont principalement des modèles d'optimisation traitant par exemple du degré optimal de centralisation d'un réseau de distribution, c'est-à-dire liés à la structure des réseaux, ou encore à des problèmes opérationnels, liés par exemple aux itinéraires. En d'autres termes, les décisions faisant intervenir les différentes composantes des coûts logistiques sont le plus souvent traitées indépendamment les unes des autres. Une vaste majorité des modèles d'optimisation en matière de logistique ne tiennent ainsi pas compte de la taille de l'envoi comme une variable endogène au modèle, issue des arbitrages qu'effectuent les chargeurs (entre coûts de transport, coûts liés au stockage et exigences de qualité de service à différents niveaux du réseau logistique).

Il est entendu que les coûts liés au stockage sont fonction de la taille de l'envoi (et sont naturellement liés aux caractéristiques du produit), puisqu'elle a une incidence directe sur les niveaux de stocks. Ces coûts sont donc dépendants du cadencement des envois, c'est-à-dire des choix opérés sur leur fréquence et leur taille, à chaque niveau du réseau de distribution. Mais les coûts de stockage dépendent également des stocks moyens sur l'ensemble du réseau de distribution, et de fait du nombre de centres de stockage et donc de la structure même du réseau (hiérarchisation du réseau, rayonnement géographique et fonction des centres). En d'autres termes, pour comprendre le rôle effectif de la taille de l'envoi dans les organisations logistiques, il est nécessaire de considérer l'organisation

logistique comme un système, un tout, permettant de tenir compte des différents arbitrages intervenant dans les décisions du chargeur.

Dans une telle perspective d'analyse systémique, l'enquête chargeurs de 1988 et plus encore l'enquête ECHO de 2004 fournissent des éléments nouveaux, en considérant l'*envoi* comme une unité à part entière, permettant ainsi de lier organisation logistique et flux de marchandises. Des données sur une telle variable sont de nature à nous donner un angle d'analyse nouveau sur le rôle de la taille de l'envoi et sur ses dynamiques d'évolution, c'est-à-dire sur la compréhension des phénomènes qui en sont à l'origine notamment dans le cadre d'une approche systémique. Les premiers résultats de l'enquête ECHO confirment ainsi la tendance à l'augmentation du nombre des petits envois, et même des très petits envois (moins de 30 kg). L'enquête chargeurs de 1988 avait déjà montré que 73 % des envois étaient inférieurs à 1 tonne alors qu'ils ne représentaient que 17 % des tonnages (Guilbault, 1995, pp. 47-59). La nouvelle enquête indique que 85 % des envois pèsent maintenant moins de 1 tonne, et 64 % moins de 100 kg (Guilbault, 2006, pp. 25-46). Ces résultats doivent placer les évolutions relatives à la taille de l'envoi au centre d'une réflexion, pour au moins deux raisons. D'une part, la taille de l'envoi joue probablement un rôle prépondérant dans le choix modal et dans la génération des trafics, d'autre part cette tendance au fractionnement est l'un des signes des profonds changements actuels dans les modes d'organisation logistique évoqués ci-après (systèmes de production et de distribution, et modes de consommation ?).

2. Tendances logistiques récentes et évolution de la taille de l'envoi

Les grandes tendances logistiques récentes doivent être perçues tant du point de vue de l'espace que du temps. Nous proposons de formuler les évolutions fortes des organisations logistiques en se plaçant dans chacune de ces deux perspectives.

2.1. Première perspective : une recomposition des organisations logistiques à une échelle supranationale

La centralisation des structures de distribution

Les phénomènes de centralisation des réseaux de distribution doivent être perçus de deux sortes. Il faut, en premier lieu, distinguer une tendance à la réduction du nombre de niveaux de distribution dans les structures. La structure *traditionnelle* qui comprenait au total trois niveaux de distribution, c'est-à-dire le plus souvent un niveau national, un régional et un local, ainsi que des stocks industriels sur les sites de production, est jugée dorénavant comme étant obsolète. D'après les enquêtes récentes, les structures à deux, voire un niveau de distribution, seraient aujourd'hui les plus répandues en Europe. Celles-ci comprennent le plus souvent soit un niveau national et régional, soit uniquement l'un des deux. La structure la plus décentralisée serait aujourd'hui celle qui comporte deux niveaux

de distribution, et la plus centralisée celle dont les expéditions sont effectuées directement depuis le site de production.

Nous n'avons pas mentionné ici le terme de *centres de stockage* mais de *centres de distribution*. L'usage de ce terme générique permet de mettre en avant une autre tendance qui consiste à remplacer des centres de stockage par des plates-formes, destinées aux opérations de groupage et dégroupage, c'est-à-dire au *transit* des marchandises et non à leur stockage. De plus, chaque niveau a été désigné selon un ordre et non pas selon son rayonnement géographique. Il est, en effet, essentiel de distinguer non seulement les différentes fonctions possibles de ces centres, mais également le niveau géographique auquel ils se situent. Il existe en effet une tendance forte à réorganiser la distribution non plus par pays, mais selon des régions supranationales ou paneuropéennes. Il s'agit du deuxième élément important de la centralisation des réseaux de distribution.

Tous ces phénomènes récents sont naturellement liés à la standardisation non seulement de la production mais également de la distribution des produits, et de fait des modes de consommation en Europe. Les développements des réseaux de communication physiques comme informationnels les ont rendus possibles. Cependant, il faut garder à l'esprit que ces tendances d'organisation à un niveau supranational sont encore émergentes, et leur mise en place est étroitement liée à la taille des firmes. Il s'agit de tendances et de volontés d'adaptation qui sont réelles, mais pas toujours traduites dans la réalité autant que l'on pourrait s'y attendre. Il reste de nombreux obstacles à une distribution large des produits au niveau européen – et qui plus est mondiale –, liée à des goûts qui peuvent être fondamentalement différents d'un pays à l'autre, à des critères purement techniques (telles les prises de courant électrique pour les produits ménagers), ou encore réglementaires (étiquetage des produits dangereux par exemple), etc.

La volonté de transformer les structures de distribution nationales en des structures supranationales est en tous les cas clairement exprimée dans toutes les enquêtes. Les réponses d'une étude de type Delphi réalisée par l'Université de Cranfield qualifiaient les structures paneuropéennes comme étant les moins nombreuses en 1991, mais devant venir en seconde position au cours de la décennie actuelle. Néanmoins, les structures nationales comportant un seul niveau de distribution restaient en première position, et celles comportant deux niveaux se voyaient rétrogradées à la dernière place.

Une autre enquête, réalisée en Europe en 1996 auprès de 300 multinationales, donnait des résultats comparables (O'Sullivan, 1997). Ces réponses indiquaient que les organisations logistiques de ces multinationales se tournaient clairement vers l'Europe, avec une préférence pour un entrepôt central, c'est-à-dire un centre de distribution européen, et des stocks régionaux (le terme de région est à comprendre ici dans le sens de région paneuropéenne, car les entreprises de l'enquête avaient toutes une production et distribution internationales). Ces organisations, considérées comme idéales par ces multinationales, devraient donc succéder à des réseaux de distribution qui étaient jusqu'à présent basés sur des structures nationales. Les résultats de cette enquête mettent également en avant

la concentration des sites de production qui sera évoquée plus loin, ainsi que le rôle essentiel des centres de groupage/dégroupage, ou plates-formes, évoqué précédemment.

La mise en œuvre des politiques de réduction des stocks a conduit à remplacer certains centres de stockage par des plates-formes, ces derniers se situant le plus souvent en aval du réseau de distribution. Leur fonction consiste à massifier les transports sur longue distance afin d'en réduire le coût. Cependant, la centralisation des réseaux et leur réorganisation à un niveau paneuropéen, en accroissant les distances, ont aussi conduit certaines firmes à réintroduire des stocks régionaux. La qualité de service étant un critère prépondérant de sélection pour les clients, ces stocks leur permettent de respecter les délais de livraison, notamment dans les régions où la congestion devient problématique. Certaines tendances, en apparence contradictoires, de réduction et d'augmentation simultanées du nombre des plates-formes, concernant en particulier des multinationales, peuvent ainsi s'expliquer.

Par ailleurs, d'autres firmes et des grands distributeurs introduisent aujourd'hui, en plus de leurs centres de distribution existants, des centres de groupage/dégroupage dont la vocation est toujours naturellement de massifier les transports. Ils permettent ainsi aux petits fournisseurs d'expédier sur le plus proche de ces centres des envois consolidés. Ces plates-formes correspondent à la notion assez récente de *mutualisation des envois*, et se justifient par un nombre important de petits fournisseurs. Ces derniers peuvent expédier sur la plate-forme la plus proche des envois consolidés, c'est-à-dire qui étaient auparavant fractionnés et livrés jusqu'aux différents centres de distribution du client. À partir de ces plates-formes, la firme cliente peut constituer des lots complets avec des produits issus de fournisseurs différents, et les expédier sur ses centres de distribution. C'est ainsi qu'il y a quelques années les quatre principaux distributeurs britanniques du secteur alimentaire (Tesco, Sainsbury, Asda et Safeway) avaient implanté des centres de groupage en amont de leurs propres centres de distribution, leur permettant de réaliser d'après eux des gains substantiels. La majorité de ces plates-formes ont été sous-traitées à des prestataires extérieurs et partagées entre les quatre distributeurs.

Certaines firmes présentent une forte capacité à concentrer des volumes importants, les grands industriels et les grands distributeurs. Elles ont alors les moyens d'organiser leur réseau de sorte à massifier les flux de transport, même avec des petits fournisseurs et en pratiquant des organisations en juste-à-temps. Leur réseau se substitue quasiment à celui d'un opérateur de transport, tout en sous-traitant l'ensemble de ces opérations à des prestataires logistiques, et leur permet de réaliser des gains substantiels.

L'organisation de la production : spécialisation, concentration et délocalisations

Depuis quelques années, beaucoup de secteurs d'activités ont réalisé des opérations de fusions et acquisitions. Contrairement à celles des années 80, cel-

les des années 2000 sont analysées comme des réactions défensives dans un contexte d'ouverture des marchés et de concurrence accrue. En se concentrant, ces firmes cherchent à acquérir un pouvoir de marché important en vue de le maîtriser. Nombre de groupes ont ainsi choisi d'abandonner leurs activités les moins rentables ou les moins développées, pour acquérir les moyens de devenir leader à un niveau mondial sur ce qui est couramment appelé leur *cœur de métier*.

Ces processus de concentration sont analysés, actuellement, comme une réponse à un environnement ressenti comme menaçant, y compris sur des marchés qui paraissent déjà concentrés. De tels mouvements de concentration et de spécialisation des firmes ne s'opposent pas à ce qu'il y ait de nouveaux mouvements de diversification des activités dans un avenir plus lointain. Cependant, l'actualité est à ces opérations concomitantes de recentrage d'une part, et de fusions-acquisitions d'autre part. Certaines sont pour le moins spectaculaires tel Unilever qui avait déclaré en février 2000 vouloir supprimer 25 000 emplois et abandonner les trois quarts de ses marques. Pour ce faire, le groupe avait prévu de réduire ses sites de production de 250 à 150, et de ne conserver que 400 marques constituées principalement par des produits dits mondiaux (savon Dove par exemple) ou locaux mais réputés (tel Amora). Dans ce domaine, les exemples sont innombrables et les annonces de ce type sont fréquentes depuis la fin des années 90. En 2007, le groupe a réitéré en déclarant vouloir supprimer plus de 50 000 postes dans le monde, et fermer entre 50 et 60 sites de production, pour céder des métiers considérés comme peu porteurs.

L'évolution des structures productives n'est pas analysée ici en détails, seules certaines évolutions affectant l'organisation des sites de production sont mentionnées. Beaucoup sont accompagnées d'opérations appelées pudiquement de rationalisation de la production, avec une réduction du nombre des sites de production et une spécialisation par produit, afin de réaliser des économies d'échelle. Les sites multi-produits, généralement à vocation nationale, deviennent ainsi mono-produit et à vocation supranationale. D'autres sites sont naturellement délocalisés, mais ce phénomène bien connu concerne aussi toutes les activités à fort taux de main-d'œuvre, et qui ne requièrent pas un haut niveau de compétence. Dans certains secteurs vivement touchés par la concurrence des pays émergents, tel le textile, la production encore localisée dans les pays dits développés correspond à des produits haut de gamme, et surtout techniques (tels le sport, la lingerie) ; mais pour combien de temps encore ?

Nous retiendrons surtout ici que, d'un point de vue spatial, ces tendances logistiques, qui affectent les systèmes de production et de distribution, semblent correspondre à une réorganisation des réseaux de production et de distribution sur des aires de marché supranationales. Ces changements successifs d'échelle de la taille de marché des firmes ont d'ailleurs été permis par les développements des moyens de communication (transports et systèmes d'information). En d'autres termes, les grandes firmes chercheraient à adapter leurs organisations, non plus sur des bases nationales, mais supranationales, et ainsi à mettre en cohérence leurs systèmes de production avec des marchés se situant à un niveau

mondial ou *global*. Ces mutations peuvent être comparées en quelque sorte à une recomposition des organisations à une échelle supérieure, et sont à mettre en parallèle avec les concepts de globalisation et de firmes transnationales qui sont apparus dans les années 80.

2.2. Deuxième perspective : l'accélération de la circulation des flux matériels et immatériels

La généralisation des organisations en juste-à-temps

Parmi les tendances fréquemment citées dans les organisations logistiques, la généralisation des pratiques en juste-à-temps a permis de réduire considérablement les stocks, en augmentant la fréquence des livraisons dont la taille est de fait réduite. Elle conduit à augmenter la rotation des stocks et permet ainsi d'en réduire les coûts. En minimisant les stocks, le juste-à-temps exige une synchronisation des flux et des activités, et demande des services de transport particulièrement fiables et flexibles. Les systèmes d'information jouent un rôle essentiel, leur développement a probablement à la fois permis et accéléré ce type d'organisation. Cette tendance peut être également perçue du point de vue du système de production ou de distribution.

Du point de vue de la production, elles ont été introduites pour la première fois dans les années 50 dans le processus de production de Toyota, au Japon. Ces méthodes ont conduit le constructeur à améliorer considérablement la coordination des différentes étapes de production, et à introduire un système de communication entre chacune d'elles. L'organisation repose donc sur une volonté de rendre la circulation des flux de matières quasi continue, en réduisant autant que possible tous les stocks intermédiaires. Cette organisation a également permis au constructeur d'adopter peu à peu une forme de production extrêmement flexible. Une étude réalisée aux Pays-Bas (Jong *et al.*, 1992) a montré que des produits intermédiaires de faible valeur présentaient des valeurs du temps plus élevées que des produits finis présentant même un caractère périssable ou d'obsolescence, parce que précisément ils entraient dans des processus de production contraignants. Un retard peut, en effet, perturber ou même arrêter par exemple une chaîne de montage, et s'avérer particulièrement onéreux. Il s'agit donc d'une question d'arbitrage entre coûts de transport et de stockage, puisque si ce cadencement des envois permet de réduire les stocks il peut conduire aussi à augmenter les coûts de transport.

Concernant la distribution aux points de vente, la diminution des quantités livrées par commande se révèle également être un moyen de réduction des surfaces de stockage au profit des surfaces de vente (notamment lorsque le coût du foncier est élevé). Les magasins proposent aujourd'hui des assortiments nettement plus larges de produits qu'il y a une vingtaine d'années par exemple. La Fédération des entreprises du Commerce et de la Distribution affirme ainsi que les volumes de livraison n'ont pas augmenté à Paris, mais que leur contenu s'est considérablement enrichi. En effet, ils offrent maintenant une grande variété de produits correspondant ainsi aux exigences nouvelles des consommateurs. Cette

variété implique aussi de plus petites quantités par produit, et des fréquences de livraison plus élevées puisque l'espace de stockage a été réduit. Un vice-président de l'IRI-Secodip¹⁴ indiquait récemment que si le nombre de références et les exigences des consommateurs allaient croissant, il n'en était pas de même des surfaces de vente, obligeant à réduire les surfaces de stockage.

Les modes de consommation ont naturellement considérablement changé, les produits doivent être variés et différenciés (après la standardisation de la production), et disponibles rapidement. Il en résultera une diminution des quantités stockées par produit, et le recours à des prestataires logistiques extrêmement fiables. L'ensemble de ces évolutions ont déjà considérablement favorisé le recours à des prestataires extérieurs, et non pas seulement parce que cela permettait encore une fois d'introduire une certaine flexibilité dans les organisations. L'externalisation a débuté en sous-traitant les activités de transport, aujourd'hui c'est le cas pour plus de 80 % des firmes, et l'ELA (European Logistics Association) estimait déjà il y a dix ans que 60 % sous-traitaient aussi leurs activités d'entrepôt (Kearney, 1999). L'externalisation de ces prestations logistiques a été mise en exergue par la nécessité de professionnels spécialisés, plus compétitifs en termes de coûts et de qualité de service. Le rôle des prestataires logistiques ne cesse de s'étendre, partis généralement d'une activité de transport, elle englobe aujourd'hui parfois, outre la distribution, des activités d'étiquetage, d'emballage, voire même d'assemblage.

Accélération de la circulation des flux, coût des stocks et taille de l'envoi

À partir d'une notion très répandue d'organisation dite en juste-à-temps qui s'est étendue de la production à la distribution, il en ressort que les systèmes logistiques tendent tous vers un même concept : celui de la circulation continue des flux physiques (et de manière concomitante des flux d'information), circulation qui tend à s'accélérer. Ces notions de continuité et d'accélération sont dues au fait que le juste-à-temps a permis de diminuer tous les stocks intermédiaires dans le système de production, d'augmenter incontestablement la rotation des stocks, et ainsi de diminuer le temps d'immobilisation des produits dans l'ensemble du réseau. La notion d'accélération se retrouve aussi dans les changements structurels des réseaux de distribution évoqués précédemment, avec leur centralisation qui a permis de réduire le nombre de centres de stockage des produits, et l'introduction de plates-formes dédiées au *transit* des marchandises en lieu et place des centres de stockage. Ces notions de coûts liés au stockage en général, et plus particulièrement au coût du capital immobilisé qu'ils induisent, prennent progressivement une place plus importante dans les organisations stratégiques logistiques, et la taille de l'envoi y joue un rôle important.

Compte tenu de la valeur du stock moyen, et de la notion du coût du capital immobilisé, le taux de rotation calculé comme indiqué ci-dessous fournit un ratio financier important. Il est à noter que ce type de ratio doit être comparé, pour évaluer la performance d'une firme donnée, uniquement dans son secteur d'activité

¹⁴ Société d'Études de la Communication, Distribution et Publicité

et pour un produit comparable (puisque'il est extrêmement dépendant du type de produit fabriqué comme des caractéristiques de la demande).

Généralement, le taux de rotation des stocks se calcule sur une base annuelle de la façon suivante :

$$\text{Ventes annuelles} / \text{Valeur du stock moyen}$$

En se plaçant du point de vue de la fonction logistique, le taux de rotation des stocks peut s'exprimer d'une autre manière, en nombre de jours :

$$\text{Valeur du stock moyen} / \text{Ventes annuelles} \times 365 \text{ j}$$

Le nombre de jours ainsi obtenu est équivalent au nombre moyen de jours d'immobilisation d'un produit dans un centre de distribution par exemple, ou peut être calculé dans l'ensemble du réseau de distribution dans lequel il circule.

Les coûts de stockage, appelés parfois coûts intrinsèques des stocks, peuvent être estimés en pourcentage de la valeur du produit stocké (qui peut être son prix). Ils sont alors évalués pour un type de produit, dans un centre de stockage, généralement de la manière suivante (comme dans le modèle classique EOQ présenté précédemment) :

$$C_{\text{stock}} = P i \times \frac{T}{2}$$

Le stock moyen correspond à la quantité moyenne de produits en stock, c'est-à-dire à la moitié des quantités livrées (envoi de taille T , correspondant aux quantités expédiées). Le coût du stock moyen est donc estimé par la valeur du produit P et un taux i , annuel ou mensuel, selon la période de temps considérée pour le calcul. Ce taux correspond au coût du capital immobilisé, à apparenter au coût interne des capitaux pour des projets à faible risque. Mais le coût intrinsèque des stocks doit, en principe, prendre également en compte la tenue du stock (assurances, taxes), l'espace de stockage occupé et les risques sur stocks (obsolescence, vols, etc.). Il est à distinguer du coût d'entreposage qui correspond à l'ensemble des activités et opérations liées à l'entrepôt. Ce taux i dépend donc principalement des caractéristiques du produit, et peut être assez variable d'une firme à l'autre, il est le plus souvent estimé entre 20 et 30 % par an (voir notamment les estimations de Samii, 2000), mais il doit aussi considérer des coûts tel celui du foncier.

Le coût intrinsèque des stocks est donc directement proportionnel à la quantité de produits stockés. Il peut être ramené à un coût unitaire, soit en considérant Q , les quantités annuelles ou mensuelles reçues :

$$C_{\text{stock}}(\text{unitaire}) = \frac{P i}{Q} \times \frac{T}{2}$$

C'est avec cette expression du coût unitaire de stockage que la notion de rotation des stocks prend tout son sens, et montre l'importance de la taille de l'envoi. En effet, deux entrepôts distincts peuvent avoir en moyenne en stock des quantités

identiques de produits mais ces stocks, lorsqu'ils sont rapportés aux quantités totales qui ont circulé par chacun de ces entrepôts, peuvent présenter un coût unitaire fort différent. Le coût des stocks doit donc être rapporté aux quantités, le coût unitaire de stockage est directement lié au taux de rotation, tandis que le prix unitaire de transport (à la tonne ou au produit) est directement fonction de la taille de l'envoi, mais est totalement indépendant de la quantité totale à moins qu'elle ne permette de contribuer à massifier les envois.

La notion de coût des stocks est ainsi directement liée au temps que va rester immobilisé le produit dans un réseau, et donne peut-être ainsi un exemple d'application très concret de l'expression *le temps c'est de l'argent*.

Conclusion

Face à cette vraisemblable accélération de la circulation des flux, à la fois matériels et immatériels, et à l'importance quasi-stratégique donnée à certains ratios financiers en lien avec la notion de coût intrinsèque des stocks et de coût du capital immobilisé, on est en droit de se demander si la taille de l'envoi ne joue pas un rôle essentiel ? Compte tenu des tendances logistiques exposées précédemment, et de l'importance des coûts liés aux stocks qui interviennent directement dans les arbitrages logistiques, la valeur du produit (valeur/kg) d'une part et les quantités totales qui circulent d'autre part peuvent *a priori* directement influencer les évolutions de la taille (poids et volume) des envois. C'est pourquoi sur la base des données de l'enquête ECHO et des premiers résultats d'analyse, un projet baptisé TEOL (Taille de l'Envoi et Organisation Logistique), en collaboration avec l'équipe SPLOTT de l'INRETS, a été initié fin 2007 afin de tester plusieurs hypothèses sur les dynamiques d'évolution de la taille de l'envoi et de les analyser en simulant les arbitrages du système logistique à l'aide d'un modèle de Dynamique des Systèmes (permettant ainsi une approche systémique de l'organisation logistique).

Références

- Kearney A.T. (1993). Logistics Excellence in Europe. Bruxelles: European Logistics Association, 58 p.
- Kearney A.T. (1999). Insight to Impact, Bruxelles: European Logistics Association, 35 p.
- Blumenfeld D.E., Burns L.D., Diltz J.D., Daganzo C.F. (1985). Analysing trade-offs between transportation, inventory and production costs on freight networks, *Transportation Research B*, Vol. 19, 5, 361-380.
- Cranfield Centre for Logistics and Transportation (1994). Logistics Futures in Europe – A Delphi Study, Cranfield: Cranfield University, 109 p.

- Das C., Tyagi R. (1997). Role of Inventory and Transportation Costs in Determining the Optimal Degree of Centralization, *Transportation Research E*, Vol. 33, 3, 171-179.
- De Jong G.C., Gommers M.A., Klooster J.P.G.N. (1992). Time Valuation in Freight Transport: Methods and Results, PTRC, Manchester.
- Fleischmann B. *et al.* (edited by), (1998). Advances in Distribution Logistics, Lectures Notes in: *Economics and Mathematical Systems*, Berlin: Springer, 535 p.
- Gacogne V. (2003). Impact des coûts de transport sur les systèmes logistiques par une modélisation en dynamique des systèmes – Le modèle SANDOMA, ENPC, Paris, 262 p., Thèse pour le doctorat de transport.
- Guilbault M. (1995). Choix modal: éléments de cadrage de la demande et mise en perspective du transport combiné, *RTS*, 46, 47-59.
- Guilbault M. (2006). Poids des envois, Enquête ECHO – premiers résultats d'analyse, INRETS, pp. 25-46.
- McCann P. (1998). *The Economics of Industrial Location – A Logistics-Costs Approach*. Springer, Berlin, 228 p.
- O'Sullivan D. (1997). Logistics in Europe – the vision and the reality, *Logistics Information Management*, Vol. 10, 1, 14-19.
- Quinet E. (1998). *Principes d'économie des transports*, Economica, Paris, 419 p.
- Samii A.K. (2000). *Stratégies logistiques*, Dunod, Paris, 319 p.

Comment lier logistique et durabilité une analyse en fonction des contextes de production

Corinne Blanquart

INRETS – SPLOTT

20, rue Élisée Reclus

BP 317-59666 Villeneuve d'Ascq Cedex

corinne.blanquart@inrets.fr

Valentina Carbone

ESCE, ESCP-EAP

79 avenue de la République

75543 Paris Cedex 11

vcarbone@escp-eap.net

Résumé

La croissante prise en compte du développement durable dans les décisions managériales touche également la logistique et le transport. Notre hypothèse est qu'il n'y a pas une forme unique et optimale de durabilité du transport et de la logistique, mais une diversité de stratégies et de trajectoires logistiques, dont les motivations peuvent être variées.

Nous questionnons dans ce papier l'analyse relative de la durabilité logistique, au regard des caractéristiques du système productif. Le contexte étudié est la filière textile-habillement française. Nos analyses, effectuées à partir de la base ECHO, débouchent sur une proposition d'une typologie d'OLT (Organisations Logistiques et de Transport), en termes de durabilité, caractéristique de cette filière.

Introduction

La durabilité est désormais une référence incontournable de l'action publique. C'est à présent le monde économique et des affaires que la notion investit. Les entreprises peuvent avoir une approche palliative du développement durable, limitée aux réglementations et à la gestion des problèmes, ou une approche inté-

grative qui modifie en amont la gestion quotidienne, voire anticipe les contraintes et fixe de nouveaux objectifs. Entre ces deux cas polaires, une diversité de stratégies existe, qui touche tous les domaines d'activité de l'entreprise. La logistique et le transport peuvent à cet égard être concernés.

L'analyse de la durabilité, dans le champ de la logistique et du transport comme dans d'autres, souffre toutefois d'un certain nombre de lacunes. Les approches menées nous semblent en effet partielles, considérant les trois dimensions du développement durable de manière cloisonnée. Sont ainsi étudiées séparément :

- l'efficacité économique ou la rentabilité financière des stratégies de durabilité (le « *business case* » qui prime sur le souci environnemental et social)
- la réduction des nuisances environnementales attribuable aux stratégies de durabilité mises en œuvre (« *ecological case* »)
- l'amélioration des conditions de travail (« *social case* »).

Dans le champ particulier de la logistique et du transport, des formes optimales, absolues, de durabilité semblent tacitement reconnues, tenant à l'optimisation des déplacements ou à la massification des flux permettant l'utilisation de modes moins polluants (« *ecological case* »).

L'objectif de nos travaux est de ne fixer a priori ni une dimension d'analyse privilégiée (économique, environnementale ou sociale), ni une forme de durabilité de référence (par exemple, le report modal).

Pour cela, l'originalité de l'approche que nous développons réside dans le traitement renouvelé de la question des choix logistiques et de transport. Ceux-ci ne résultent pas uniquement d'un calcul optimisateur en termes de coûts et de temps. Les choix logistiques et de transport pour les firmes ne dépendront ainsi pas uniquement de la performance de l'offre, logistique et de transport. Les choix de durabilité ne seront par conséquent, pas plus fonction seulement de l'offre de plates-formes ou d'infrastructures ferroviaires. En revanche, ces choix dépendent des caractéristiques des systèmes productifs et des relations entre les acteurs.

Nous avons étudié la filière textile et habillement, car elle apparaît particulièrement sensible aux enjeux du développement durable, du fait de la structuration de sa chaîne de valeur à une échelle globale, ce qui entraîne d'une part des flux physiques importants et d'autre part soulève la question des conditions de travail dans certains pays. La consommation élevée de produits chimiques et de ressources naturelles (fibres et eau) corrobore la pertinence du choix de cette filière pour aborder la question de la durabilité des choix logistiques et transport.

Ainsi, dans la section suivante nous revenons sur les caractéristiques de la filière textile habillement française dans un contexte de compétition globale. Ensuite nous précisons nos hypothèses et expliquons la démarche méthodologique adoptée, avant de présenter des résultats préliminaires sous forme de typologies d'organisations logistiques et de transport (OLT) durables.

1. La filière textile et habillement : une filière sensible au développement durable

La filière textile et habillement nous semble en effet emblématique au regard des préoccupations de durabilité. Elle est soumise à la fois à des réglementations quant à l'utilisation des produits chimiques dans la production, et à une concurrence accrue des pays à bas coûts salariaux incitant à des délocalisations qui accroissent les distances de transport.

Par ailleurs, les changements de la structuration spatiale de la production et de la filière font de la logistique et du transport un enjeu majeur en matière de durabilité.

On assiste ainsi à **une internationalisation de la production**, notamment dans l'industrie de l'habillement, pour laquelle l'intensité en main-d'œuvre favorise la sensibilité aux coûts salariaux. Ce phénomène concerne essentiellement **les produits basiques**. La baisse des barrières et tarifs douaniers et la diminution des coûts de transport, notamment maritimes est également un facteur permissif du recours à la sous-traitance vers des pays à faible coût de main-d'œuvre. L'intensité capitalistique du secteur textile joue pour sa part comme un facteur limitatif.

L'internationalisation productive peut prendre la forme d'investissements directs à l'étranger ou d'accords de négoce avec des fabricants étrangers sous licences. Les industriels de l'habillement ne conservent donc leur production en France que s'ils peuvent apporter une forte valeur ajoutée, par exemple en se positionnant sur des produits réclamant un savoir-faire important, ou des produits de luxe pour lesquels le coût du travail est un paramètre moins important.

L'internationalisation de la production est accompagnée d'**une internationalisation des approvisionnements** de la part des industriels mais aussi des distributeurs. Selon les chiffres des douanes françaises pour l'année 2005, les importations d'habillement de la France ont progressé de 4 % par rapport à 2004 (comparé à un taux de 8 % pour l'Europe des 25), ce qui en fait le troisième importateur de la communauté européenne derrière l'Allemagne et le Royaume-Uni. Mais le chiffre le plus significatif est la progression de 50 % des importations venues de Chine (chiffre légèrement supérieur à la moyenne européenne). La Chine est donc devenue le premier fournisseur d'habillement de la France, devant l'Italie, la Tunisie, le Maroc et la Turquie. Ce mouvement s'est majoritairement effectué au détriment de certains PECO (notamment la Roumanie) et de pays de la zone méditerranéenne, en particulier le Maroc (-7 % en valeur) et la Tunisie (-8 %), deux fournisseurs « traditionnels » pour la France. Et si la réintroduction de quotas pour les importations venues de Chine¹⁵ a atténué cette tendance et poussé les donneurs d'ordres à diversifier leurs approvisionnements, ces derniers se sont davantage tournés vers la Turquie (+9 %) et surtout l'Inde (+23 %) désor-

¹⁵ Accord de Shanghai du 10 juin 2005 conclu entre la Chine et l'Union européenne.

mais 6^e fournisseur¹⁶ en valeur. Les principaux fournisseurs de l'industrie textile restent au contraire l'Italie, l'Allemagne et la Belgique.

Enfin, **les marchés finaux deviennent de plus en plus globaux**. Le commerce intra-européen (UE 25), même s'il est en baisse, reste de loin le premier débouché du secteur, avec notamment une progression sensible des exportations vers l'Espagne (+5 % en valeur). Parmi ses principaux clients, le textile français a également enregistré des hausses de ses exportations vers la Suisse (12^e rang) avec +8 % et vers la Russie (17^e rang) avec +42 %. En revanche, les exportations vers ses trois principaux partenaires hors-UE que sont la Tunisie, le Maroc et la Bulgarie ont respectivement baissé de 7 %, 10 % et 5 % en valeur¹⁷.

Parmi les évolutions récentes de la filière textile et habillement, une étude DELPHI¹⁸ (Blanquart-Meunier *et al.*, 2006) a mis en avant une sensibilité croissante des acteurs de la filière aux principes du développement durable aussi bien au niveau de la stratégie des entreprises qu'au niveau des OLT. Cette étude indique que « l'adoption d'une démarche de gestion durable » constitue une des voies identifiées par les acteurs de la filière pour faire face aux défis de l'avenir, et les axes de cette gestion reposent notamment sur une « meilleure maîtrise de la chaîne logistique », de l'amont vers l'aval de la filière, dans « un souci d'optimisation ».

Néanmoins, au-delà des orientations en termes d'optimisation des flux et des coûts, les répondants à l'étude DELPHI ont aussi mis en avant l'importance d'une « meilleure coordination entre les acteurs », en accord avec les préconisations du *supply chain management*. Cette coordination entre les acteurs peut prendre différentes formes : il peut s'agir de « co-gérer les approvisionnements avec les fournisseurs », ou de « mutualiser les moyens, de transport ou de stockage ». Ces initiatives contribuent également à une orientation durable des OLT¹⁹, sans forcément s'inspirer d'une démarche d'optimisation (des flux et des coûts) ou de réduction des externalités (émissions de CO₂, congestion, etc.).

Dans le détail, lors de l'exercice d'identification des prestations logistiques et de transport appréhendées comme durables, les participants à l'étude ont donné les réponses suivantes (en ordre d'importance décroissant) :

¹⁶ IFM, La lettre du Centre textile de conjoncture et d'observation économique, n° 135 et n° 136, mars et avril 2006

¹⁷ UIT, Commerce extérieur de la France en 2005, communiqué de presse du 10 mars 2006, site internet de l'UIT

¹⁸ Une étude DELPHI comprend deux tours de questions. Dans le premier tour, le même groupe de questions est envoyé à tous les experts du panel. Les réponses reçues sont ensuite regroupées et renvoyées à chaque expert, pour un classement en ordre d'importance.

¹⁹ Les experts qui ont participé à l'étude Delphi, : 3 Fournisseurs (fibres, tissus, spécialités chimiques), 9 Fabricants (tissus, textile technique, linge maison, vêtements, chaussettes, prêt-à-porter féminin), 2 Distributeurs (grande surface, VPC), 3 Prestataires de services (conseil logistique, designer textile, droit du travail-spécialiste textile), 2 Écoles et instituts, 1 Association textile (orientée DD), 3 Experts indépendants – chercheurs

¹⁹ Organisations Logistiques et de Transport

- Une solution logistique utilisant les modes de transport « propres » (ex : *transport fluvial, ferroviaire, multimodal, ferroulage pour livraison chez les points de vente*)
- Une solution logistique soucieuse de la sécurité des marchandises et du consommateur (ex : *traçabilité tout le long de la chaîne*)
- La recherche de l'optimisation des déplacements (ex : *taux de remplissage, optimisation des approvisionnements et des livraisons, repenser la localisation des lieux de production et d'approvisionnement*)
- La mutualisation des moyens et des ressources.

Ces premiers résultats ont renforcé nos hypothèses sur la nature différenciée et relative de la durabilité dans le domaine logistique et du transport.

Nous développerons dans la section suivante ces hypothèses et les modalités de leur validation grâce aux données de l'enquête ECHO.

2. Des OLT durables en fonction des contextes productifs

L'approche développée, fondée sur l'économie industrielle, étudie **la logistique comme un élément de coordination** entre les différentes activités des entreprises impliquées dans un même système productif, et non la logistique et le transport de marchandises en tant que tel, ni la mesure des flux générés. La problématique générale est ainsi centrée sur l'organisation et la coordination des systèmes productifs et leur traduction en termes d'organisation de la logistique et des transports.

En partant du postulat des analyses hétérodoxes en économie industrielle selon lequel il n'existe pas un mode unique et optimal d'organisation des interactions entre les acteurs impliqués dans une même activité productive, ces travaux illustrent la diversité des stratégies logistiques et de transport possibles. La variété des formes de relations entre les acteurs économiques et la diversité des modes d'organisation de ces relations nous conduisent à différencier les organisations logistiques et de transport en fonction des logiques de coordination à l'œuvre et des besoins spécifiques à la circulation des marchandises.

Notre hypothèse est donc qu'il existe une pluralité de modalités de coordination, qui appelle des modalités d'organisation logistique et de transport spécifiques.

Corrélativement, il nous faut donc considérer la pluralité des formes de durabilité logistique et de transport. Ainsi s'il n'existe pas une forme absolue d'organisation logistique, il n'existe pas non plus de modalité unique d'organisation logistique *durable*.

La caractérisation de la durabilité des organisations logistiques impose de considérer les caractéristiques des relations entre les acteurs, la logistique étant représentée comme un outil d'organisation de ces relations. La durabilité s'évalue donc en relatif, dans le champ du transport et de la logistique certes, mais également

dans celui du système productif dans son ensemble. Une organisation logistique et de transport durable produit une prestation logistique et de transport durable, mais doit également considérer la durabilité des interactions entre les acteurs. Ce constat est synthétisé dans la remarque de Colin (2004) qui écrit : « *il ne saurait y avoir de performances intrinsèques à la logistique. Seules sont intéressantes les performances des activités (ou fonctions) soutenues par la logistique et les performances du processus de distribution-production* ». Une prestation logistique durable imposée par un commanditaire dans le cadre de relations très hiérarchiques est-elle réellement durable ? Les caractéristiques de durabilité du produit logistique et de transport ne doivent pas occulter les conditions de production de ce produit. Cette considération entraîne une relativisation des bonnes pratiques tacites en termes de durabilité telles que la logistique de recyclage, la massification des flux, ou l'optimisation des déplacements. Affirmer que la logistique est durable si le produit de son activité limite les nuisances ne sera plus satisfaisant, car les conditions de production des organisations logistiques ne peuvent pas être négligées, participant elles-mêmes à la caractérisation durable de la logistique.

Dès lors, si les modalités d'organisation logistique sont fonction des caractéristiques des systèmes productifs et des relations entre les acteurs, l'orientation durable de la logistique est inévitablement liée à l'évolution de ces contextes. La diversité des caractéristiques des systèmes productifs et des relations entre les acteurs conduit à une diversité des organisations logistiques qui à son tour implique une diversité des logistiques durables.

Afin de pouvoir apprécier la diversité des OLT (durables), il est opportun de procéder à une décomposition des OLT en opérations élémentaires.

Dans une OLT, on distingue traditionnellement les activités de traction et les prestations logistiques, tournées vers des activités valorisantes hors traction. Le schéma stylisé d'un service complet de distribution physique comprend en effet la traction d'approche, les activités connexes, et la traction terminale, chacune de ces séquences étant d'une importance variable. Les services connexes exercés sur entrepôt et/ou plate-forme concernent des opérations techniques de distribution physique (liées à la rupture de charge puis à la livraison terminale) et des opérations de gestion intégrant une série de prestations informatiques.

On distingue ainsi :

- les opérations liées à la rupture de charge : réception et contrôle des marchandises, manutention et stockage, mise en rayonnage... ;
- les opérations liées à la livraison terminale : préparation de commandes, constitution de lots promotionnels, ensachage, marquage des prix... ;
- les opérations de gestion proprement dite : prises de commande, suivi des dates de péremption, gestion des stocks... ;
- Les prestations informatiques : gestion des stocks, de la flotte et des préparations de commandes, comptabilité clients, télétransmission. Les prestations physiques s'accompagnent en effet de prestations informatiques pour permettre le déclenchement, ni trop tôt, ni trop tard, des différentes activités

(informatique de transaction), tout en améliorant leur suivi (informatique de gestion). En outre, l'intégration de plus en plus forte des systèmes informatiques permet aux prestataires de se positionner sur des activités périphériques de prescription : élaboration de prévision de la demande pour les fournisseurs, conseil et ingénierie logistique.

Les services les plus couramment proposés sont la gestion des stocks, la préparation des livraisons, le transport et le transit (Paché, Sauvage, 2004).

Il faut par ailleurs rendre compte de la complexification de la majorité des services, et des travaux menés sur l'innovation dans le transport routier de marchandises (TRM) et sur les effets de l'introduction des technologies de l'information et de la communication (Burmeister, Djellal, 2002) confirment la coexistence au sein de ce secteur d'une configuration fondamentalement matérielle et d'activités intégrant des aspects informationnels, relationnels voire intellectuels et de connaissance (Tab. 1).

Tableau 1 : les différents types d'opérations dans le secteur du TRM

Logistique matérielle (M)	Traitement de l'information (I)	Services en contact ou relationnelles (R)	Traitement de la connaissance ou méthodologique (C)
Déplacement, transport de biens à l'aide de technologies simples ou complexes	Traitement des flux d'information inter et intra-entreprises	Engagement sur le suivi, la qualité au niveau du client. Relation client-prestataire	Coordonner et organiser les différentes opérations ; Trouver les compétences nécessaires

Source : Adaptation de Burmeister, Djellal, 2004.

La prise en compte de cette complexité peut être opérée en décomposant le produit de l'activité de service en quatre opérations²⁰ :

- les opérations de logistique et de transformation de la matière (M) qui consistent à « traiter » des objets tangibles, c'est-à-dire à les transporter, transformer, entretenir, réparer... ;
- les opérations de logistique et de traitement de l'information (I) qui consistent à « traiter » de l'information « codifiée », c'est-à-dire à la produire, la saisir, la transporter, etc. ; Il s'agit principalement des opérations de traitement, de codification de l'information, réalisées à l'aide des technologies de l'information pour des usages internes et externes avec des objectifs de gestion des temps de travail, de gestion de la qualité, d'évaluation de la performance, etc. Les principaux outils développés sont des bases de données, des outils de contrôle de qualité, etc.
- les opérations de service en contact ou relationnelles (R), celles dont le principal support est le client lui-même, et qui consistent en un service direct (en contact).

²⁰ On s'appuie ici sur la décomposition fonctionnelle de l'activité de service suggérée par Gadrey (1996).

- les opérations de traitement intellectuel des connaissances (C). F. Gallouj (1999) ajoute ce type d'opérations encore appelées fonctions méthodologiques à la décomposition fonctionnelle de Gadrey. Il montre qu'elles sont particulièrement importantes pour rendre compte de la dynamique et de l'innovation dans les activités de services intensives en connaissances (comme le conseil). Mais elles sont également présentes dans d'autres types de services, et notamment aujourd'hui dans les services " non informationnels ".

La littérature logistique propose elle aussi, plusieurs segmentations de l'ensemble des prestations logistiques et de transport.

Le niveau de complexité des services est souvent adopté pour opérer une différenciation entre les nombreux services existants. Ainsi, le stockage et la gestion des stocks sont considérés souvent comme des opérations banalisées. Ils constituent néanmoins des opérations évolutives, surtout en ce qui concerne les techniques et les technologies appliquées, d'une part, à la manutention et à la gestion des emplacements (chariots élévateurs, gestion des numéros de lots ou des dates de péremption, etc.) et, d'autre part, à l'information, servant notamment la connexion avec les clients et leurs systèmes de gestion des stocks et des réassortiments (GPA – gestion partagée des approvisionnements, EDI – Electronic Data Interchange, etc.).

Les compétences dans la gestion de l'information et des flux d'information sont également discriminantes pour le repérage fin des différents rôles joués par les prestataires logistiques dans l'intégration des chaînes ; ainsi le concept de 4PL (intégrateur de chaîne) renvoie à un opérateur qui maîtrise les flux d'information et dont le métier relève d'une prestation de services intensive en connaissances.

On peut aussi mettre en évidence des évolutions, des dynamiques en termes de combinaisons des différentes opérations et en termes d'innovation de chacune des opérations élémentaires. On parlera ainsi de trajectoires servicielles. À l'origine, les entreprises du secteur ont développé des opérations uniquement matérielles, puis sous l'impulsion des besoins des clients et des stratégies des offreurs, ont innové pour intégrer des traitements davantage informationnels, relationnels puis de connaissance. Les petites entreprises de forme artisanale se positionnent essentiellement sur la première étape et évoluent parfois sur l'étape 2. Les plus grandes unités et les groupes de transport et de logistique « délaissent » le transport à proprement parler pour s'orienter davantage sur des opérations d'organisation et de gestion de la prestation.

Corrélativement, on pose l'hypothèse que l'orientation des firmes en faveur de la durabilité recouvre également des évolutions des opérations élémentaires et de leur combinaison, qu'il convient de mettre en évidence.

Ce travail a été effectué à partir d'une base de données produite par l'Inrets, dans le cadre de l'Enquête ECHO²¹ – Envois Chargeurs Opérateurs, qui s'est déroulée en 2004. Les objectifs d'ECHO sont l'analyse des déterminants de la demande de transport à partir des chargeurs (en intégrant les contraintes du sys-

²¹ Pour les premiers résultats cf. Guilbault, 2007 (à paraître)

tème productif, en fonction de la diversité des pratiques selon les secteurs, afin de révéler les déterminants des choix de transport) et la reconstitution des chaînes de transport de bout en bout. Il s'agit d'une enquête de grande envergure, avec près de 3000 établissements interrogés, un nombre d'envois étudiés (unité observée) avoisinant les 10 000 unités, 25 000 intervenants enquêtés et environ 17 000 trajets décrits.

Nous avons abouti à une proposition de typologies en nous appuyant sur l'analyse des correspondances multiples (ACM). Le travail typologique sur ces données illustre l'enchaînement logique existant entre caractéristiques des systèmes productifs, types d'organisations logistiques, et besoins de transport. Notre échantillon, réduit par rapport à l'échantillon entier d'ECHO, comprend les établissements industriels et commerciaux faisant partie de la filière textile et habillement (textile, habillement, fourrures, cuir et chaussures).

3. Typologies d'OLT (durables) en fonction des contextes de production

Telle que nous l'avons explicité dans la section méthodologique, la caractérisation de la diversité des OLT (avant même d'introduire la variable « durabilité ») nécessite de considérer les contraintes des systèmes productifs spécifiques.

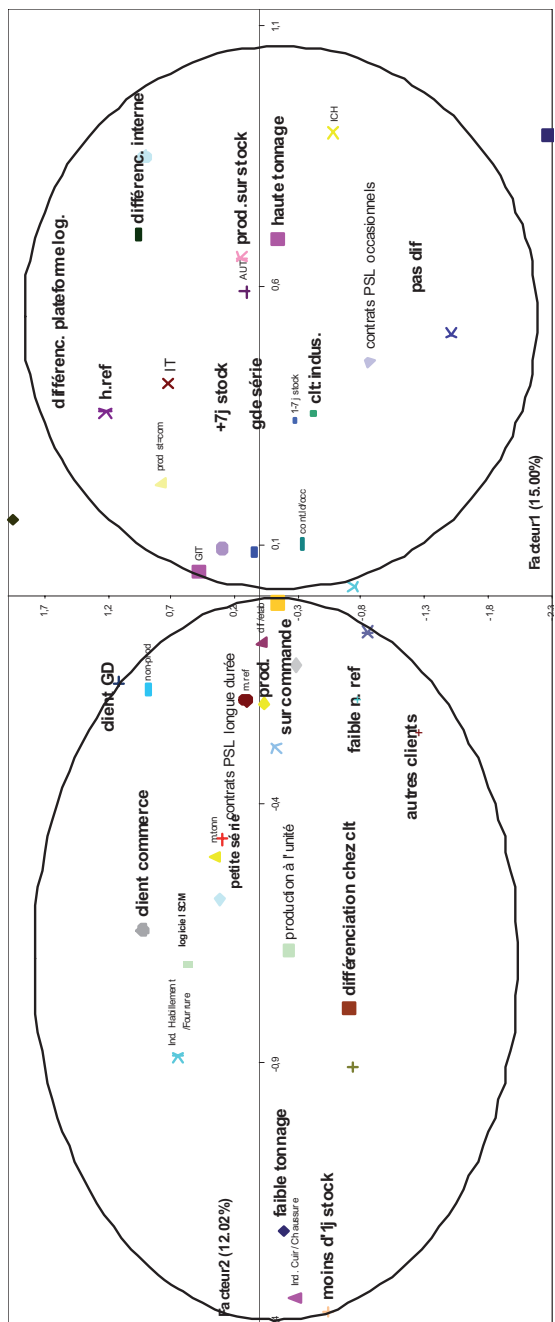
Par ailleurs, le service, les éléments de la prestation logistique et de transport et la nature de la relation de service entre client et fournisseur doivent être pris en compte. Ces éléments correspondent aux variables disponibles dans ECHO : type de prestations, volumes et fréquences d'envois, nombre de prestataires, type de contrats, etc.

Dans cette première typologie (Fig. 1), les critères discriminants des organisations logistiques renvoient à la fois aux contraintes productives et à celles imposées par les acteurs de la chaîne. D'autres travaux avaient déjà mis en avant ces variables. ECHO nous permet de vérifier certains des résultats de ces travaux.

On a pu effectivement observer l'apparition de deux types d'OLT, très différents entre eux quant à leur rôle d'intermédiation joué entre la demande et l'offre : d'une part, un type d'OLT caractérisé par un niveau très faible des stocks (–1 j), sur commande, et une production en petite série et d'autre part, une production sur stock et en grande série.

Le positionnement dans la chaîne et la différenciation des produits apparaissent comme les variables discriminantes entre ces OLT. Plus précisément, dans les OLT se situant plus en aval de la chaîne (orientée JIT), les stratégies de différenciation du processus de production sont effectuées chez les clients (principe de différenciation retardée), afin de pouvoir atteindre à la fois les objectifs de personnalisation des produits et de standardisation des composants ; en revanche, dans les OLT se situant plus en amont de la chaîne (production sur stocks), les stratégies de différenciation sont absentes ou sont internalisées aux dépens de la logique des économies d'échelle.

Figure 1 : une première typologie des OLT : JIT vs Production sur stock²²



Source : Enquête ECHO, 2004, Inrets

²² Le détail des traitements statistiques (contribution partielle à l'inertie des points des colonnes et histogramme des valeurs propres) est disponible à la demande.

Une deuxième typologie (Fig. 2) permet d'affiner cette présentation dichotomique. Elle prend en compte à la fois les contraintes des systèmes productifs (dans cette typologie : positionnement dans la chaîne, échelle de production, type de demande, qualification de la main-d'œuvre, etc.) et les activités élémentaires composant la prestation logistique.

D'une part, nous retrouvons 2 OLT (cadrans les plus centrés) qui ne sont pas en relation directe avec le marché final et qui reprennent des caractéristiques d'organisation plus proches de celles de la production sur stock : d'une OLT en amont de la chaîne, concernant la production sur stock de produits basiques et en grande série, et centrée autour de la logistique industrielle, à une OLT à l'interface entre l'industrie textile et celles de l'habillement, où les activités élémentaires renvoient à la gestion des stocks sur plate-forme et à l'organisation des transports entre deux entités industrielles et/ou commerciales.

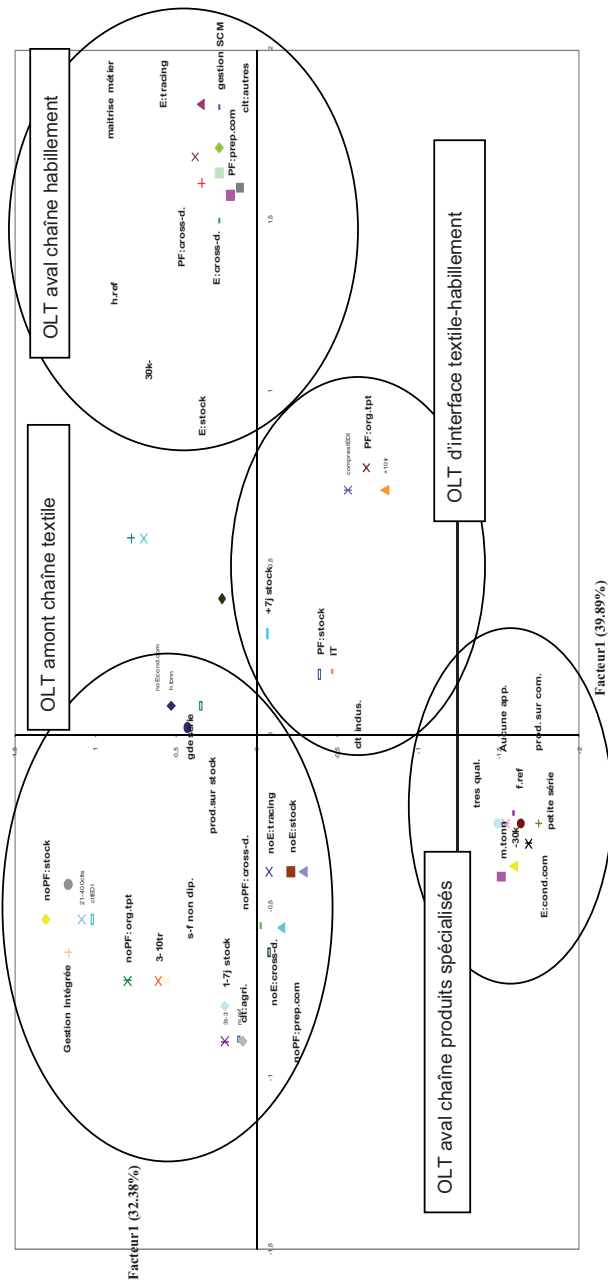
D'autre part, (cadrans le plus à droite et le plus en bas) nous pouvons identifier 2 OLT situées en aval de la chaîne et caractérisées par un nombre élevé de prestations logistiques complexes et sur plate-forme (cross-docking, traçabilité, préparation de commande, etc.). Un degré de personnalisation des produits plus élevé pour un type de produit à forte valeur ajoutée nécessitant un personnel très qualifié semble pouvoir se référer à une production de spécialité (ex : textiles techniques) qui exigerait la mise en place d'un système dédié de distribution (cadran 4).

Enfin, dans un troisième temps, nous avons repéré les évolutions des différents types d'opérations élémentaires composant la prestation logistique, et de la relation de service, afin de mettre en évidence des trajectoires différentes de durabilité des OLT (Fig. 3).

Ainsi, une OLT caractérisée par une production sur stocks et s'appuyant sur le mode de transport ferroviaire affichera des objectifs de « durabilité matérielle » (cadran 4) ; une OLT inspirée des préconisations du SCM (en termes de coordination accrue entre les acteurs et de partage de l'information en temps réel), reliant client et prestataire logistique par EDI, et nécessitant une forte maîtrise du métier logistique, s'orientera vers une durabilité « informationnelle et en connaissance » (cadran 1).

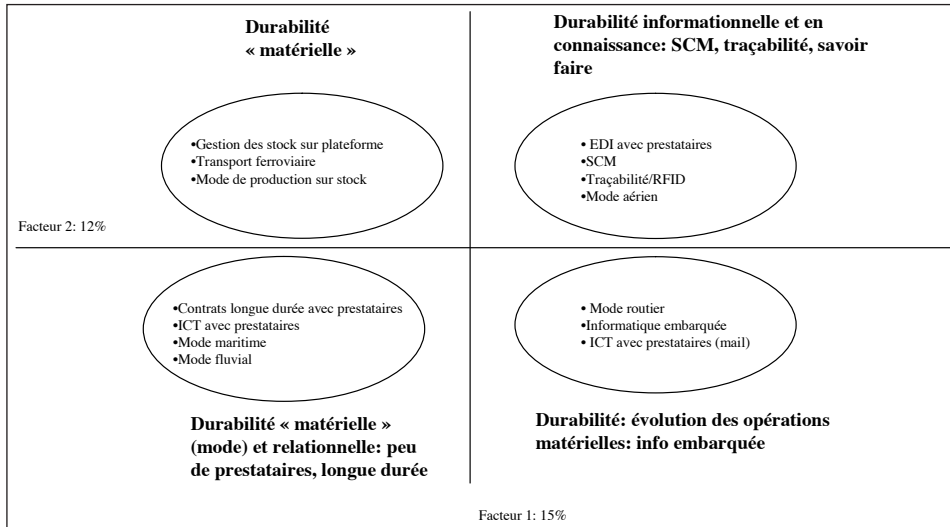
Similairement, lors de l'évolution d'opérations matérielles élémentaires considérées comme non durables (transport routier) vers une certaine prise en compte des soucis de durabilité (à travers l'informatique embarquée, permettant l'optimisation des tournées et favorisant l'efficacité énergétique), on parlera de durabilité informationnelle ou de « trajectoires de durabilité des opérations matérielles » (cadran 2). Enfin, une quatrième forme d'OLT durable repose sur la durabilité matérielle (transport fluvial) et relationnelle (relations de longue durée avec les prestataires) (cadran 3).

Figure 2 : une typologie des OLT en fonction des contraintes de la chaîne



Source : Enquête ECHO, 2004, Inrets
PF : activités réalisées sur plate-forme logistique
E : activités réalisées en entrepôt
noE / noPF : absence de réalisation de l'activité en entrepôt et sur plate-forme
Cartouches résumant la signification des 4 sous-ensembles

Figure 3 : orientations durables des activités élémentaires



Conclusion

Dans cette contribution, nous défendons l'idée que **la caractérisation de la durabilité d'une OLT nécessite d'évaluer en parallèle la variété de ces déterminants**, et notamment les caractéristiques des relations entre les acteurs, la prestation logistique et de transport étant le produit d'une rencontre entre un chargeur et un prestataire, mais aussi d'une organisation logistique stratégique qui illustre des modalités de coordination particulières entre les acteurs de la chaîne.

Pour ces raisons, la notion de « logistique durable » s'impose en tant que notion « plurielle », nécessitant une déclinaison en plusieurs formes complémentaires, et donc « relative » en fonction des contextes spécifiques aux différents systèmes productifs.

En s'appuyant sur une décomposition en opérations élémentaires des OLT, nous avons pu repérer des trajectoires différentes des OLT en ce qui concerne la prise en compte de la durabilité. Ces résultats peuvent être transposés à d'autres secteurs d'activités, car la complexification de la prestation logistique et la croissance du phénomène de production collaborative de la prestation logistique n'est pas qu'un trait distinctif de la filière textile et habillement.

À titre d'illustration, nous citerons quelques évolutions courantes, et communes aux différents secteurs d'activité, des services logistiques et transport dans le sens de la durabilité. Les **opérations informationnelles** développent ainsi par exemple, l'utilisation d'outils de planification type ECR ou Quick Response **qui permettent l'intégration de la logistique** tout au long de la chaîne et auto-

risent une meilleure organisation des groupages entre les firmes permettant une optimisation des taux de remplissage, voire une réduction des déplacements. Ceci contribue à la fois à une amélioration de l'efficacité énergétique et au développement de relations « durables » (à long terme) entre les différents intervenants de la chaîne reliant entreprises industrielles et acteurs de la distribution organisée.

La vulgarisation des services de traçabilité des marchandises, reposant sur le développement des technologies de l'information et de la communication et modifiant également les opérations informationnelles, témoigne aussi de la prise en compte croissante des enjeux de durabilité dans le domaine de la logistique d'entreprise. La traçabilité des marchandises favorise notamment le respect des critères de sûreté et sécurité des flux, aussi bien qu'elle garantit la transparence informationnelle en termes d'origine des produits, levier de préservation de la santé des consommateurs.

Les **opérations en connaissance** se complexifient et mettent en oeuvre notamment des préconisations du Supply Chain Management prônant une coordination accrue entre les acteurs et un partage en temps réel des informations commerciales, préalables à toute forme de co-production de connaissances, en termes d'outils et de méthodes de gestion novateurs.

Enfin, dans le cadre des **opérations relationnelles**, un nombre croissant de chartes éthiques sont signées entre acteurs de la grande distribution et prestataires. Ces chartes devraient assurer le respect de certaines règles en termes de conditions de travail, cadrage des horaires, etc.

L'évolution vers la durabilité se retrouve ainsi complexifiée par le développement des activités logistiques les plus évoluées en termes d'opérations informationnelles, relationnelles et méthodologiques.

Des trajectoires de durabilité différentes se mettent par ailleurs en place, en fonction des combinaisons diverses de ces opérations élémentaires.

Références

- Blanquart-Meunier C., Carbone, V., Zeroual, T. (2006). Évolutions de la filière textile habillement en France : les résultats d'une Étude Delphi, in : IV Rapport Intermédiaire Durlog.
- Burmeister A., Djellal F. (2004). L'impact des TIC sur l'organisation spatiale des activités de services : le transport routier de marchandises et les services intensifs en connaissance, *Cahier de l'économie de l'innovation*, n° 19, 1, 27-42.
- Burmeister A., Djellal F. (2002). L'impact des technologies de l'information et de la communication sur l'organisation spatiale des activités de services, *Cahiers de l'économie de l'innovation*, n° 19, janvier.

- Colin J. (2004). La logistique du point de vue des sciences de gestion, in : *La logistique entre management et optimisation*, coordonné par P. Lièvre et N. Tchernev, Hermes Science, Paris, pp. 34-43.
- De Brito M., Carbone V., Meunier-Blanquart C., Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: Organisation and performance, *International Journal of Production Economics*, à paraître.
- Gadrey J. (1996). *L'économie des services*, La Découverte, Paris.
- Gallouj F. (1999, Les trajectoires de l'innovation dans les services : vers un enrichissement des taxonomies Evolutionnistes, *Économies et Sociétés, Série EGS*, n° 1, 5, 143-169.
- Guilbault M. et al. (2008). *Enquête ECHO : Résultats de référence*. Inrets, Collection Synthèse n° 56
- Paché G., Sauvage T. (2004). *La logistique. Enjeux stratégiques*, Vuibert, Paris.

4^e partie

Analyse de chaînes particulières

Différences et similitudes entre les marchés du transport maritime de courte distance et au long cours : ce que révèle l'enquête ECHO

Elisabeth Gouvelnal, Pierre Franc

*Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail
INRETS-SPLOTT*

Descartes 2 – 2, rue de la butte verte

93166 Noisy-le-Grand Cedex

elisabeth.gouvelnal@inrets.fr, pierre.franc@inrets.fr

Résumé

Ce papier vise à mieux comprendre les caractéristiques physiques et organisationnelles des envois maritimes depuis la France, en mettant en regard les expéditions en transport maritime au long cours et celles en transport maritime de courte distance. L'enquête montre que l'emprise des grands ports est moindre pour le transport maritime conteneurisé de courte distance que pour celui au long cours. Elle identifie un certain nombre d'expéditions de courte distance, en vrac, et en trafic roulier qui empruntent des ports secondaires, et met en exergue l'importance des commissionnaires de transport dans l'organisation de ces envois.

Introduction

La mondialisation des échanges s'est accompagnée au cours des dernières décennies d'une réorganisation du système maritime et portuaire, qui s'est traduite par la mise en place d'un réseau mondial de lignes régulières conteneurisées s'appuyant sur un nombre restreint de grands ports. Le transport maritime au long cours, aussi appelé Deep Sea Shipping (DSS)²³ conteneurisé a donc

²³ Dans la suite, par souci de légèreté, le transport maritime au long cours sera noté DSS, suivant les abréviations du Deep Sea Shipping. De même, le transport maritime de courte distance sera noté SSS (Short Sea Shipping).

connu une croissance rapide. Cette évolution a rationalisé et concentré les flux autant qu'elle a généré un clivage entre les grands ports à conteneurs et les autres. Dans ces conditions, certains ports n'ont pu franchir le cap de la conteneurisation à grande échelle et sont aujourd'hui pour des raisons géographiques ou économiques des ports dits secondaires. Pour autant, leur axe de développement peut et doit s'appuyer sur d'autres marchés que celui de la ligne régulière conteneurisée au long cours.

Concernant le DSS, même si le marché du conteneur est celui qui attire le plus l'attention de par la croissance qu'il a connue ces 40 dernières années, d'autres marchés existent, notamment le transport de pétrole, de céréales et de minerais, regroupés statistiquement dans la catégorie des grands vracs qui représentent 2/3 des tonnages, le conventionnel qui est par contre en voie de disparition, et le Roll-on Roll-off (Ro-Ro)²⁴ qui est aussi peu présent. En transport maritime de courte distance ou Short Sea Shipping (SSS), ces différents marchés existent également, seulement ils sont généralement beaucoup moins bien distingués que pour le marché du DSS, à la fois dans la littérature et dans les statistiques.

Par ailleurs, très peu de données statistiques permettent de comprendre l'organisation des chaînes maritimes et portuaires, en particulier en SSS. Les seules données existantes sont en tonnes ou en tonnes kilomètres, mais elles nous renseignent peu sur la nature même du SSS, en Europe en général et en France en particulier.

Parmi les 9 742 chaînes de transport suivies par l'enquête ECHO, 910 chaînes empruntent la voie maritime. Pour rendre compte le plus précisément possible des flux de marchandises empruntant le transport maritime, il aurait fallu réaliser des entretiens auprès d'un échantillon qui n'exclut pas de fait les utilisateurs potentiels du transport maritime de vrac. En effet, n'ont pas été concernés par l'enquête ou n'ont été que partiellement concernés par l'intermédiaire des commerces de gros, les produits pondéreux suivants :

- combustibles minéraux solides et produits pétroliers non raffinés quasiment absents de l'enquête ;
- minerais, minéraux et matériaux de construction bruts issus des carrières d'extraction pour lesquels le taux de couverture, tous modes, est estimé à 15 % ;
- produits agricoles pour lesquels ce taux est estimé à 40 %.

Il convient donc d'être attentif à la sous-représentativité du vrac, liée à la population enquêtée.

L'objectif de ce papier est de mieux comprendre les caractéristiques physiques et organisationnelles des envois maritimes depuis la France, en s'attachant à mettre en regard les expéditions en DSS et celles en SSS. Ces deux marchés ont-ils tendance à se concentrer dans les mêmes ports ? Ou au contraire, le SSS de par ses spécificités ne constitue-t-il pas une opportunité de développement pour les

²⁴ Roll-On, Roll-Off signifiant littéralement « Roule dedans, roule dehors », pour faire la distinction avec les navires cargo habituels où les produits sont chargés à la verticale par des grues.

ports secondaires ? Les caractéristiques organisationnelles diffèrent-elles d'un marché à l'autre ? Pour répondre à ces questions, nous nous appuyerons à la fois sur une revue de la littérature et sur les résultats de l'enquête ECHO.

Nous traiterons dans une première partie le DSS et en particulier la partie conteneurisée de ce marché, très largement dominant dans cette enquête. Nous verrons que l'enquête ECHO permet de confirmer certaines caractéristiques intrinsèques du DSS, tout en mettant en évidence des particularités liées au territoire français. Dans une seconde partie, nous identifierons les particularités physiques et organisationnelles du SSS en nous appuyant sur les résultats de l'enquête ECHO.

1. Le Deep Sea Shipping (DSS) conteneurisé : un marché bien identifié

La conteneurisation, introduite au début des années 60 aux États-Unis a eu un impact fort sur l'organisation du transport maritime. Elle a contribué tout comme la libéralisation croissante des échanges de marchandises, des services et des mouvements de capitaux, au développement d'un phénomène de mondialisation de l'économie. Face à l'émergence de nouveaux espaces économiques, de nombreux travaux ont été menés pour appréhender l'organisation du transport maritime. Nombre d'entre eux ont été influencés par l'évolution de plus en plus internationale des processus de production et de distribution. De fait, l'organisation du DSS a largement été traitée dans la littérature. Nous reviendrons donc rapidement sur certaines caractéristiques du DSS qui nous serviront d'éléments de comparaison dans le cadre d'une analyse ultérieure des logiques de SSS. Nous verrons également que les résultats de l'enquête ECHO confirment les grandes tendances observées.

1.1. Les principaux courants d'échange : développement spectaculaire du commerce avec l'Asie

La conteneurisation s'est d'abord développée sur les grands courants d'échanges, c'est-à-dire sur l'axe Est-Ouest et y reste largement prépondérante. Le « transpacifique », entre l'Asie et l'Amérique du Nord constitue le plus gros trafic avec 16,1 millions de TEU²⁵ en 2004 ; le trafic entre l'Europe et l'Asie représente 14 millions et le transatlantique pourtant précurseur de la conteneurisation ne compte plus aujourd'hui que 4,9 millions de TEU. La rapidité de la croissance de certains courants d'échange peut être illustrée par les chiffres de 1999 : le trafic transpacifique représentait alors 9,7 millions, le trafic entre l'Europe et l'Asie plus de 8 millions de TEU et le transatlantique 4,3 millions. Ainsi le commerce avec les pays asiatiques et notamment la Chine est porteur de cette croissance, que ce soit pour l'Amérique du Nord ou l'Europe.

²⁵ Le TEU (Twenty Equivalent Unit) est l'unité de mesure utilisé dans les ports et dans le secteur de la ligne régulière pour comptabiliser les conteneurs de 6 x 12 x 2,4 m. Un 40 pieds, de même hauteur et largeur mais deux fois plus long sera compté comme 2 TEU.

1.2. Organisation des lignes régulières et desserte des principaux courants d'échange

Face à la croissance des échanges en particulier sur les axes Est-Ouest, aux exigences des chargeurs et à la nécessité d'être compétitifs dans un milieu qui est très concurrentiel, les compagnies maritimes ont développé différentes offres de services de lignes régulières. Notteboom (2006) définit trois paramètres qu'une compagnie maritime de lignes régulières doit parvenir à associer.

- la fréquence des services ;
- la taille du navire ;
- le nombre de ports desservis.

Afin de couvrir leurs coûts fixes, les armements ont d'une part, utilisé leurs plus gros porte-conteneurs sur les grands axes (Lim, 1998) et ont restreint leurs escales aux plus grands ports. Ceci a conduit au développement de réseaux en étoile s'appuyant sur quelques hubs disposant des capacités de manutention et à partir desquelles les compagnies maritimes alimentent des ports de plus petite taille. Ce trafic de *feeder* reste néanmoins marginal en France. L'enquête ECHO ne nous a mentionné que 7 cas d'expéditions ayant emprunté un *feeder* entre ports français. Même s'il existe des compagnies de *feeder* qui se développent comme Mc Andrews rachetée par CMA-CGM ou Geest, ces entreprises réalisent plutôt du *feeder* pour les exportations anglaises que françaises.

L'activité en termes de trafic conteneurisé des ports secondaires est aujourd'hui marginale. Les résultats de l'enquête ECHO confirment cette tendance. En effet, d'après la figure 1, sur 540 envois DSS depuis la France, seuls les grands ports parviennent à rester attractifs. De plus, il apparaît que 83 % des envois en DSS depuis la France passent par l'un des trois grands ports : Le Havre, Marseille et Anvers.

Figure 1 : les ports d'embarquement des trafics DSS

Nombre d'expéditions passant par les ports d'embarquement	Le Havre	France, reste façades Nord et Atlantique	Marseille - Fos	France, reste façade Méditerranée	Anvers	Reste Belgique Pays-Bas et Allemagne	Ports fluviaux et reste Europe	Total
En DSS	241	53	81	6	126	30	3	540
Dont DSS conteneurisé	221	45	78	6	114	26	3	493

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La figure 1 met également en évidence la forte représentativité des expéditions en conteneurs. En effet, 91 % des envois observés sont conteneurisés (493 sur 540). Par ailleurs, il n'apparaît pas de spécificités fortes entre les 3 grands ports

que sont Le Havre, Marseille-Fos et Anvers et les ports secondaires. En effet, 92 % des expéditions DSS passant par les 3 grands ports sont conteneurisées, contre 85 % pour les expéditions passant par les ports secondaires, classées sous la rubrique « France, reste façades Nord et Atlantique ». Le fait que l'échantillon exclut une partie des vracs n'est pas anodin dans l'obtention de ce résultat qui est donc à relativiser.

Enfin, le développement de l'intermodalité dans les ports, avec une prise en charge du transport terrestre par les compagnies maritimes est un phénomène qui prend de l'ampleur dans les grands ports européens (Gouvello, 2003 et Gouvello *et al.*, 2005) ; cette stratégie permet notamment de mieux maîtriser la circulation des conteneurs et de répondre à une demande de la part des chargeurs de services porte-à-porte. Pour autant, l'analyse des résultats de l'enquête ECHO ne confirme pas cette tendance. Au contraire, elle met en exergue le manque de compétitivité des modes alternatifs à la route dans la desserte portuaire française. La figure 2 révèle que 89 % des expéditions conteneurisées observées empruntent un pré-acheminement routier. Cette même figure met également en évidence que sur les 43 envois en DSS non conteneurisés, seuls 5 empruntent un mode alternatif à la route, soit 12 %. Concernant les envois conteneurisés, en excluant le cas particulier du *feeder*, il y en a 49 sur 509 qui empruntent un mode alternatif à la route, soit presque 10 %. Le type de trafic intervient donc peu sur le mode de pré-acheminement terrestre, alors que d'autres ports de la rangée Nord-Europe ont connu un développement important du transport combiné rail-route.

Figure 2 : les modes de pré-acheminement des expéditions maritimes françaises en DSS et DSS conteneurisé

		Nombre d'observations en DSS	Nombre d'observations en DSS conteneurisé
Type de pré-acheminement	Routier	491	453
	Routier + feeder	7	7
	Ferroviaire	5	4
	Rail-route	24	23
	Fluvial	25	22

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La faible utilisation des modes alternatifs à la route dans le pré-acheminement est essentiellement imputable à la qualité de service de l'offre fluviale et ferroviaire en France et au manque de volumes. Le port d'Anvers réputé pour sa desserte fluviale achemine quelques expéditions par voie fluviale sur le Rhin depuis l'Est de la France. Pour ce port, sur 114 envois conteneurisés en DSS, 11 ont recours à un pré-acheminement fluvial, ce qui correspond à 10 % des expéditions conteneurisées observées en direction d'Anvers. Pour comparer ce chiffre aux

statistiques portuaires du port d'Anvers qui font état de 31 % en 2003²⁶ de pré-acheminement fluvial, il conviendrait de redresser ces observations en tonnages, ce qui nécessite un cadrage statistique que nous n'avons pas. De plus, les seules expéditions françaises ne peuvent prétendre être représentatives de l'activité du port d'Anvers.

2. Le Short Sea Shipping : d'autres logiques que le Deep Sea Shipping ?

Pour cette étude, nous avons pris la définition de la Commission européenne. Par SSS, on entend « l'acheminement de marchandises et de passagers par mer entre des ports situés en Europe géographique ou entre ces ports et des ports situés dans des pays non européens ayant une façade sur une mer fermée limitrophe de l'Europe. Le transport maritime de courte distance recouvre à la fois les activités de transport maritime nationales et internationales, le long des côtes et au départ et à destination des îles, des fleuves et des lacs. »

2.1. Le Short Sea Shipping n'est pas un « tout » uniforme

Si en DSS, les résultats statistiques et leurs analyses distinguent bien les trafics conteneurisés, du vrac, du conventionnel et du Ro-Ro, cette segmentation est moins bien réalisée en SSS et un certain amalgame perdure entre les trafics conteneurisés et les autres. Afin de bien comprendre la vraie nature du SSS, nous désirons tout d'abord bien distinguer les différents marchés du SSS en fonction du conditionnement de la marchandise. Nous verrons par la suite qu'il y a plusieurs marchés de SSS et que le conditionnement n'est pas sans influence sur l'établissement de ces catégories.

Le vrac se partage entre le vrac liquide (les produits pétroliers raffinés car le secteur importateur de pétrole ne fait pas partie de l'échantillon des entreprises enquêtées) et le vrac sec qui concerne les produits minéraliers, céréaliers...

Concernant les trafics unitisés²⁷, il faut distinguer :

- le conventionnel qui est un mode de transport maritime, où les marchandises ne sont ni en vrac, ni en conteneurs, mais conditionnées sous forme de sacs, palettes, paquets ou cartons. C'est un mode en voie de disparition au niveau international mais qui peut encore avoir un certain poids dans des trafics régionaux ;
- le conteneur. Un nouveau type de conteneur, le Palletwide chanfreiné apparaît aujourd'hui comme susceptible de résoudre le problème du remplissage des conteneurs par les palettes européennes de 120 cm × 80 cm ;
- le Ro-Ro est une technique de roulage de remorques sur des navires.

²⁶ Statistiques du port d'Anvers

²⁷ Un trafic unitisé suppose que les objets placés sur un navire (un conteneur, une poutre, un camion) sont dénombrables. À l'inverse, les vracs (des céréales, du pétrole) ne sont pas dénombrables.

La manutention, le stockage et le remplissage sont peu productifs à moins que les remorques ne soient accompagnées, ce qui pose d'autres problèmes de rentabilité, comme l'immobilisation de personnel. Dans ce cas, le Ro-Ro s'apparente à du ferry.

Par ailleurs, le SSS conteneurisé est un marché qui n'est pas encore arrivé à maturité, les chargeurs n'ont pas encore les fréquences voulues car il n'y a pas suffisamment de volumes, contrairement au DSS. De fait, les compagnies maritimes qui opèrent en SSS n'ont pas encore développé de stratégies de partenariat de type consortiums ou alliances. Ce marché n'est pas encore industrialisé et est bien moins étudié par la communauté scientifique que le DSS, surtout en Europe et en tout cas en France. Des travaux ont été menés sur l'Amérique du Nord par M. Brooks (2004).

2.2. La place du Short Sea Shipping en Europe : des statistiques à prendre avec précaution pour le report modal

D'après les statistiques de l'Union européenne²⁸, le SSS atteignait 1,6 milliard de tonnes transportées en 2003 dans l'UE des 15, soit 63 % des tonnages maritimes de l'Union contre 37 % pour le DSS. En SSS, 70 % des marchandises transportées sont des vrac (52 % de vrac liquides et 18 % de vrac solides), 13 % du Ro-Ro, 10 % des conteneurs et 7 % du conventionnel. Par ailleurs, une grande partie des envois conteneurisés en SSS sont à destination de marchés insulaires ou du Maghreb. De fait, le SSS sous forme de trafics conteneurisés ou Ro-Ro non captifs, c'est-à-dire en concurrence avec la route est pratiquement inexistant. Il convient néanmoins de bien comprendre les logiques du SSS conteneurisé ou Ro-Ro pour pouvoir appréhender au mieux la problématique des autoroutes de la mer que l'Union européenne voudrait développer. Avant de mettre en service ces autoroutes, sur lesquelles sont plutôt transportées des remorques routières que des conteneurs, ce qui immobilise d'ailleurs une partie du capital des entreprises de transport routier, les logiques du SSS Ro-Ro et conteneurs méritent d'être appréhendées. L'enquête ECHO va nous permettre de réaliser un « focus » sur ce marché.

Les résultats de l'enquête ECHO mis en évidence dans la figure 3 sont légèrement différents des statistiques européennes, même si après redressement une prédominance des vrac apparaît en tonnages. En observations, ou en envois redressés dont le redressement permet d'appréhender la représentativité de ces envois, le trafic conteneurisé est le plus représenté. Ce qui rend cette enquête d'autant plus intéressante pour notre objet de recherche qui participe à identifier les caractéristiques du SSS qui est en réel concurrence avec la route. Ceci est sans nul doute lié à la nature même de l'échantillon de l'enquête qui n'a retenu délibérément qu'un certain type de vrac.

²⁸ Informations recueillies sur le site d'Eurostat :

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-NZ-05-002/EN/KS-NZ-05-002-EN.PDF

Figure 3 : type de trafic des expéditions de l'enquête ECHO en Short Sea Shipping

En SSS hors ferry	Avant redressement	Après redressement	
	Nombre d'observations	En envois	En tonnages
Vrac	22	29 %	58 %
Conventionnel	36	6 %	9 %
Conteneurs	133	49 %	29 %
Ro-Ro	37	16 %	4 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

2.3. Le Short Sea Shipping : un marché où le type de trafic influe sur le choix portuaire

Si les résultats de l'enquête ECHO ont rendu compte en DSS que la grande majorité des expéditions observées concernaient des trafics conteneurisés passant essentiellement par les grands ports, l'analyse du marché du SSS met en évidence une plus grande diversité de type de trafic. Nous nous sommes donc interrogés sur la présence d'un éventuel lien entre le type de trafic en SSS et le port d'embarquement.

Figure 4 : ports d'embarquement en fonction du type de trafic pour le trafic Short Sea Shipping hors ferry

En nombre d'observations	Le Havre	Marseille-Fos	Anvers	France, reste façades Nord et Atlantique	Reste Belgique, Pays-Bas et Allemagne
Vrac	1	7	2	6	4
Conventionnel	1	14	11	7	2
Conteneurs	24	52	32	10	10
Ro-Ro	2	19	2	3	9
Total	28	92	47	26	25

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La figure 4 présentant les résultats de l'enquête ECHO rend compte, en observations, des ports d'embarquement en fonction du type de trafic. Il apparaît que les vracs en SSS passent plutôt par les ports secondaires de la façade Nord et Atlantique françaises (23 % des expéditions observées). Le port d'Anvers se caractérise par la forte présence de conventionnel. Il s'agit d'une particularité historique de ce port qui a toujours affirmé sa volonté de développer les trafics qui

créaient la plus grande valeur ajoutée pour le port. Le conventionnel fait partie de ces trafics. Sinon, les grands ports (Anvers, Marseille et Le Havre) sont plutôt des ports à conteneurs puisque 65 % des expéditions observées passant par ces ports sont constituées de trafics conteneurisés, contre seulement 39 % (10/26) pour les ports des façades Nord et Atlantique de la France. Les ports belges (autre qu'Anvers), allemands et néerlandais sont également présents parmi les ports d'embarquement du SSS. Parmi ces ports, deux d'entre eux s'illustrent particulièrement :

- Zeebrugge, qui est un port recevant essentiellement du trafic Ro-Ro pour le SSS (50 % des expéditions SSS) ;
- Rotterdam qui est essentiellement un port à conteneurs pour le SSS (70 % des expéditions observées).

Les ports secondaires captent en revanche une part plus importante de vracs que les grands ports. On a donc une forme de spécialisation, certes moins marquée que pour le marché du DSS, mais qui néanmoins permet de conclure que :

- les conteneurs ont tendance à passer par les plus grands ports, mais pas seulement ;
- le conventionnel passe par certains ports spécifiques comme Anvers ;
- le vrac passe plutôt par les ports secondaires.

On aurait pu croire qu'il existait une liaison entre la longueur du pré-acheminement et celle du trajet maritime, c'est-à-dire que les envois en SSS seraient plus sensibles à une proximité géographique des ports. La présence de Zeebrugge et Rotterdam parmi les ports captant du trafic SSS pour les envois français révèle que pour le marché du SSS la proximité ne serait pas le principal critère de choix portuaire. Nous verrons dans la suite de cet article que d'autres critères interviennent dans la constitution des chaînes physiques et organisationnelles du SSS.

2.4. La spécialisation portuaire accroît la taille de l'hinterland

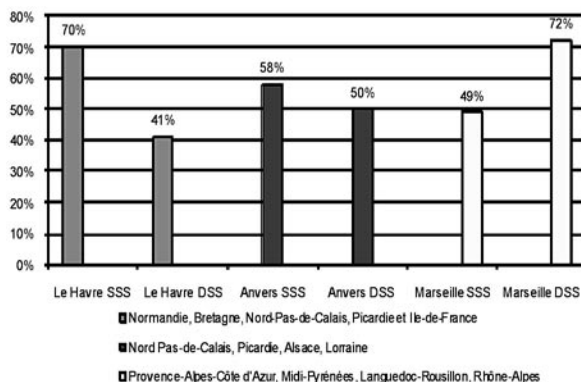
De même que nous nous sommes interrogés sur le lien entre le type de trafic et le port d'embarquement, voyons à présent comment se dessinent les hinterlands de chacun des principaux ports, suivant le type de marché SSS ou DSS, et même au sein de ces marchés suivant la destination finale.

Il faut préciser les termes utilisés, nous appelons type de trafic, les différences introduites par le vrac, le conventionnel, le conteneur ou le Ro-Ro ; tandis que nous parlerons de type de marché quand nous faisons référence au trafic au long cours (DSS) ou au trafic maritime à courte distance (SSS).

Le port du Havre capte un trafic dans un hinterland plus rapproché pour les envois en SSS que pour ceux en DSS, contrairement à ce qu'on a pu voir pour Zeebrugge. En SSS, 70 % des expéditions observées passant par le port du Havre sont issues des régions Normandie, Bretagne, Nord Pas-de-Calais, Picardie et Île-de-France. En DSS, seules 41 % sont issues de ces 5 régions. Les origines

des expéditions DSS à destination de l'Amérique et de l'Asie sont très dispersées. Ceci confirme le fait que le port du Havre est le principal port français pour les échanges intercontinentaux.

Figure 5 : part de marché des hinterlands rapprochés des ports, en SSS et en DSS



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Le port d'Anvers s'inscrit dans une logique similaire à celle du Havre. Le port anversois attire des marchandises de la France entière en DSS. Son attractivité demeure tout de même centrée sur les régions Nord Pas-de-Calais, Picardie, Alsace et Lorraine avec en DSS 50 % des expéditions observées qui sont issues de ces régions. L'hinterland du port d'Anvers est plus resserré en SSS, puisque 58 % des expéditions sont issues de ces régions.

Le port de Marseille-Fos est en revanche le principal port français pour les destinations en direction du Maghreb. Or, le Maghreb est de loin la principale destination en SSS depuis le port de Marseille-Fos. On retrouve donc de fait une forte dispersion dans les régions d'origine des expéditions transitant par le port de Marseille-Fos en SSS. En effet, seulement 49 % des expéditions en SSS passant par le port de Marseille-Fos sont originaires de PACA, Languedoc-Roussillon, Midi-Pyrénées et Rhône-Alpes. En revanche, 72 % des expéditions DSS passant par Marseille-Fos sont originaires de ces régions. L'hinterland en DSS du port de Marseille est donc plus rapproché que son hinterland en SSS.

Les résultats de l'enquête ECHO révèlent également la spécialisation du port de Marseille-Fos sur le marché du Maghreb (les autres destinations du SSS depuis Marseille sont le Proche-Orient et la Turquie, trafics très marginaux par rapport à ceux sur le Maghreb), puisque plus de la moitié des expéditions vers le Maghreb (55 % des envois observés) viennent d'Alsace Lorraine, d'Île-de-France, du Centre et de la façade Sud-ouest. Les expéditions SSS depuis la région Rhône-Alpes passant par Marseille-Fos sont à plus de 70 % en direction du Maghreb,

alors qu'une grande majorité des exportations vers l'Amérique du Nord depuis la région Rhône-Alpes passe par les ports du Nord.

Deux profils de ports semblent se dessiner. Les grands ports comme Le Havre et Anvers qui captent du trafic dans un hinterland plus profond en DSS qu'en SSS. Par contre Marseille-Fos draine un hinterland plus large en termes de distance géographique pour les marchés du SSS que pour le DSS, dans la mesure où la grande majorité du SSS à Marseille est à destination du Maghreb.

Quand il y a une grande spécialisation d'un port, que ce soit en termes de type de trafic (Ro-Ro...) ou de marché (destination...) l'hinterland de ce port est plus large sur ces marchés spécifiques. Ainsi Zeebrugge a un hinterland plus étendu pour le trafic Ro-Ro, Marseille pour le Maghreb et Le Havre et Anvers pour le DSS conteneurisé.

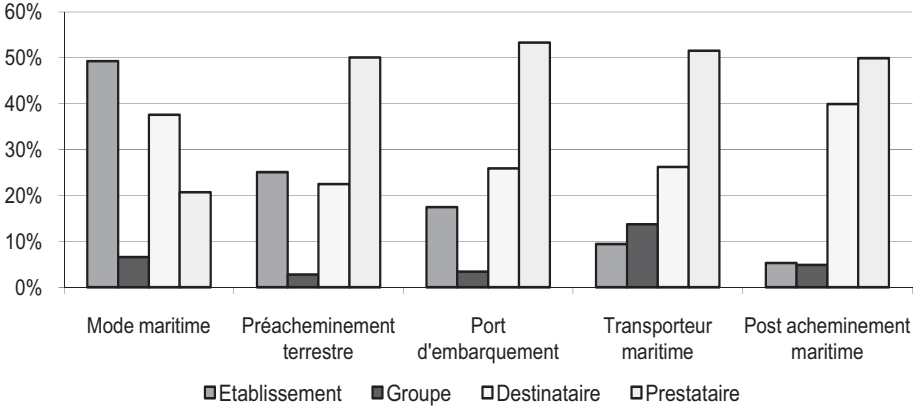
2.5. L'importance des prestataires logistiques dans le Short Sea Shipping

Le trafic DSS de plus en plus conteneurisé dessert essentiellement les grands ports. Les composantes terrestres et portuaires sont alors dominées par la logique maritime (Van Klinck, 1998). De fait, le triptyque portuaire présenté par Vigarié (1979) dans un ouvrage classique de géographie économique est remis en cause pour le trafic DSS conteneurisé. En revanche, dans le secteur du SSS, le rôle de pivot du port semble perdurer. La coordination des chaînes repose sur les acteurs portuaires, en particulier sur les transitaires qui sont présents physiquement. De fait, le triptyque portuaire de Vigarié permet encore de rendre compte de l'organisation du SSS (Dubreuil, 2005).

La connaissance de la maîtrise des choix de transport est essentielle à la compréhension de ce système et permet de savoir quels acteurs sont les plus à même d'influencer ces choix. Beaucoup d'établissements enquêtés dans ECHO appartiennent à un groupe. Seules les entreprises appartenant à un groupe, soit 85 % des entreprises réalisant du SSS et 95 % de celles expédiant en DSS ont été retenues. Les figures 5 et 6 mettent en évidence quels acteurs interviennent dans le processus décisionnel à la fois en SSS et en DSS. Un entretien en face à face a été réalisé auprès de l'établissement chargeur pour savoir qui effectuait les différents choix du mode maritime, du port, du pré et post-acheminement, du transporteur maritime, afin de voir l'influence des décideurs sur les choix effectifs.

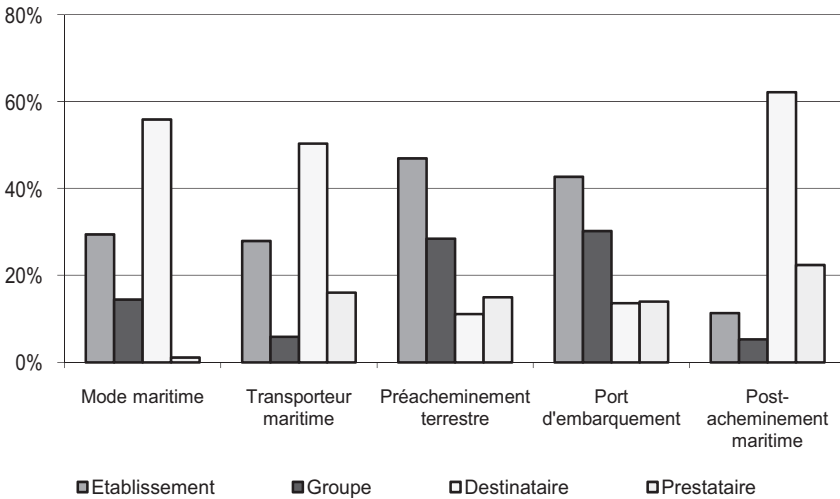
Pour les envois en SSS, le mode de transport, ici le mode maritime, est choisi dans la moitié des cas par l'établissement chargeur. Pour les autres maillons, ce dernier intervient plus rarement. En revanche, les choix du transporteur maritime, du pré-acheminement, du post-acheminement et du port d'embarquement sont effectués dans 50 % des cas par un prestataire. Ce dernier peut être un transitaire portuaire ou un armateur qui organise la partie terrestre, auquel cas on parlera de carrier haulage.

Figure 6 : les principaux décideurs pour le choix des maillons des chaînes en Short Sea Shipping (en nombre d'envois)



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Figure 7 : les principaux décideurs pour le choix des maillons des chaînes en Deep Sea Shipping (en nombre d'envois)



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Nous avons vu précédemment que le trafic SSS susceptible de concurrencer la route est peu développé. Il s'agit en effet des expéditions conteneurisées ou Ro-Ro qui ne sont pas à destination d'îles ou de territoires captifs du maritime. Néanmoins, vu l'importance des prestataires dans l'organisation des chaînes de transport en SSS, il apparaît qu'ils sont les acteurs à convaincre de la possibilité de développer ce mode dans des situations de concurrence avec la route.

En DSS, l'établissement chargeur définit essentiellement le pré-acheminement terrestre et le port d'embarquement. Le destinataire intervient majoritairement sur le choix du mode maritime, du transporteur maritime et du post-acheminement. Le prestataire a, dans un nombre assez réduit de situations la charge du choix du transporteur maritime, du pré-acheminement terrestre, du port d'embarquement et du post-acheminement maritime. Finalement son rôle est assez restreint vis-à-vis des rôles de l'établissement et du destinataire. Ceci ne signifie pas qu'il n'a pas la charge de l'organisation de toute la chaîne, mais il agit dans ce cas en tenant compte des choix des autres partenaires de la transaction.

En SSS, l'existence d'un fond de cale ne suffisant pas, le plus souvent, à assurer la rentabilité de la ligne, ni même parfois la survie du service, la consolidation de ce service par un apport extérieur de fret est nécessaire (Dubreuil, 2005). La responsabilité du remplissage de la ligne incombe alors souvent à l'agent maritime ou au transitaire local défini dans notre enquête comme un prestataire.

De plus, un certain nombre d'envois en SSS passent par Marseille et sont à destination du Maghreb. Or, de nombreux prestataires opèrent à Marseille et sont spécialisés dans ce type de trafic, ce que confirme l'enquête ECHO puisque en nombre d'envois redressés, le transporteur maritime, le pré-acheminement terrestre, le port d'embarquement et le post-acheminement maritime sont choisis par un prestataire dans respectivement 73 %, 73 %, 73 % et 68 % des cas.

Le SSS qui nous intéresse dans le cadre d'une réflexion sur le développement d'Autoroutes Maritimes ou plus largement de trafics alternatifs à la route nécessite la participation active de prestataires. Son faible développement peut sans doute s'expliquer par le peu d'engouement de ces derniers pour le SSS. En effet, cette organisation peut entrer en conflit avec leurs propres intérêts ou en tout cas leur organisation actuelle.

Les armateurs qui seraient les plus susceptibles d'être intéressés par le marché du conteneur, n'en sont pas sur ce marché au stade de développement et de maturité du marché du DSS, dans le cadre duquel nous l'avons vu, ils sont capables d'organiser du trafic de bout en bout avec de bonnes fréquences. Les volumes en jeu ne sont pas non plus les mêmes.

Les grands commissionnaires ont souvent leurs propres flottes de camions ou leurs réseaux de sous-traitance organisés avec d'autres transporteurs routiers, qui ne les incitent pas à développer ce nouveau type de service qui leur impose de revoir l'ensemble de leur organisation. L'embarquement de remorques (Ro-Ro) pose en outre le problème d'immobilisation de leur outil de travail et de rentabilisation de ce dernier.

Conclusion

La conteneurisation qui s'est développée ces cinquante dernières années a profondément réorganisé le système maritime et portuaire. Le transport des

grands vracs représente toujours les 2/3 du tonnage, mais répond à une tout autre logique. Il est très présent dans le trafic de courte distance, mais sous-représenté dans notre enquête. En transport maritime au long cours, et comme on s'y attendait, le trafic conteneurisé français passe essentiellement par les plus grands ports : Le Havre, Marseille ou Anvers. Les ports secondaires quant à eux essaient de capter les marchés du vrac, du conventionnel ou du Ro-Ro pour le trafic au long cours, mais restent à la marge des principaux ports.

Le trafic maritime de courte distance devrait pouvoir contribuer à un certain renouveau ou au moins au maintien des ports secondaires à un moment où les préoccupations de développement durable et de report modal sont fortes. Il ne faut pas malgré tout, surestimer les possibilités de développement du SSS. L'enquête montre que l'emprise des grands ports est moindre pour le transport maritime conteneurisé de courte distance que pour celui au long cours. Elle identifie un certain nombre d'expéditions en vrac, mais également en trafic Ro-Ro qui empruntent des ports secondaires. L'analyse de ces expéditions montre l'importance des commissionnaires de transport dans l'organisation de ces envois. Le marché du transport maritime de courte distance n'a pas encore atteint son niveau de maturité. Il ne dispose pas encore des fonds de cales suffisants pour remplir aisément les navires. Fort des exemples étudiés, il semble que le développement de ces trafics dépend largement d'un réseau de transitaires facilitant le groupage des envois.

Le trafic maritime de courte distance est dans la plupart des cas, captif du transport maritime, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'alternative à l'utilisation de ce mode. Le développement d'autoroutes de la mer promues par l'Union européenne pour soulager le trafic routier n'est pas aisé. Il concerne du trafic roulier²⁹ ou conteneurisé. Ce trafic n'existe pas aujourd'hui, en partie faute d'offre, diront certains, mais aussi de demande. Les paramètres de l'offre sont nombreux pour assurer la viabilité d'une autoroute de la mer tels la distance, la tarification, les coûts des modes concurrents... L'enquête certes, ne répond pas à toutes ces questions et d'autres recherches méritent d'être menées sur la viabilité des autoroutes de la mer, néanmoins elle a permis d'identifier les transitaires comme des acteurs centraux du développement du transport maritime de courte distance permettant de mutualiser la demande.

Références

- Brooks M. (2004). Short Sea Shipping : a Canadian perspective, *Maritime Policy & Management*, Vol. 31, n° 4, 393-407.
- Dubreuil D. (2005). Le tryptique portuaire est-il toujours pertinent ? L'exemple des services maritimes de cabotage, *Flux*, n° 59, 47-58.

²⁹ Le trafic roulier concerne les véhicules qui entrent et sortent des navires en roulant. C'est un synonyme du Ro-Ro

- Gouveral E. (2003). Les lignes maritimes et le transport terrestre : quels enseignements peut-on tirer du cas Rail Link ? *Les cahiers scientifiques du transport*, n° 44, 95-113.
- Gouveral E., DAYDOU J. (2005). Container railfreight services in North-west Europe: diversity of organizational forms in a liberalizing environment. *Transport Reviews*, Vol. 25, n° 5, 557-571.
- Gouveral E., DEBRIE J., SLACK B. (2005). Dynamics of change in the port system of the western Mediterranean, *Maritime Policy and Management*, Vol. 32, n° 2, 107-121.
- Lim S-M., (1998). Economies of scale in container shipping, *Maritime Policy and Management*, Vol. 25, 361-376.
- Notteboom T., WINKELMANS W. (2001). Structural changes in logistics: how will port authorities face the challenge? *Maritime Policy and Management*, Vol. 28, n° 1, 71-89.
- Notteboom T. (2006). Traffic inequality in seaport systems revisited, *Journal of Transport Geography*, Vol. 14, n° 2, 95-108
- Notteboom T., (2006). The time factor in liner shipping services, *Maritime Economics and Logistics*, Vol. 8, 19-39.
- Van Klinck H. (1998). Land access to Sea Ports, Round Table 113, CEMT, Paris, *les Presses de l'OCDE*, 18 p.
- Vigarie A. (1979). *Ports de commerce et vie littorale*, Paris, Hachette.

Les chaînes de transport aérien de fret

Didier Launez

*Direction Générale de l'Aviation Civile
Direction des Affaires stratégiques et techniques
50 rue Henry FARMAN
75720 PARIS CEDEX 15
didier.launez@aviation-civile.gouv.fr*

Michèle Guilbault

*Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail
INRETS-SPLOTT
Descartes 2 – 2, rue de la butte verte
93166 Noisy-le-Grand Cedex
michele.guilbault@inrets.fr*

Résumé

La direction générale de l'Aviation civile s'est volontiers impliquée dans le suivi et le co-financement de l'enquête auprès des chargeurs et des opérateurs de fret entreprise par l'INRETS. Le fret aérien est une activité de plus en plus importante, mais encore difficile à saisir dans les statistiques. L'objectif de la DGAC était de mieux connaître les chargeurs, les types de marchandises transportées, le poids et la fréquence des envois, le recours au fret express, l'organisation de la chaîne de transport, la part du fret aérien camionné sous Lettre de Transport Aérien (LTA) dans les pré et post acheminements, ainsi que les rôles respectifs des chargeurs, des agents de fret et des compagnies aériennes dans l'organisation de la chaîne de transport.

L'enquête ECHO s'est attachée à apporter des éléments de réponses à ces différentes questions qui sont reprises dans le rapport final de l'INRETS et dont cette communication présente les principaux résultats³⁰.

³⁰ « Enquête ECHO – Synthèse relative au fret aérien » **DGAC-INRETS, novembre 2007**

1. Les objectifs de l'enquête ECHO pour le mode aérien

1.1. Une meilleure connaissance des acteurs et des marchandises

La chaîne aérienne pour le fret est nécessairement intermodale, puisque le recours au camion est indispensable pour les trajets terminaux, et fréquent pour certains trajets lorsque l'embarquement se fait dans un autre aéroport que l'aéroport de prise en charge. Pour la direction générale de l'Aviation civile (DGAC), l'enjeu de sa participation à l'enquête ECHO était de mieux connaître l'organisation des chaînes de transport impliquant le mode aérien, les relations entre les différents acteurs, et de savoir qui prenait les décisions à chaque étape. Les statistiques en matière de fret aérien dont nous disposons indiquent les tonnages et les mouvements d'avions. La particularité intéressante de l'enquête ECHO est d'étudier des envois, et l'organisation des chaînes logistiques.

Il s'agissait pour la DGAC de mieux connaître :

- les chargeurs (par secteur d'activité et taille d'établissement),
- les types de marchandises transportées, leur poids et la fréquence des envois,
- l'organisation de la chaîne de transport,
- le recours au fret express,
- la part du fret aérien camionné sous Lettre de Transport Aérien (LTA) dans les pré et post-acheminements vers les aéroports d'embarquement,
- les rôles respectifs des chargeurs, des agents de fret et des compagnies aériennes dans l'organisation et le déroulement de la chaîne de transport.

1.2. Situer les chaînes aériennes par rapport aux autres

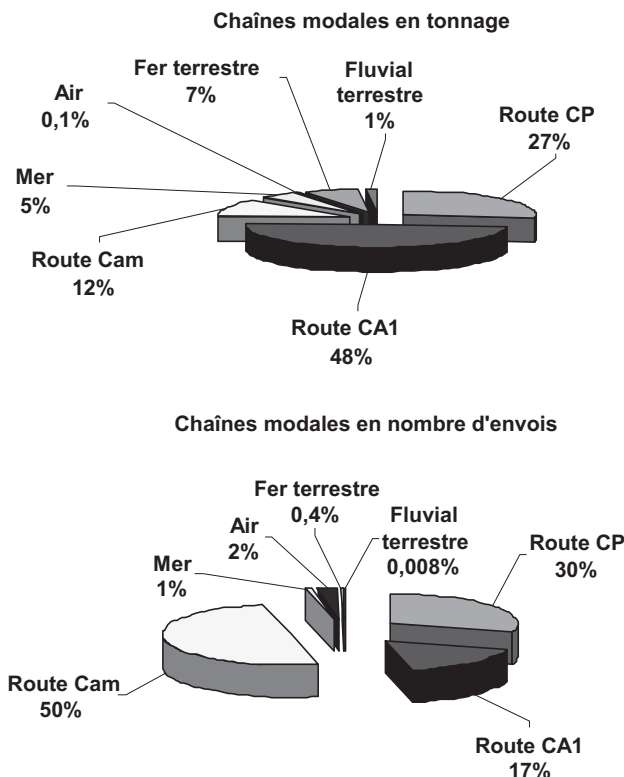
Au niveau mondial, selon des données de l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI), de l'International Air Transport Association (IATA) ou de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE), le fret aérien représenterait jusqu'à 47 % de la valeur du commerce international et 3 % du tonnage.

Au niveau de la France, le mode aérien ne représente que 0,1 % du tonnage, mais entre 13 et 15 % de la valeur (source : douane). Cet écart par rapport à la moyenne mondiale s'explique par le fait que la France réalise plus de 60 % de son commerce avec les pays de l'Union européenne, et que les modes terrestres et maritimes y sont donc les plus utilisés. Il demeure qu'un mode qui assure 13 à 15 % de la valeur de notre commerce international ne peut pas être considéré comme mineur.

Les frets traités par l'aérien sont par ailleurs largement supérieurs aux trafics générés par les besoins de l'économie française. Le trafic de fret d'Aéroports de Paris (ADP) – environ 2 millions de tonnes – par exemple traite via notamment Air France-KLM Cargo et leurs partenaires de l'alliance Skyteam d'une part, et FEDEX d'autre part, de nombreuses correspondances entre pays étrangers. Les

données de l'enquête ECHO ne permettent à cet égard de couvrir qu'une partie des trafics puisqu'elle ne saisit par nature que les envois au départ d'entreprises françaises à l'exclusion des importations et des trafics en correspondance.

Figure 1 : partage modal en fonction du tonnage et du nombre d'envois



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Nonobstant ces remarques, l'enquête apporte des éléments de cadrage précieux, en particulier concernant le poids des envois. Les résultats obtenus montrent à cet égard le fort développement des petits envois et notamment des envois de moins de 30 kg qui représentent la moitié des envois tous modes confondus tandis que le poids moyen est de 1,3 tonne. Ce phénomène est bien sûr favorable au transport aérien dont le poids médian de l'échantillon est de 3 kg et le poids moyen de 40 kg. On note par ailleurs, au sein du mode aérien l'importance du fret express, qui représente 85 % des envois, mais seulement 34 % des tonnages. Ce fret express n'est pas seulement expédié via les intégrateurs : les transporteurs traditionnels sont également sur ce marché.

Le fret aérien se caractérise comme un fret de très forte valeur. Cette valeur révélée par l'enquête ECHO est légèrement supérieure à celle que l'on peut cal-

culer d'après le fichier SITRAM, mais cet écart s'explique aisément par le fait que les valeurs à l'exportation sont supérieures aux valeurs à l'importation. Par ailleurs, l'enquête ECHO saisit aussi des chaînes aériennes pour lesquelles l'embarquement a lieu hors de France avec un pré-acheminement terrestre, alors que SITRAM saisit selon le mode de transport à la frontière française (un fret aérien préacheminé par camion vers Francfort ou Luxembourg échappe donc à SITRAM, mais entre dans le champ de l'enquête ECHO). Il apparaît que la valeur médiane de 127 386 euros est plus proche des données connues du commerce extérieur français que la valeur moyenne de 214 000 euros qui, dans le cas de l'enquête ECHO, est influencée par quelques envois de métaux précieux. Il est donc plus pertinent de retenir la valeur de 127 000 euros/tonne (Tab. 1).

Tableau 1 : part et valeur du fret aérien dans l'enquête ECHO

% des envois	2 %
% des tonnages	0,1 %
Valeur marchande médiane	127 386 euros/tonne
Valeur marchande moyenne	214 232 euros/tonne

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

2. Les décideurs et leurs critères de choix

La DGAC souhaitait savoir quel était le rôle respectif du chargeur, de l'agent de fret et du transporteur aérien lors des différentes phases de la chaîne logistique. On discerne ainsi différentes tendances quant à l'importance des protagonistes impliqués dans le choix des maillons successifs de la chaîne de transport (Tab. 2).

Tableau 2 : décideurs des différents maillons de la chaîne aérienne

	Choix du mode aérien	Choix du transporteur aérien	Choix du mode de pré-acheminement	Choix de l'aéroport d'embarquement	Choix du mode de post-acheminement
Établissement	53 %	47 %	34 %	21 %	15 %
Groupe	2 %	3 %	2 %	2 %	2 %
Destinataire	29 %	19 %	9 %	10 %	21 %
Prestataire	17 %	35 %	56 %	68 %	63 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

En premier lieu, il apparaît que les établissements sont autonomes dans leur choix par rapport aux entreprises ou groupes auxquels ils peuvent appartenir.

Quelque soit le maillon de la chaîne considéré, l'entreprise ou le groupe auquel appartient l'établissement émetteur de fret n'intervient que très peu : seulement 2 à 3 % de citations alors que 97 % des établissements considérés ici appartiennent à un groupe ou à une entreprise multi-établissements.

Le mode de transport aérien est choisi dans plus de 50 % des cas par l'établissement chargeur, et dans 29 % des cas par le destinataire dont il était intéressant également de cerner le rôle dans ces choix.

Le transporteur aérien est choisi dans 47 % des cas par l'établissement chargeur et 35 % par un prestataire mandaté pour l'envoi, alors que le destinataire n'est impliqué dans le choix du transporteur aérien que dans 19 % des cas.

Les trois items suivants concernent le choix du pré-acheminement, de l'aéroport d'embarquement et du post-acheminement. Ils montrent une implication du chargeur lors des prises de décision qui diminue au fil des maillons de la chaîne, contrairement à celle du destinataire qui augmente de même que celle des prestataires. Le chargeur choisit le mode de pré-acheminement terrestre dans 34 % des cas, l'aéroport d'embarquement dans 21 % des cas, et le mode de post-acheminement terrestre dans seulement 15 % des cas. À l'inverse, le destinataire qui n'a choisi le mode de pré-acheminement terrestre que dans 9 % des cas, a choisi l'aéroport d'embarquement dans 10 % des cas et le mode de post-acheminement dans 21 % des cas. Ce sont cependant les prestataires de service qui restent les plus impliqués dans le choix de ces maillons, pré-acheminement, aéroport d'embarquement et post-acheminement, avec respectivement 56 %, 68 % et 63 % de citations.

Les réponses à la question sur les critères de choix du mode aérien sont très révélatrices. Trois critères apparaissent comme étant très importants ou importants dans plus de 50 % des cas (Fig. 2) :

- la durée du transport (y compris les temps de pré et post acheminement et de traitement en aéroport) ;
- le coût, au sens du coût logistique total, car le recours à l'avion, en raccourcissant les délais, raccourcit le coût d'immobilisation de marchandises dont la valeur est élevée ;
- la fiabilité des délais. C'est un point essentiel, notamment pour toute la partie fret express.

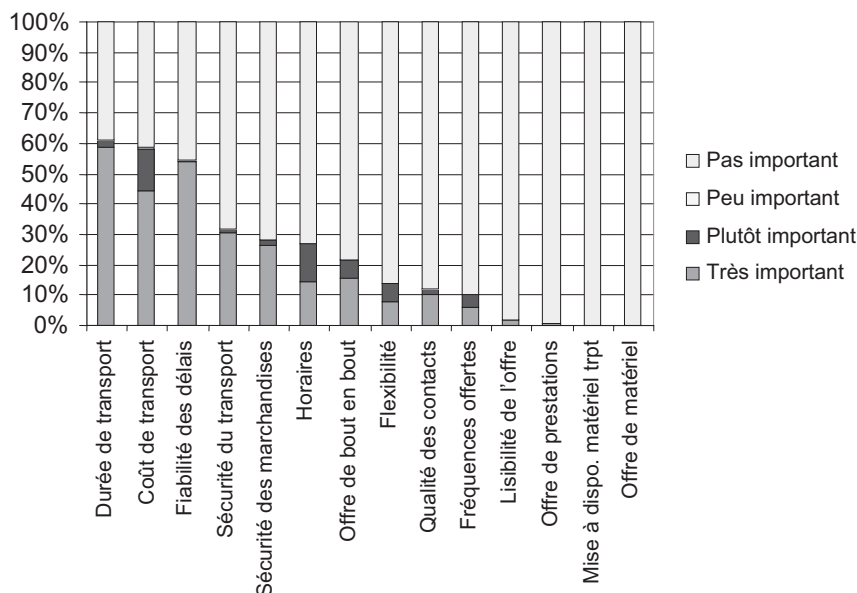
Trois autres critères atteignent 30 % de citations :

- la sécurité du transport,
- la sécurité des marchandises,
- les horaires.

Le transport aérien est sans doute le mode de transport les plus sûr dans le monde entier. Par ailleurs, le risque de perte, de vol ou de dégradation de marchandises y est plus faible que dans les autres modes, et les mesures prises pour la sûreté du transport aérien, renforcées depuis les attentats du 11 septembre

2001, ont renforcé cette caractéristique. Enfin, les horaires proposés sont un puissant incitateur, notamment pour le fret express.

Figure 2 : critères de choix de l'organisation des chaînes aériennes



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Les critères de choix de l'aéroport d'embarquement les plus cités sont :

- la proximité géographique : 67,5 %
- la fréquence des lignes : 18 %
- le prix du passage aéroportuaire : 18 %
- la qualité des compagnies aériennes présentes : 12,5 %
- la fiabilité du passage aéroportuaire : 9 %
- la qualité des commissionnaires : 9 %.

La notion d'aéroport d'embarquement s'entend ici comme l'aéroport de prise en charge sous le régime de la Lettre de Transport Aérien, même si le trajet au départ de cet aéroport est effectué en camion vers un aéroport de correspondance.

3. Les caractéristiques du recours à l'aérien

3.1. Taux de pénétration et caractéristiques des établissements

Le taux de recours modal calculé dans l'enquête ECHO comme le pourcentage d'établissements déclarant avoir utilisé le mode, même occasionnellement,

pour leurs expéditions sur l'année écoulée est l'équivalent de la notion de taux de pénétration du transport aérien pour le fret. *19 % des établissements déclarent ainsi avoir eu recours au transport aérien, même occasionnellement.* Les secteurs les plus concernés sont la pharmacie, le matériel électrique et technique, l'électro-ménager-hifi-informatique et le textile pour lesquels plus de 40 % des établissements ont recours à l'aérien. Ils n'y recourent toutefois que pour 4 % de leur tonnage en moyenne.

L'analyse des caractéristiques des établissements chargeurs montre que le recours au mode aérien croît avec la taille des établissements : 11 % des établissements de moins de 20 salariés, mais 52 % des établissements de plus de 500 salariés utilisent l'avion pour leurs expéditions. Les utilisateurs de l'aérien produisent par ailleurs en petites séries ou à l'unité. C'est aussi le mode de transport pour lequel on trouve les plus faibles niveaux de stocks dans les établissements : 21 % des établissements concernés ont moins de 1 jour de stock et 42 % moins de 7 jours. Enfin, le mode aérien est celui où la part du transport dans le prix de vente final du produit transporté est la plus faible : moins de 2 % dans 31 % des cas, moins de 4 % dans 56 % des cas et moins de 6 % dans 86 % des cas. La forte valeur des produits transportés explique cette situation, bien que le mode aérien soit le plus cher.

3.2. Caractéristiques comparées des envois

Poids, volume et valeur

Le poids des envois est sans doute la variable la plus discriminante du recours modal avec des poids moyens qui vont de 40 kg pour l'aérien à 270 tonnes pour le fluvial. Ces poids s'établissent autour de 8 tonnes pour le maritime, de 26 tonnes pour le ferroviaire et sont également assez nettement différenciés selon les modalités routières : de l'ordre de 1 tonne pour le compte propre, 4 tonnes pour le compte d'autrui trajet unique et 300 kg pour le compte d'autrui trajets multiples. Pour le mode aérien, les poids sont très faibles mais aussi assez dispersés. Sur les 894 observations, le poids par envoi varie entre moins de 1 kg et 26 tonnes. 18 % des envois sont inférieurs à 1 kg, 45 % pèsent moins de 2 kg, 60 % moins de 5 kg, et 92 % moins de 50 kg. À l'opposé 1 % des envois pèsent plus de 1 tonne et représentent 30 % des tonnages expédiés par avion.

S'agissant du volume, 92 % des envois aériens font moins de 1 m³, contre 50 % pour l'ensemble de l'enquête ECHO. Comme pour les poids, on retrouve les mêmes oppositions entre les chaînes aériennes pour lesquelles la moyenne est la plus faible et les chaînes fluviales dont le volume moyen des envois est de plus de 900 m³ (médiane à 60 m³).

La valeur marchande des produits des activités retenues dans le champ est en moyenne de 67 euros par kg pour l'ensemble des modes de transport. Les valeurs moyennes sont sensiblement comparables pour l'ensemble des modes et restent comprises entre 40 et 64 euros en moyenne, sauf pour le fluvial où elle n'est que de 4 euros, et pour l'aérien qui atteint 214 euros (médiane à 127 euros).

Le tableau 3 reprend les valeurs moyennes et médianes de ces différentes caractéristiques d'envoi. S'agissant du poids ou de la valeur unitaire de l'envoi, les moyennes sont cependant tirées vers le haut par les quelques envois autour de 1 tonne ou par les envois de métaux précieux. À cet égard les médianes sont plus significatives, elles montrent qu'un envoi en fret aérien apparaît, en valeur médiane, 100 fois plus léger et 12 fois plus cher que l'ensemble des envois enquêtés. La valeur médiane de 3kg témoigne par ailleurs de l'importance de la messagerie et du fret express dans le mode aérien.

Tableau 3 : type de chaîne modale et caractéristiques d'envois : poids, volume et valeur unitaire

Chaîne modale	Poids moyen de l'envoi (en kg)	Poids médian de l'envoi	Volume moyen (en m ³)	Volume médian	Valeur unitaire moyenne (euro/kg HT)	Valeur unitaire médiane (euro/kg HT)
Chaînes aériennes	40	3	0,9	0,5	214,2	127,4
Ensemble de l'enquête ECHO	1300	300	9,8	0,5	66,5	11,0

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Nombres de trajets, temps total de transport et distances parcourues

Les caractéristiques de chaînes en termes de nombre de trajets, de distance ou de temps de parcours sont reprises dans les tableaux 4 et 5 ci-après en différenciant selon la destination : envois vers l'Europe de l'Ouest pour lesquels les comparaisons avec l'ensemble des modes renvoient essentiellement aux modes terrestres et envois vers le reste du monde pour lesquels les comparaisons ne portent plus que sur le maritime et l'aérien.

Tableau 4 : envois vers la France et l'Europe de l'Ouest

Chaîne modale	Nombre moyen de trajets par envoi	Nombre médian de trajets par envoi	Distance ortho-dromique moyenne (en km)	Distance ortho-dromique médiane (en km)	Durée moyenne de l'envoi (en jours)
Chaînes aériennes	4,9	5	751	753	2,5
Chaînes maritimes	4,0	4	847	852	3,9
Ensemble ECHO	2,1	2	208	107	1,2

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Tableau 5 : envois vers le reste du monde

Chaîne modale	Nombre moyen de trajets par envoi	Nombre médian de trajets par envoi	Distance ortho-dromique moyenne (en km)	Distance ortho-dromique médiane (en km)	Durée moyenne de l'envoi (en jours)
Chaînes aériennes	4,1	5	4 984	1 764	1,9
Chaînes maritimes	2,7	3	8 297	7 841	26,6
Ensemble ECHO	3,7	4	4 937	1764	6,8

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Les chaînes aériennes sont celles pour lesquelles on observe le plus grand nombre de trajets : 4,9 trajets en moyenne par envoi sur l'Europe (Tab. 4). Les réseaux de transport impliquent en effet de nombreux cas de passage par des hubs terrestres ou aéroportuaires qui expliquent ce nombre élevé des trajets. Le nombre un peu plus faible de trajets observé pour les destinations « vers le reste monde » que pour l'Europe est sans signification particulière. Il en est de même des temps de parcours. En effet, les chaînes ne sont reconstituées dans l'enquête que jusqu'à la première plate-forme après le passage de la frontière du champ ouest-européen. Le trajet terminal en dehors de l'Europe n'est donc pas appréhendé. Les distances renseignées restent par contre des distances bout en bout jusqu'au destinataire final.

Ces nombres de trajets et les temps de passage par les plates-formes intermédiaires expliquent les *délais de transport relativement importants de l'ordre de $J + 2,5$ sur les destinations européennes* et, avec les réserves précédentes, de l'ordre de $J + 2$ sur les destinations reste monde. Dans les deux cas, la plus grande partie du temps se passe au sol comme le confirment les premiers résultats « trajet » présentés plus loin (§ 5.5). L'on observe en particulier des temps globaux qui peuvent parfois être très longs, avec comme exemple un envoi de 100 kg de Roanne vers le Michigan qui a mis douze jours pour arriver à Détroit, dont seulement une dizaine d'heures en avion. Ces résultats se rapprochent par ailleurs de ceux observés pour l'ensemble de la grande messagerie pour laquelle les temps de transport des envois obtenus à partir des sites web de suivi mis en place par les opérateurs montrent des délais de transport de l'ordre de $J + 2$ quelque soit la destination, la distance ou le mode :

- $J + 2,2$ pour la France alors que la moyenne toutes chaînes confondues est égale à $J + 1,2$
- $J + 2,4$ pour l'Europe, soit sensiblement le même temps que pour l'ensemble des modes sur cette destination ($J + 2,3$)
- $J + 2,1$ pour les destinations reste monde ($J + 6,9$ en moyenne pour l'ensemble des modes).

Les distances maritimes et aériennes sont évidemment les plus longues. Elles restent comparables pour les envois à destination nationale ou ouest-européenne, 850 km en moyenne pour le maritime, 750 km pour l'aérien (Tab. 4). Elles sont par contre beaucoup plus contrastées, même à vol d'oiseau, pour les destinations reste monde (Tab. 5) et s'avèrent plus longues pour le maritime, 8 000 km en moyenne (médiane 7 800 km) que pour l'aérien, 5 000 km en moyenne (médiane à 1 800 km). Ces distances contrastées reflètent la structure différente des destinations de ces deux modes reprise dans le tableau 6, où le maritime apparaît proportionnellement mieux représenté sur les destinations les plus lointaines, notamment l'Océanie et l'Amérique latine (mais aussi sur le Maghreb et les pays du Proche et moyen Orient) que ne l'est l'aérien.

On note également des différences de structure importantes dans la répartition des trafics entre l'Europe et le Reste Monde avec des envois aériens plus nombreux mais aussi plus légers sur l'Europe (78 % des envois aériens, 21 % des tonnages) tandis que les trafics maritimes apparaissent mieux partagés au moins en nombre d'envois (55 % des envois maritimes à destination de l'Europe, 37 % des tonnages).

Tableau 6 : destinations monde des envois maritimes et aériens

Destination monde des envois	% envois en maritime	% tonnages en maritime	% envois en aérien	% tonnages en aérien
Europe	55 %	37 %	78 %	21 %
Maghreb et Proche Orient	9 %	16 %	2,5 %	6,3 %
Afrique subsaharienne	3 %	2 %	1,3 %	8,7 %
Asie-Pacifique	17 %	17 %	9,7 %	45,8 %
Amérique du nord	9 %	13 %	6,4 %	5,5 %
Amérique latine	7 %	15 %	2,1 %	12,7 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

4. L'organisation du transport aérien de fret

4.1. Aéroports de prise en charge et d'embarquement

Méconnaissance des vols camionnés par les chargeurs

On constate une méconnaissance par les chargeurs des modalités de transport de leurs envois, et plus particulièrement des aéroports de correspondance utilisés pour le transport à longue distance. Sur les 894 envois aériens identifiés dans l'enquête :

- 102 n'avaient pas été déclarés comme aériens par le chargeur (dont 74 expédiés par la grande messagerie) ;
- 109 étaient imparfaitement connus du chargeur qui n'a pas su répondre à cette question sur l'acheminement par vol camionné vers un aéroport d'embarquement distinct de l'aéroport de prise en charge.

Par ailleurs, sur les 683 réponses renseignées, 602 ont déclaré l'embarquement à l'aéroport de chargement sans vol camionné, soit 88 % des réponses en nombre d'observations et 82 % en nombre d'envois redressés correspondant à 18 % d'envois avec vol camionné de départ ce qui semble une sous-estimation, les experts s'accordant plus sur des pourcentages de vol camionné de l'ordre de 50 %. Enfin, même lorsqu'ils savent que leur envoi passe par un aéroport tiers, le nom de l'aéroport d'embarquement reste souvent ignoré et n'a pu être renseigné que pour 48 envois sur les 81 concernés.

Répartition géographique

Ces renseignements relatifs à l'acheminement des envois et aux différents aéroports de prise en charge, d'embarquement ou de transit ont été ainsi reconstitués essentiellement à partir du suivi des envois et de l'interrogation des prestataires agents de fret ou transporteurs aériens. Ils confirment le poids des aéroports parisiens (ADP) comme aéroports de premier chargement de la marchandise que celle-ci soit directement embarquée par avion ou chargée sur un camion pour un pré-acheminement terrestre (Tab. 7).

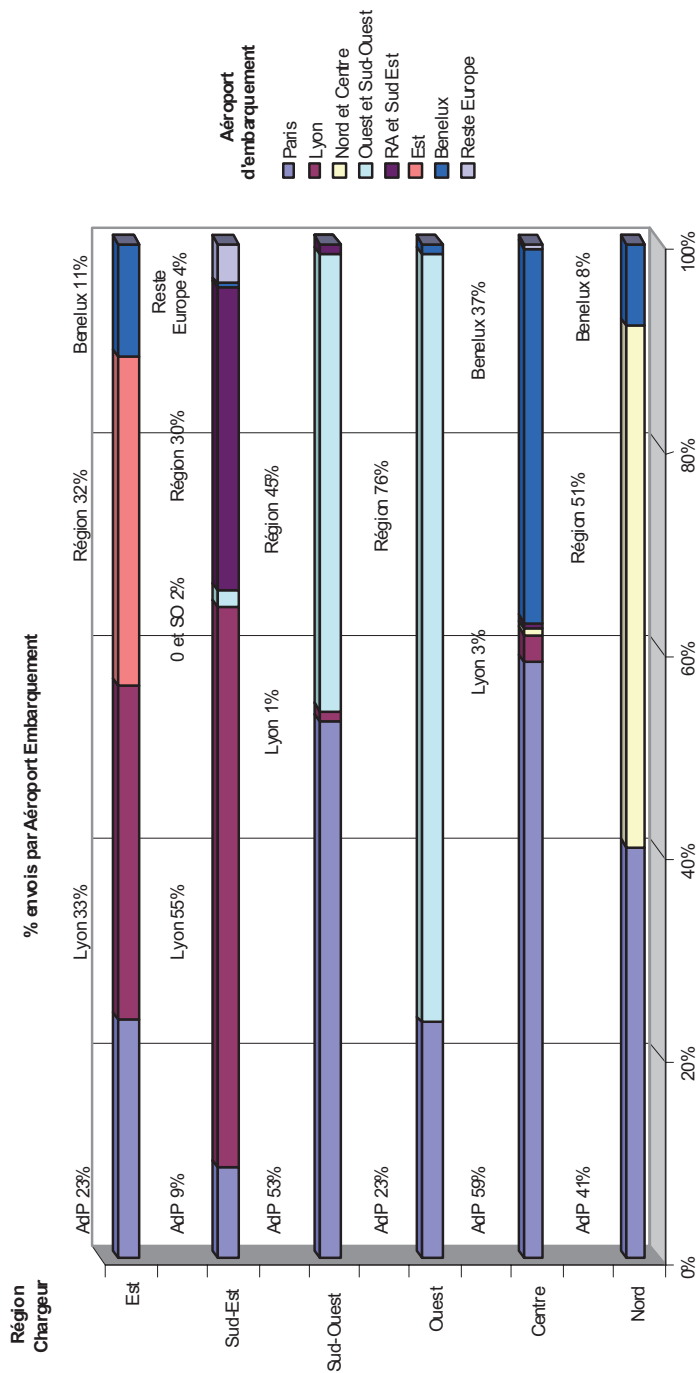
Tableau 7 : répartition des envois et des tonnages selon l'aéroport de premier chargement

Aéroports de premier chargement	% des envois	% des tonnages
ADP	35 %	47,5 %
Lyon-Saint-Exupéry	7,2 %	6,7 %
France Nord et Centre	24,3 %	1,46 %
France Ouest et Sud-Ouest	19,2 %	23,3 %
France Sud Est	1,7 %	2,5 %
France Est	3,9 %	9,4 %
Benelux	8,4 %	7,8 %
Reste Europe	0,35 %	1,4 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Ce poids des aéroports parisiens se traduit également par l'étendue de leur couverture régionale illustrée par la figure 3 qui donne pour chaque région d'origine la répartition des envois par grand aéroport ou région aéroportuaire d'embarquement. L'aire d'attraction des aéroports parisiens y apparaît très large et couvre l'ensemble des régions (59 % des envois au départ des régions du Centre dont l'Île de France, 53 % des envois en provenance du Sud-Est, 41 % des envois en provenance du Nord...) tandis que les aires d'attraction des aéroports lyonnais apparaissent plus rapprochées, limitées aux régions du Sud-Est et de l'Est (55 % et 3 % des envois de ces régions) et que les autres aéroports nationaux ont une dimension essentiellement locale. On note également la part relativement importante des aéroports du Benelux pour les envois au départ des régions du Nord, du Centre et de l'Est mais beaucoup moins sur les régions de l'Ouest ou du Sud-

Figure 3 : répartition des aéroports utilisés selon l'implantation des chargeurs



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Ouest plus éloignées ou celles du Sud Est pour lesquelles les aéroports lyonnais restent plus attractifs.

S'agissant des destinations desservies par ces aéroports, on note là aussi d'assez fortes spécificités qui sont illustrées par le tableau 8 qui permet de préciser par grande destination les principaux aéroports d'embarquement (pourcentages colonnes) et par le tableau 9 qui donne pour chaque aéroport la répartition géographique des trafics selon ces mêmes destinations (pourcentages lignes).

Il apparaît que les envois à destination des pays hors Europe passent en très large partie par Paris ou par les grands aéroports européens, beaucoup plus rarement par les aéroports lyonnais ou les autres aéroports régionaux ; la part des envois embarqués depuis Lyon pour des destinations reste monde ne représente dans l'enquête que 10 % des envois des aéroports lyonnais, cette part est de 3 % pour les autres aéroports régionaux, de 42 % pour les aéroports parisiens et de 38 % pour les aéroports européens dont il faut rappeler qu'il s'agit ici des trafics au départ d'établissements français (Tab. 8).

Tableau 8 : répartition des grandes régions de destination par aéroport ou zone aéroportuaire

Aéroport ou région d'embarquement	Destination des envois			
	Europe	Moyen-Orient et Afrique	Asie et Pacifique	Amérique
ADP	25,3 %	69,9 %	57 %	88,2 %
Lyon Saint-Exupéry	8,2 %	4,1 %	3,3 %	3,6 %
Reste de la France	59,7 %	15,6 %	9 %	5,4 %
Reste de l'Europe	6,8 %	10,4 %	30,7 %	2,7 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Les aéroports parisiens ressortent ainsi comme les principaux aéroports nationaux pour les destinations hors Europe. Les autres aéroports français sont principalement utilisés pour des envois vers l'Europe ; leur part qui est en grande partie liée au fret express y est par contre importante puisqu'ils traitent 67 % de ces envois européens (Tab. 9). La concurrence sur les destinations hors Europe s'exerce quant à elle avec les grands aéroports européens. On note à cet égard la part relativement importante des envois embarqués sur ces aéroports européens pour les destinations vers l'Asie et l'Océanie, même si les aéroports de Paris assurent la plus grande partie de ces envois (57 % des envois vers l'Asie ou l'Océanie au départ de Paris, 31 % au départ des autres plates-formes européennes). Les aéroports parisiens restent par contre largement prépondérants pour les envois à destination de l'Amérique (88 % des envois vers l'Amérique au départ de Paris, 3 % seulement au départ de plates-formes européennes).

Tableau 9 : répartition géographique des trafics des aéroports par destination géographique

Aéroport ou région d'embarquement	Destination des envois				
	Europe	Moyen-Orient et Afrique	Asie et Pacifique	Amérique	Total
ADP	57,7 %	5,9 %	14,8 %	21,6 %	100 %
Lyon Saint-Exupéry	89,9 %	1,7 %	4,1 %	4,3 %	100 %
Reste de la France	96,6 %	0,9 %	1,7 %	0,9 %	100 %
Reste de l'Europe	62 %	3,5 %	31,8 %	2,7 %	100 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La structure des trafics devient cependant sensiblement différente lorsqu'elle est exprimée non plus en nombre d'envois mais en tonnage. La structure en nombre d'envois reflète en effet en grande partie celle des trafics de la grande messagerie et des petits envois dont on a déjà pu constater (§ 3.2.) qu'ils étaient beaucoup plus tournés vers l'Europe (78 % des envois mais seulement 21 % des tonnages). Exprimée en tonnage, la part des envois vers le reste du monde devient plus conséquente y compris pour les aéroports nationaux autres que Paris et les spécialisations apparaissent de façon générale beaucoup moins marquées.

4.2. Aéroports de correspondance

Outre le passage par des aéroports d'embarquement différents des aéroports de prise en charge, l'acheminement des chaînes aériennes implique assez souvent le passage par des aéroports de correspondance entre deux avions. L'organisation de la chaîne dépend de la structure des envois en poids sur les relations origine-destination considérées. Les nombres d'observations de l'enquête ne permettent cependant pas d'analyse véritable et on retiendra simplement ici la moyenne observée tous envois confondus qui est de 0,25 aéroport de correspondance, ce qui implique de l'ordre de 1 envoi sur quatre en moyenne avec correspondance entre deux avions. Cette moyenne est de 0,33 soit 1 envoi sur trois pour la grande messagerie.

Les aéroports de correspondance les plus utilisés sont :

- Paris CDG : 55 % des envois
- Cologne/Bonn : 10 % des envois
- Bruxelles : 4 % des envois
- Les autres aéroports sont principalement Liège et Francfort.

Cela montre l'importance des hubs des expressistes FEDEX (à CDG), DHL (à Bruxelles), UPS (à Cologne) et TNT (à Liège). À l'exception de Liège dont le réseau ne couvre que l'Europe, l'Asie et l'Amérique du Nord, ces hubs attirent du trafic pour le monde entier.

Tableau 10 : transit des envois par des aéroports de correspondance

Aéroports de correspondance	Nombre d'observations	% d'observations	Nombre d'envois	% d'envois
Paris-CDG	48	19 %	2 326	55 %
Cologne-Bonn	55	22 %	417	10 %
Bruxelles	52	21 %	149	4 %
Autres	94	38 %	1 308	31 %
Total	249	100 %	4 200	100 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

5. Organisation du transport par les compagnies aériennes (hors envois par grande messagerie)

5.1. Répartition des envois entre grande messagerie et fret général

La répartition des envois et des tonnages entre le fret général et la grande messagerie est très révélatrice : 85 % des envois concernent la grande messagerie, mais les deux tiers des tonnages concernent le fret général. Ces deux marchés recouvrent en effet des réalités économiques et des poids d'envois très différents avec un poids moyen inférieur à 10 kg pour la grande messagerie tandis qu'il est de l'ordre de 200 kg pour le fret général mixte ou tout cargo. Cela indique bien la nécessité de raisonner dans les deux unités de mesure pour appréhender deux métiers dont les organisations sont totalement différentes.

Tableau 11 : type de trafic, grande messagerie ou fret général

Type de trafic	Nombre d'observations	% redressé d'envois	% redressé des tonnages
Grande messagerie	431	85 %	34,3 %
Fret général	463	15 %	65,7 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Les deux marchés n'ont pas été non plus enquêtés de la même façon. En effet il n'a pas été possible d'interroger directement les opérateurs de la grande messagerie du fait du très grand nombre d'envois traités et de la difficulté de rappeler trop souvent les mêmes opérateurs. Les caractéristiques des envois de ce segment de marché ont pu être renseignées comme pour tous les autres trafics à partir de l'interrogation des chargeurs, de même il a été possible de reconstituer le cheminement physique des envois à partir de l'interrogation des sites de suivi Web mis en place par les opérateurs pour leurs clients. Par contre il n'a pas été possible de reconstituer les aspects organisationnels de la chaîne ou les types de contrats. Les résultats présentés ci-après ne concernent de ce fait que les envois réalisés *en dehors de la grande messagerie* et pour lesquels la chaîne complète a pu être reconstituée, soit 378 observations.

5.2. Organisation du transport terrestre et types de contrat

Un des objectifs de la DGAC était de connaître les pratiques contractuelles entre les chargeurs et les prestataires de services, en particulier si le contrat de transport couvre l'ensemble des actes de porte-à-porte, et s'il contient des garanties de délais. Il s'agissait aussi à l'occasion de la reconstitution des chaînes de transport d'interroger les opérateurs aériens sur leur implication dans l'organisation des pré et post-acheminements terrestres et leur réalisation sous Lettre de Transport Aérien (LTA), ce qui permet de combler en partie les lacunes précédemment soulignées quant à la reconstitution des vols camionnés.

Les résultats montrent que pour 49 % des envois, la compagnie aérienne intervient en amont pour l'organisation du pré-acheminement terrestre qui est alors quasi systématiquement réalisé sous LTA, en vol camionné. Ces chiffres conduisent à un pourcentage moyen de l'ordre de 50 % d'envois sous LTA plus conforme à ce que l'on peut connaître du terrain que les 18 % déclarés par les chargeurs ou que les 5 % reconstitués à partir des fiches trajet. Les compagnies aériennes interviennent également de manière majoritaire pour traiter le passage aéroportuaire (dans 63 % des cas au départ et 49 % à l'arrivée).

Le post-acheminement est par contre moins souvent organisé par les compagnies (20 % des envois). On peut y voir la conséquence d'une moindre capacité des compagnies européennes à organiser la liaison routière entre aéroports hors d'Europe, faute de disposer des droits de trafic correspondants, conjuguée peut-être avec la moindre propension qu'en France à recourir au transport sous LTA au niveau de certains pays de destination. Le petit nombre d'envois observés avec post-acheminement organisé par la compagnie aérienne se partage également entre post-acheminements sous LTA et autres, sans que l'on puisse s'autoriser à extrapoler ce résultat.

S'agissant des contrats, il est significatif de constater que 44 % des contrats de transport ne couvrent que les trajets entre aéroports, ce qui tend à prouver que le chargeur ou le destinataire prend une part active au pré et post-acheminement (Tab. 12).

Tableau 12 : garantie contractuelle de transport bout en bout

Types de contrat de transport	% des envois
– d'aéroport à aéroport	44 %
– de bout en bout partiel	21 %
– de bout en bout complet	24 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Ces organisations mises en place par les compagnies seraient à analyser plus en détail en fonction des caractéristiques des chargeurs et de leurs envois. Elles dépendent également des aéroports d'embarquement et on constate à cet égard une implication plus forte des compagnies aériennes dans l'organisation

des pré-acheminements des envois embarqués à partir de Paris et plus encore à partir des autres grandes plates-formes européennes. On constate également que, pour le fret général, la garantie intégrale de délai ne couvre que 13 % des envois (Tab. 13). Cela correspond à ce que l'on sait par ailleurs de l'activité fret d'Air France. Mais ce segment, minoritaire, représente une grande part du chiffre d'affaires.

Tableau 13 : garantie contractuelle des délais

Types de garanties de délai	% des envois
Pas de délai garanti	57 %
Délais garantis en partie	30 %
Délais garantis en totalité	13 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

5.3. Types de vol en nombre d'envois et de tonnes (envois hors grande messagerie)

Pour le fret général, il était important pour la DGAC de vérifier la part de trafic assurée en avion cargo et en avion de passagers. On constate que le recours aux soutes des avions de passagers est toujours très prépondérant, que ce soit en nombre d'envois ou en tonnage : plus des deux tiers des envois et près des trois quarts des tonnages (Tab. 14). La part plus importante observée en tonnage plutôt qu'en envois est par contre plus surprenante et à interpréter avec prudence compte-tenu du nombre d'observations. Il se peut aussi que le poids moyen de l'envoi plus faible dans les avions cargo s'explique en partie par une question de volume, car on embarque dans des avions cargo des produits que l'on ne peut pas mettre dans des soutes d'avions de passagers en raison de leur encombrement.

Tableau 14 : type de vol mixte ou cargo

Type de vols	Nombre d'observations	% des envois	% des tonnages
Régulier mixte	183	68 %	74,5 %
Régulier Cargo	120	32 %	25,5 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

5.4. Conditionnement des envois (envois hors grande messagerie)

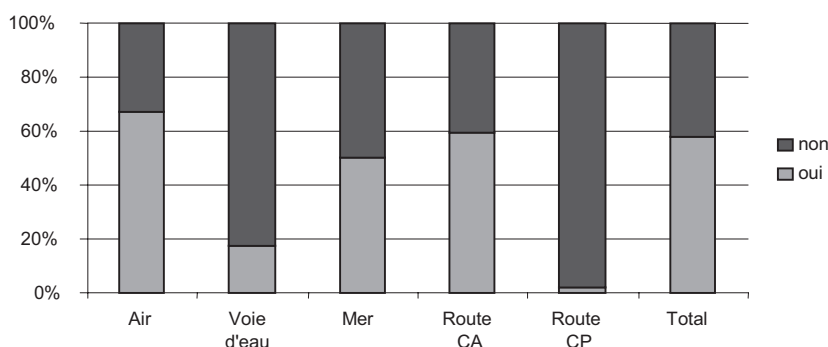
Le conditionnement en vrac ou en conventionnel apparaît comme la principale modalité avec 66 % des envois et 51 % des tonnages. Le conteneur aérien est encore peu fréquent, il représente de l'ordre de 7 % des envois et de 2 % des tonnages tandis que la palette représente 27 % des envois et 47 % des tonnages. Les écarts observés entre les répartitions en nombre d'envois ou en

tonnage reflètent là encore des différences de poids assez nettes selon le type de conditionnement, les poids et les volumes les plus élevés étant notamment observés pour les palettes aériennes beaucoup plus importantes que les palettes terrestres.

5.5. Prestations logistiques annexes et durées

L'enquête ECHO permet également d'identifier les différentes prestations logistiques annexes effectuées tout au long du transport de l'envoi. Le graphe ci-après (Fig. 4) met ainsi en évidence l'importance du suivi informatique des envois que l'on retrouve pour tous les modes et particulièrement pour les envois aériens pour lesquels la prestation est mentionnée dans plus de 60 % des cas pour les envois hors grande messagerie seuls concernés par l'analyse. Calculé sur l'ensemble des envois ce pourcentage serait encore beaucoup plus important dans la mesure où le suivi informatique des envois est de fait le cas général pour la grande messagerie.

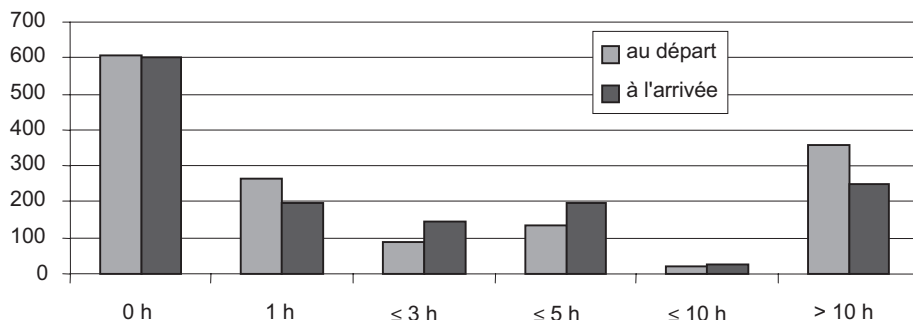
Figure 4 : suivi informatique de l'envoi selon les modes de transport



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

On ne détaillera pas ici les différents autres types de prestations réalisées pour lesquelles on pourra se reporter aux rapports déjà publiés. On présentera par contre la durée de ces prestations réalisées au départ ou à l'arrivée des trajets aériens et qui sont une composante importante du temps total de transport. L'unité d'observation est ici le trajet et les résultats sont présentés en nombre redressé de trajets envois (Fig. 5). Pour beaucoup de ces trajets, les intervenants ont déclaré ne pas avoir fait de prestation spécifique et le temps est donc nul (41 % au départ, 42 % à l'arrivée). Pour les autres, les résultats montrent des durées plus souvent comprises entre 1 heure et 5 heures mais avec une part également importante, plus du tiers des trajets concernés, pour lesquels ce temps dépasse 10 heures et illustre bien le fait que l'essentiel du temps de transport reste lié aux opérations logistiques.

Figure 5 : trajets aériens : durée des prestations réalisées au départ et/ou à l'arrivée



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Conclusion

L'enquête ECHO donne un aperçu des modalités de transport du fret aérien, dont les statistiques ne peuvent pas rendre compte. On citera ainsi le rôle des agents de fret mis en valeur pour les envois de fret aérien dit général où si le client choisit le mode de transport, c'est en général l'agent de fret qui se charge des détails de la réalisation : choix de la compagnie, de l'aéroport d'embarquement. On note également l'importance du rôle joué par les compagnies aériennes qui organisent dans la moitié des cas le pré acheminement routier sous le régime de la Lettre de Transport Aérien.

L'enquête confirme par ailleurs la très forte valeur unitaire des envois, et leur petite taille mais elle montre aussi une grande dispersion de ces caractéristiques avec également des envois lourds de plus d'une tonne. Outre les caractéristiques des envois et des chargeurs qui recourent à l'aérien, ce sont les conditions d'acheminement des envois qui sont décrites et qui montrent l'importance du passage par les hubs aériens et l'étendue des aires d'attraction des aéroports parisiens mais aussi, pour certaines destinations comme l'Asie, des grands aéroports européens.

Elle permet enfin de donner des informations peu connues par ailleurs sur les caractéristiques des vols et indique que la majorité des envois en fret général sont expédiés en soute d'avions mixtes, confirmant ainsi que ce fret est indissociable du transport de passagers, dont il constitue un supplément appréciable. On retiendra enfin l'importance prise par la grande messagerie et les intégrateurs qui représentent 85 % des envois aériens.

La partie urbaine de la chaîne de transport : premiers enseignements tirés de l'enquête ECHO

Laetitia Dablanc

INRETS-SPLOTT – ENPC

19 rue Alfred Nobel

77455 Marne-la-Vallée Cedex

laetitia.dablanc@inrets.fr

Jean-Louis Routhier

LET – Laboratoire d'Économie des Transports – ISH

14 avenue Berthelot

69363 Lyon cedex 07

jean-louis.routhier@let.ish-lyon.cnrs.fr

Résumé

Cet article fait le point sur les premiers enseignements tirés de l'enquête ECHO en ce qu'elle concerne la partie urbaine. Dans ECHO, plus de 70 % des envois expédiés l'ont été par un établissement situé dans une agglomération, et la proportion est comparable pour les envois reçus. L'enquête ECHO apporte d'autres éléments qui complètent utilement les enquêtes « Marchandises en ville », notamment sur les comparaisons temporelles, sur les particularismes des petites agglomérations d'une part et de Paris d'autre part, et sur les livraisons à domicile.

Cet article fait le point sur les premiers enseignements tirés de l'enquête ECHO en ce qu'elle concerne la partie urbaine. Les résultats présentés ici proviennent à titre principal d'une exploitation faite en 2006 par E. Beaudoux, étudiant statisticien à l'université de Paris Dauphine³¹, à laquelle nous renvoyons pour les résultats détaillés. Des exploitations plus exhaustives sont en cours. Menées conjoint-

³¹ E. Beaudoux, Exploitation de l'enquête ECHO sur le transport de marchandises en milieu urbain. Mémoire de stage MST MPM 2^e année, Université Paris Dauphine, septembre 2006. Encadrants INRETS : M. Guilbault, L. Dablanc. Encadrant LET : JL Routhier.

tement par le LET et par l'INRETS/SPLOTT elles devront permettre de vérifier un certain nombre d'informations issues de cette première exploitation, et de traiter des champs non encore étudiés (voir annexe). Les résultats de l'exploitation d'E. Beaudoux ont été présentés pour les trois catégories d'agglomérations suivantes : les agglomérations inférieures à 100 000 habitants, les agglomérations de plus de 100 000 habitants à l'exception de l'agglomération parisienne, et l'agglomération parisienne.

Cet article vise à répondre à deux interrogations. Nous nous sommes d'abord interrogés sur la comparabilité des résultats d'ECHO et des enquêtes « TMV » (enquêtes transports de marchandises en ville, 1995-1997, LET)³² d'une part. Nous avons d'autre part cherché à évaluer l'apport de l'enquête ECHO à la compréhension des *évolutions* des mouvements de biens au sein des agglomérations : nous avons tenté en effet de mettre en parallèle les résultats urbains de l'enquête « chargeurs » de 1988³³, et ceux de l'enquête ECHO de 2004.

1. Enquêtes TMV : quelques résultats

Le transport des marchandises correspond à environ 20 à 25 % des véh.km équivalent voiture particulière d'une agglomération, dont 55 % relèvent des achats motorisés des ménages, et 45 % des livraisons et approvisionnements des établissements ou des chantiers urbains. Le nombre de livraisons et d'enlèvements quotidiens dans une grande ville dépend fortement de la structure économique de la ville (le type et le nombre d'entreprises et de services qui s'y trouvent), et beaucoup moins de ses caractéristiques géographiques, physiques ou urbanistiques : ainsi, quelle que soit la taille ou la localisation de la ville, le ratio de génération de flux de marchandises d'une boulangerie, d'une pharmacie, d'un entrepôt, d'une agence bancaire... varie assez peu d'une ville à une autre. Le fonctionnement logistique, par secteur économique, est en effet remarquablement homogène à travers l'espace national. Aussi, lorsque le tissu économique est, globalement, relativement comparable entre plusieurs villes (ce qui est le cas des trois grandes agglomérations étudiées par les enquêtes TMV), ces agglomérations ont un ratio moyen de génération de mouvements de marchandises très semblable. Ainsi il a été calculé que les agglomérations de Dijon, Marseille et Bordeaux généraient chacune, peu ou prou, *une livraison (ou enlèvement) par semaine et par emploi*. D'autres comportements invariants au sein d'un même type d'activité ont été révélés par ces enquêtes notamment en ce qui concerne les modes d'organisation (choix du type de véhicule, approvisionnement en tournées ou traces directes) ou encore la part du compte propre et du compte d'autrui.

³² JL Routhier, Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine. Centre de Prospective et de veille scientifique. 2002. 67 p

³³ Une exploitation urbaine de l'enquête « chargeurs » de 1988 a été effectuée par JG Dufour et par le cabinet CISIA en 1994. Programme « transport des marchandises en ville », une exploitation de l'enquête « chargeurs » de l'INRETS, Dossiers du CERTU Déplacements urbains, novembre 1994. L'exploitation demandée à E. Beaudoux en 2006 reposait sur les catégories de questions dégagées par JG Dufour en 1994 afin de permettre la comparabilité des deux enquêtes.

2. L'enquête ECHO et le milieu urbain

Ce que nous entendons par exploitation *urbaine* de l'enquête ECHO correspond au traitement des résultats concernant les *envois émis ou reçus par un établissement situé au sein d'une agglomération*. Ils concernent donc des chaînes entrant, sortant ou internes à une agglomération. Les envois qui ont transité³⁴ par une agglomération ont été traités à part dans l'exploitation de E. Beaudoux, et ne sont pas évoqués ici.

L'agglomération est ici prise au sens de l'INSEE d'unité urbaine, soit une commune (ou un ensemble de communes) qui comporte sur son territoire une zone bâtie d'au moins 2 000 habitants où aucune habitation n'est séparée de la plus proche de plus de 200 mètres, et où, en outre, chaque commune concernée possède plus de la moitié de sa population dans cette zone bâtie.

Définie de la sorte, la part concernée par l'urbain des envois étudiés dans l'enquête ECHO est très loin d'être négligeable. En effet (données redressées) :

- 72 % des envois de l'enquête ECHO sont issus d'une agglomération ;
- 73 % des envois de l'enquête ECHO sont reçus dans une agglomération.

Notons dès à présent des asymétries d'information entre les envois reçus et les envois expédiés : dans l'enquête ECHO, les émissions urbaines des *petits* établissements (établissements de moins de 10 salariés) ne sont pas prises en compte, alors que de leur côté les résultats concernant les réceptions urbaines sont théoriquement plus complets puisque la chaîne est étudiée de bout en bout, quelle que soit la taille du destinataire final. Il faut néanmoins constater que dans ce dernier cas, les résultats peuvent être minorés par les « pertes en ligne » de l'enquête. Des envois bien suivis jusqu'à une plate-forme d'éclatement en entrée de ville risquent d'être, une fois éclatés, recomposés et diffusés vers les clients finaux, alors qu'ils sont perdus de vue par l'enquêteur.

L'enquête ECHO présente un certain nombre d'autres limitations vis-à-vis du milieu urbain qui doivent être rappelées ici. Le champ de l'enquête ne concerne que les envois de plus de 1 kg effectués par des établissements industriels ou commerciaux (de gros et de vente à distance) de plus de 9 salariés. Il exclut par ailleurs les gravats, les déchets, ainsi que les émissions de marchandises effectuées par les activités de services et, nous venons de le voir, par les établissements de moins de 10 salariés.

Ces restrictions minorent notamment les flux *internes* aux agglomérations.

3. Envois et tonnages par habitant et par an

Malgré les restrictions rappelées plus haut, signalons les principaux résultats offerts par l'exploitation faite en 2006 de la partie urbaine de l'enquête ECHO.

³⁴ La notion de transit ici inclut au moins un arrêt dans l'agglomération.

Les envois émis par habitant et par an sont au nombre de 11,4. Ce chiffre était considérablement inférieur en 1988, à base de comparaison équivalente : 5,7 envois par habitant et par an étaient alors émis. Entre l'enquête chargeurs de 1988 et l'enquête ECHO de 2004, le nombre d'envois, par habitant, liés aux agglomérations a doublé.

En ce qui concerne les tonnages, le nombre de tonnes émises par habitant et par an est de 10, un chiffre resté stable par rapport à 1988. La différence des évolutions entre nombre d'envois et nombre de tonnes (ramenés au nombre d'habitant) confirme le *fractionnement des envois* qui a été à l'œuvre ces dernières années.

Par établissement industriel et de commerce de gros de plus de 10 salariés,, le nombre d'envois émis en 2004 est de 13629, contre 5180 en 1988. Chaque établissement urbain a émis cette même année 12406 tonnes, contre 9730 en 1988. Le tonnage émis par établissement a donc augmenté (contrairement au tonnage émis par habitant), même s'il a augmenté beaucoup moins vite que le nombre d'envois. Pour les établissements également, il y a eu processus de fractionnement des envois.

4. Types de destinataires et d'émetteurs urbains

Quels sont les secteurs qui réceptionnent les envois urbains ? On trouve la décomposition suivante des destinataires :

- 22,5 % des envois sont reçus par des commerçants/artisans
- 23 % par des activités de service (47 % pour l'agglomération parisienne)
- 17 % par l'industrie et le BTP
- 14 % par la grande distribution et la vente à distance
- 14,5 % par le commerce de gros
- 9 % par les particuliers.

Les parts de l'industrie et du commerce de gros ont diminué entre 1988 et 2004, au profit notamment de celle des activités de service (les autres secteurs sont restés stables). Notons cependant qu'il y a beaucoup moins de non réponses sur la structure des destinataires en 2004 qu'en 1988, ce qui peut perturber les comparaisons.

La part des commerçants/artisans apparaît relativement faible par rapport aux enquêtes TMV (il s'agit probablement de la « perte en ligne » inhérente à la méthode d'enquête qui ne prend pas en compte les envois réalisés par des commerces ou des services vers d'autres commerces ou des services).

Quels sont les secteurs qui émettent les envois urbains ?

- 33 % des envois sont émis par le commerce de gros de biens de consommation
- 14 % par le commerce de gros de biens alimentaires

- 14 % par le commerce de gros de biens de production
- 12 % par l'industrie de biens de consommation
- 9 % par l'industrie de biens de production

La part du commerce de gros de biens de production a augmenté entre 1988 et 2004, celle des activités industrielles a baissé, les parts des autres secteurs sont restées stables. Rappelons que par construction, beaucoup d'envois urbains échappent à l'enquête (notamment les établissements de moins de dix salariés).

5. Passages par une plate-forme

L'une des questions les plus intéressantes dans l'analyse du transport de marchandises en ville, notamment du trafic entrant, est le passage ou non par une plate-forme d'éclatement située aux portes de la ville. Ce passage conditionne bien souvent le type de véhicules utilitaires qui circule en ville (camions ou camionnettes) et les conditions (heure de la journée, fréquence, dévolution ou non à un sous-traitant) de la livraison.

Tableau 1 : part des envois émis et reçus passant par une plate-forme située à l'intérieur de l'agglomération

	Envois émis passant par une plate-forme à l'intérieur de l'agglomération	Envois reçus passant par une plate-forme à l'intérieur de l'agglomération
Agglomérations < 100 000 hab.	64 %	24 %
Agglomérations > 100 000 hab.	69 %	51 %
Paris (agglo)	85 %	62 %
Total	68 %	42 %

Source : Enquête ECHO, 2004, Inrets

Les passages par une plate-forme ont considérablement augmenté entre 1988 et 2004. Les taux de passage par plate-forme mentionnés dans le tableau 1 paraissent très élevés par rapport aux enquêtes TMV. Les deux enquêtes restent cependant sur ce point, difficiles à comparer, notamment pour les émissions urbaines pour lesquelles l'enquête ECHO ne prend en compte que les « gros » chargeurs.

6. Les livraisons aux particuliers

L'enquête ECHO a inclus la vente à distance parmi les établissements chargeurs enquêtés (avec cependant un nombre restreint d'envois concernés). On constate en 2004 que 9 % des envois urbains sont réceptionnés par des particuliers, catégorie qui n'apparaissait pas en 1988. L'exploitation faite par E. Beaudoux

reste cependant à affiner. Les résultats pour l'agglomération parisienne paraissent très minorés par rapport à d'autres sources. Notons que, afin de rester sur des bases comparables avec l'enquête de 1988, les colis postaux n'ont pas été pris en compte dans l'exploitation effectuée par E. Beaudoux.

Conclusion

L'enquête ECHO de 2004 apporte beaucoup d'enseignements pour la partie urbaine, et apparaît plus complète que l'enquête chargeurs de 1988, notamment parce que la vente à distance est intégrée ainsi que les colis postaux (même si ces derniers n'ont pas été pris en compte dans cette première exploitation).

L'autre enseignement principal provient de la comparaison que l'enquête ECHO 2004 permet entre l'agglomération parisienne, les agglomérations de 100 000 habitants et plus et les petites agglomérations. Les enquêtes TMV n'ont, pour leur part, concerné que les grandes agglomérations françaises (> 200 000 hab.), excluant les agglomérations moyennes et petites d'une part, et Paris d'autre part. Ces enquêtes avaient montré une grande homogénéité des chaînes logistiques (par secteur d'activité) d'une ville à une autre. L'enquête ECHO semble montrer que ce caractère homogène n'est pas forcément vérifié pour les agglomérations plus petites ou à l'inverse pour l'agglomération parisienne. Ceci incitera peut-être, lors du renouvellement des enquêtes TMV (voir ci-dessous), à choisir des terrains d'enquête correspondant à des villes de taille plus diversifiée que cela n'était le cas en 1995-1997.

L'exploitation d'ECHO faite en 2006 par E. Beaudoux est une première exploration, elle offre des pistes de recherche qui doivent être approfondies. Un travail collectif entre le LET et l'INRETS/SPLOTT vient de débiter pour explorer de façon exhaustive toute la richesse des données issues de l'enquête ECHO, comme le type de conditionnement, le type de véhicules, les relations de sous-traitance, les poids moyens et médians des envois selon les secteurs et les tailles d'agglomérations, etc. (voir annexe).

L'enquête ECHO n'est cependant pas conçue spécifiquement pour le milieu urbain, et les informations qu'elle fournit resteront nécessairement partielles. ECHO ne saurait remplacer les enquêtes TMV. Or celles-ci, qui datent de 1995-1997, doivent impérativement être renouvelées tant l'économie urbaine a connu des changements profonds en une décennie.

Références

Beaudoux E. (2006). Exploitation de l'enquête ECHO sur le transport de marchandises en milieu urbain. Mémoire de stage MST MPM 2^e année, Université Paris Dauphine, septembre 2006.

- Dablanc L. (2007). Goods transport in large European cities: Difficult to organize, difficult to modernize, *Transportation Research Part A*, 41, 280–285
- Dufour J.G. (1994). Programme « transport des marchandises dans la ville ». Une exploitation de l'enquête « chargeurs » de l'INRETS, Série Déplacements urbains, Dossiers, n° 64 Lyon, CERTU.
- Routhier J.L. (2002). Du transport de marchandises en ville à la logistique urbaine. Centre de Prospective et de veille scientifique. 67 p.

Annexe

Objectifs et méthodologie de l'exploitation urbaine d'ECHO (Projet proposé à la DGITM/Ministère chargé des transports et démarré en octobre 2009)

Contexte et objet de l'étude

L'enrichissement des problématiques sur le transport urbain de marchandises nécessite une connaissance fine des flux et de leurs déterminants économiques à laquelle l'enquête ECHO peut participer en complément des grandes enquêtes spécifiquement urbaines réalisées par le laboratoire d'économie des transports (LET) pour le programme national « marchandises en ville ». De premiers échanges ont eu lieu entre l'INRETS et le LET sur ces thèmes et une première exploitation a été réalisée afin d'explorer les possibilités d'analyse.

La recherche proposée par l'INRETS et le LET porterait notamment sur l'identification des flux entrant et sortant des agglomérations et une typologie des chaînes logistiques.

Résultats attendus

Éclairage statistique des types de chaînes rencontrées par grandes catégories d'agglomérations (moins de 100 000 habitants, plus de 100 000 habitants et agglomération parisienne). Comparaisons avec l'enquête chargeurs de 1988 et les enquêtes TMV.

Méthodologie envisagée

Quatre directions sont retenues :

(1) Identification du maillon qui arrive ou provient d'une agglomération, selon 3 zones concentriques (centre urbain, première couronne et périphérie) afin de recenser envois et réceptions en fonction du produit, de la nature du local, du mode d'expédition et de gestion, des types de véhicule, du taux de charge etc.

(2) Suivi des chaînes logistiques afin de déterminer les étapes en aval ou en amont de la ville (locaux utilisés, localisation de ces locaux, acteurs impliqués) et recherche d'une typologie des chaînes selon que ces chaînes :

- aboutissent dans un entrepôt qui fait de l'éclatement,
- arrivent directement au destinataire final,
- vont être transformées avec changement de conditionnement, (préparations de commande...)
- etc.

(3) Analyse du cheminement des envois : distances parcourues hors et dans l'agglomération, modes et types de véhicules sur chaque segment... à croiser avec le taux de charge, le mode de gestion

Ces analyses seront réalisées autant que possible par grands secteurs d'activité.

(4) Exploration qualitative, compte tenu du faible nombre de données, des chaînes liées à la vente à distance.

Ce travail nécessite notamment l'ajout à la base ECHO de données relatives à la définition des 3 zones concentriques urbaines et au calcul des distances urbaines que le LET pourra apporter à partir de ses propres bases.

5^e partie

Approfondissements thématiques

Chaînes organisationnelles et relations mandatant-mandaté

Odile BREHIER

Centre d'Études Techniques de l'Ouest

Rue René Viviani – BP 46223

44262 NANTES CEDEX 2

odile.brehier@equipement.gouv.fr

Résumé

L'enquête ECHO, qui assure le suivi des envois du chargeur au destinataire, permet de reconstituer les organisations mises en place pour le transport de marchandises. L'étude des caractéristiques d'envoi pour différents types de chaînes organisationnelles permet ainsi de mieux cerner les conditions du recours au compte propre ou à la grande messagerie, et met en évidence les facteurs de complexification des chaînes. Pour préciser ces observations, la seconde partie de l'analyse distingue différents types de mandats, en s'intéressant en particulier aux cas des organisateurs fret et de la sous-traitance.

Introduction

Cette analyse s'appuie sur la reconstitution des chaînes organisationnelles du transport de marchandises permise par l'enquête ECHO : le suivi des envois du chargeur au destinataire, jusqu'aux frontières de l'ancienne Europe des quinze, permet en effet de décrire l'ensemble des intervenants de la chaîne de transport, leur rôle dans l'acheminement des marchandises et les relations qu'ils entretiennent entre eux.

Dans un premier temps, l'analyse vise à mieux appréhender les déterminants de l'organisation de la chaîne de transport. Pour cela, on se base sur une typologie des chaînes organisationnelles qui distingue notamment compte propre, compte d'autrui avec un ou plusieurs opérateurs et grande messagerie, l'objectif étant d'étudier les caractéristiques des envois et des établissements chargeurs afin de mieux cerner le domaine de pertinence de chaque type de chaîne et de dégager les grandes tendances. L'analyse s'attache ensuite à affiner ces observations en s'intéressant à la caractérisation des relations mandatant-mandaté. Pour cela,

différents types de mandats sont identifiés, notamment dans le but de préciser les conditions du recours aux organisateurs fret et à la sous-traitance.

1. Première approche des chaînes organisationnelles

1.1. Une typologie en cinq classes

La première partie de l'analyse s'intéresse aux chaînes organisationnelles des envois, qui rendent compte du nombre d'opérateurs intervenant dans l'acheminement de la marchandise et des relations qu'ils entretiennent entre eux. En partant du donneur d'ordre initial, qui peut être le chargeur ou le destinataire, chaque envoi est ainsi caractérisé par la hiérarchie mandataire-mandaté des opérateurs établie en fonction :

- de la nature du donneur d'ordre selon que les opérateurs ont été directement mandatés par le chargeur ou le destinataire (opérateurs de « rang 1 ») ou qu'ils ont été mandatés par un autre prestataire (opérateurs de « rang $n + 1$ »)
- et de leur statut de « simple prestataire » ou de « donneur d'ordre » selon qu'ils ont réalisé eux-mêmes l'ensemble des prestations pour lesquelles ils avaient été mandatés ou qu'ils les ont confiées pour tout ou partie à un autre prestataire.

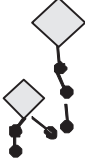
La typologie retenue pour cette analyse propose ainsi un découpage en 5 grandes classes (Fig. 1) :

- La classe 1, la plus simple, regroupe les chaînes sans opérateur transport ou logistique qui sont réalisées entièrement en compte propre par le chargeur ou le destinataire. Ces chaînes représentent 30,7 % des envois et 29,5 % des tonnages.
- La classe 2 regroupe les chaînes faisant intervenir un seul opérateur transport directement contacté par le chargeur ou le destinataire. C'est la classe la plus fréquente ; elle représente 33,7 % des envois et 52,7 % des tonnages.
- La classe 3 regroupe des chaînes avec deux opérateurs dont le premier opérateur est directement contacté par le chargeur ou le destinataire et confie au second tout ou partie des prestations qu'il avait en charge. Ces chaînes mandataire-mandaté simple représentent 10,1 % des envois et 8,3 % des tonnages. Il est à souligner que les relations entre ces deux opérateurs peuvent être des relations de sous-traitance mais pas uniquement : il peut s'agir aussi d'opérateurs appartenant à la même entreprise, le premier établissant passant relais au second sans qu'il y ait sous-traitance ; ce peut être aussi l'exemple de l'opérateur organisateur de fret (commissionnaire, mandataire...) qui passe contrat au transporteur.
- La classe 4 regroupe des chaînes impliquant plus de deux opérateurs, dont des opérateurs de rang 1 directement contactés par le chargeur ou le desti-

nataire et des opérateurs de rang $n + 1$, et pour lesquelles chaque opérateur mandate un ou plusieurs autres opérateurs. Ces chaînes qui intègrent des relations mandant-mandaté en ligne ou en arborescence représentent 6,7 % des envois et 5,7 % des tonnages.

- La classe 5 réunit les chaînes de la grande messagerie pour lesquelles la reconstitution des chaînes modales a été faite à partir du suivi web des envois ou d'hypothèses moyennes recueillies auprès des opérateurs. Elle ne permet donc pas de reconstituer en détail les chaînes organisationnelles dont le modèle se rattache pour l'essentiel aux deux classes précédentes. Ces chaînes représentent 17,2 % des envois et 1,5 % des tonnages.

Figure 1 : typologie des chaînes organisationnelles

	Exemples	Envois (milliers)	Tonnes (milliers)
1. Compte propre chargeur ou destinataire		218 927 (30,7%)	263 683 (29,5%)
2. Un seul opérateur		240 492 (33,7%)	471 407 (52,7%)
3. Deux opérateurs chaîne mandant-mandaté simple		72 015 (10,09%)	73 964 (8,27%)
4. Plus de deux opérateurs chaîne mandant-mandaté simple ou avec arborescence		48 088 (6,7%)	59 915 (5,7%)
5. Grande messagerie		122 696 (17,2%)	13 467 (1,5%)

Source : Enquête ECHO, 2004, Inrets

Pour compléter la description des chaînes organisationnelles reconstituées par l'enquête ECHO, il faudrait ajouter une dernière classe qui regroupe les chaînes faisant intervenir plusieurs opérateurs directement contactés par le chargeur ou le destinataire ; ces configurations sont cependant très peu fréquentes (seuls 1,6 % des envois sont concernés) et n'ont donc pas été retenues pour l'analyse pour des questions de représentativité.

Ces chaînes organisationnelles ont été reconstituées uniquement pour les maillons ouest-européens de la chaîne. La limitation est double, elle porte sur la nationalité des opérateurs (seuls ont été interrogés les opérateurs ouest-européens), et sur l'arrêt de la chaîne au-delà de la frontière ouest-européenne.

Par ailleurs, les résultats sur les chaînes organisationnelles ne portent que sur les chaînes non chutées pour lesquelles le terrain a permis de procéder à une reconstitution complète par rapport à cet espace ouest européen, soit 9 742 chaînes sur un total de 10 462 envois. Ces remarques vont dans le sens d'une sous-estimation probable des chaînes organisationnelles les plus complexes.

1.2. Caractéristiques d'envoi et répartition des chaînes organisationnelles

Le croisement de la typologie des chaînes organisationnelles avec différentes caractéristiques d'envoi permet de mieux appréhender le domaine de pertinence de chaque type de chaîne. Pour commencer, l'analyse s'intéresse à l'activité de l'établissement chargeur. Pour cela, les établissements enquêtés ont été regroupés en 9 groupes d'activité :

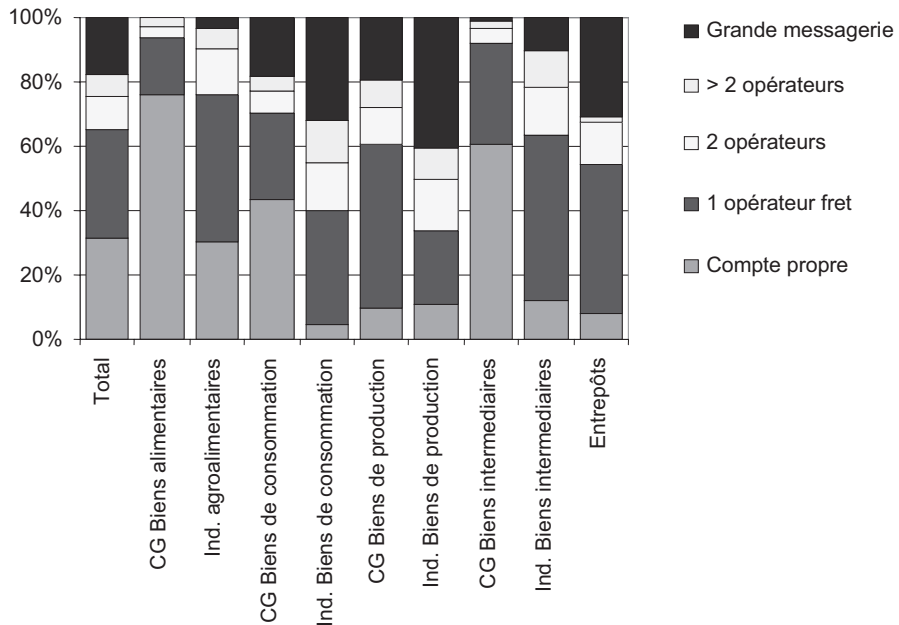
- Industrie de biens intermédiaires
- Commerce de gros de biens intermédiaires
- Industrie de biens de production
- Commerce de gros de biens de production
- Industrie agroalimentaire
- Commerce de gros de biens alimentaires
- Industrie de biens de consommation
- Commerce de gros de biens de consommation
- Entrepôts

Le graphique de la figure 2 montre que les organisations mises en place pour l'acheminement des envois est lié dans une certaine mesure à l'activité de l'établissement chargeur.

La part du compte propre est très variable selon les groupes d'activité, en particulier lorsque l'on compare commerces de gros et industries du même type de biens. Cela est particulièrement sensible pour les grossistes de biens alimentaires et de biens intermédiaires, pour lesquels le compte propre concerne respectivement 75 % et 60 % des envois. D'une manière générale, les commerces de gros ont davantage recours au compte propre car ils sont par nature, à même de générer des flux importants et réguliers, propices à ce type d'organisation. D'autre part, leur métier étant l'intermédiation entre les industries et les détaillants, le transport est une activité importante pour eux.

On note également que la grande messagerie ne concerne pas ou peu les établissements de commerces de gros de biens alimentaires et intermédiaires et de l'industrie agroalimentaire, les contraintes de transport liées aux produits

Figure 2 : répartition des chaînes organisationnelles selon les groupes d'activité de l'établissement chargeur



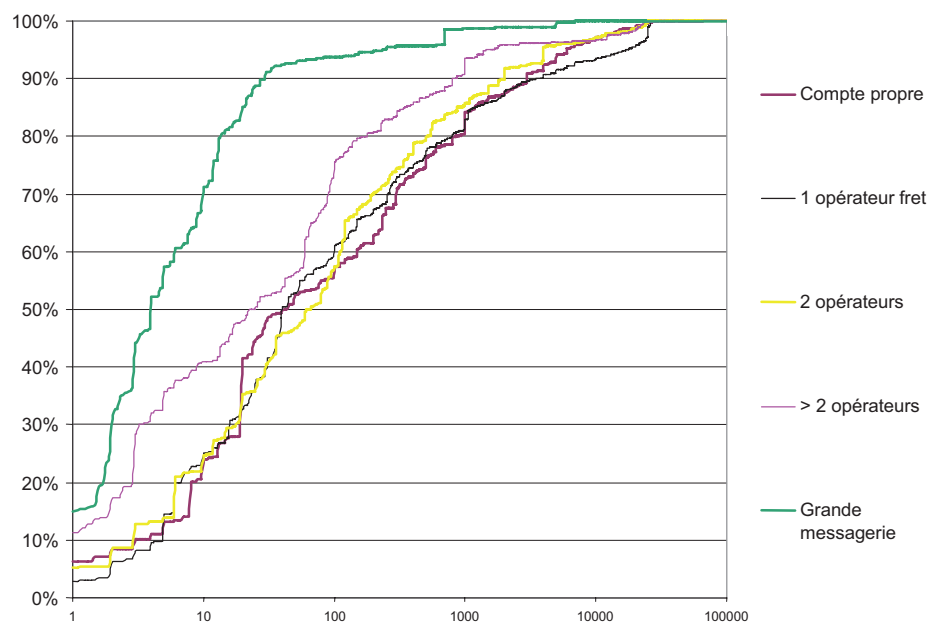
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

transportés ne correspondant pas à l'organisation de la messagerie. A contrario, les biens de consommation et de production s'adaptent mieux à cette organisation, et les industries de ce type de biens y ont particulièrement recours.

Concernant le poids des envois, la messagerie se distingue par des poids unitaires plus faibles : 70 % des envois pèsent moins de 10 kg et près de 95 % des envois restent inférieurs à 100 kg (Fig. 3). Pour les autres types de chaînes, les poids unitaires médian et la distribution des poids varient relativement peu, avec tout même des poids unitaires globalement plus importants pour le compte propre et les chaînes simples que pour les chaînes plus complexes (avec plus de deux opérateurs).

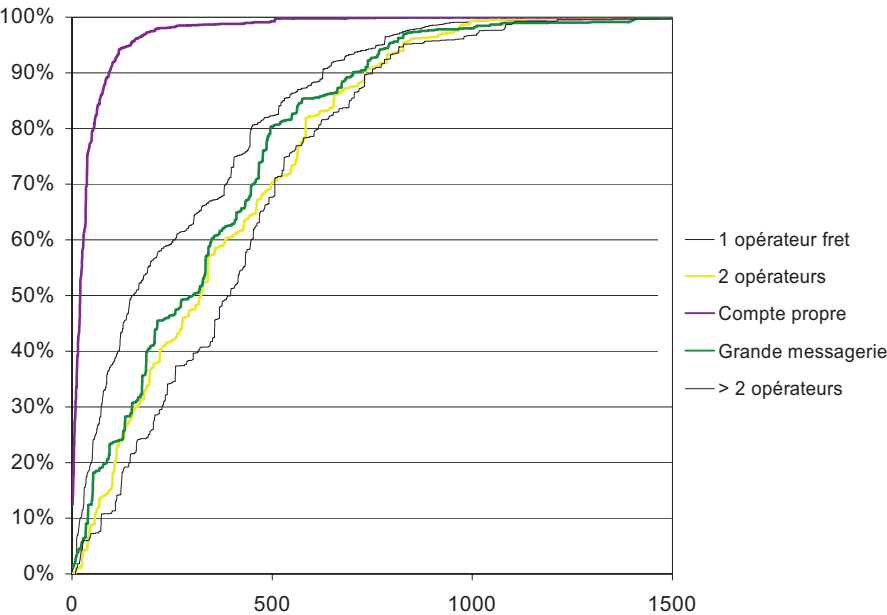
La distance et la destination des envois apparaissent également comme un critère discriminant entre le choix de différentes organisations, comme le montre la figure 4. Assez logiquement, on observe des distances beaucoup plus courtes pour le compte propre, puis une complexification de la chaîne avec l'allongement des distances. De la même manière, la figure 5 montre que le compte propre se limite principalement aux envois nationaux, que les chaînes avec un seul opérateur fret ne concerne quasiment que les envois en France et dans les pays limitrophes, tandis que la grande messagerie et les chaînes les plus complexes sont très représentées à l'international.

Figure 3 : distribution des envois selon leur poids unitaire (kg)



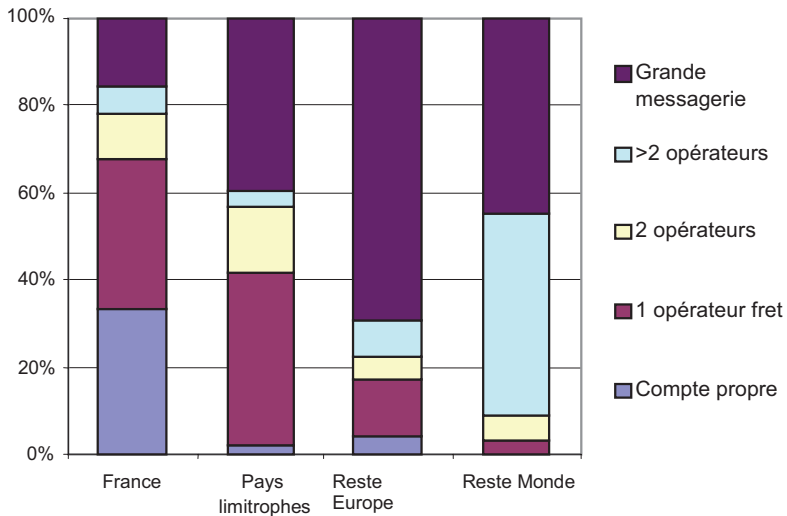
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 4 : distribution des envois selon leur distance (km)



Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 5 : répartition des chaînes organisationnelles selon la destination de l'envoi



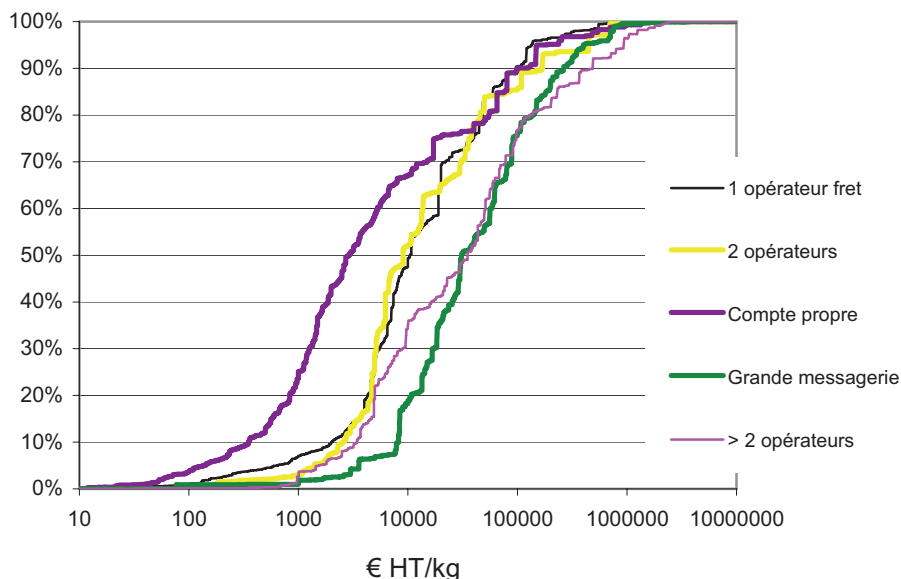
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Pour terminer cette analyse, on s'intéresse à la valeur unitaire des envois, exprimée en euros HT par kg (Fig. 6). Cela permet de distinguer d'une part le compte propre qui se caractérise par des valeurs unitaires plus faibles, et d'autre part la grande messagerie et les chaînes avec plus de deux opérateurs (chaînes dans lesquelles on retrouve également des organisations de type messagerie) qui concernent des envois aux valeurs unitaires plus élevées. Les chaînes plus simples (un ou deux opérateurs fret) sont encadrées par ces deux extrêmes.

Le lien observé entre chaînes organisationnelles et distribution des valeurs unitaires s'explique assez logiquement :

- pour les produits à faible « densité de valeur », le coût de transport est une partie non négligeable du coût du produit, voire importante pour les produits pondéreux comme le ciment par exemple. Il peut ainsi être stratégique pour une entreprise produisant ce type de marchandises de maîtriser au maximum ses transports et donc développer du compte propre pour ne pas être dépendant de son prestataire transport, et avoir une action directe sur les coûts de transport.
- En revanche, pour les produits manufacturés dont la valeur est élevée, les stocks représentent non seulement de l'argent immobilisé, mais ils constituent également un risque (obsolescence des produits). C'est donc le type même de produits qui sont traités en flux tendus, et la messagerie est parfaitement adaptée à cela : transport en petites quantités, dans des délais assez brefs.

Figure 6 : distribution des envois selon leur valeur unitaire (€ HT/kg)



Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Cette première approche des chaînes organisationnelles a donc permis de mieux cerner les interrelations entre caractéristiques d'envois et organisation du transport de marchandises. Assez logiquement, les différences les plus notables sont observées entre le compte propre et la grande messagerie qui font appel à des organisations bien spécifiques. Plus largement, on note aussi une complexification des chaînes organisationnelles avec certaines caractéristiques d'envois, notamment pour les envois plus petits et à plus longue distance. Afin de préciser la description de ces chaînes et de mieux appréhender l'impact des caractéristiques d'envois sur les organisations mises en place, l'analyse s'intéresse maintenant aux relations entre donneurs d'ordre et opérateurs mandatés.

2. Analyse des relations mandant-mandaté

2.2. Champ de l'analyse et typologie retenue

Dans cette phase de l'analyse, on ne s'intéresse qu'aux chaînes routières complètement reconstituées, et on étudie les relations mandant-mandaté de deux grands types :

- relations entre le donneur d'ordre initial de la chaîne (chargeur, destinataire ou commanditaire) et l'opérateur transport ou logistique ;
- relations entre opérateurs transport ou logistique

Les relations au sein du groupe chargeur et du groupe destinataire ne font pas partie du champ de l'analyse, d'une part parce qu'elles relèvent a priori d'autres logiques d'organisation et d'autre part parce qu'elles représentent une très faible part de l'ensemble des relations mandant-mandaté. Par ailleurs, on ne considère pas les relations concernant les envois de la grande messagerie pour lesquels les chaînes organisationnelles ne sont pas reconstituées en détail, ce qui sous-estime le nombre de mandats, tout comme les chaînes les plus complexes étaient sous-estimées. Ainsi, puisqu'on élimine de fait le compte propre, cette seconde partie de l'analyse permet de mettre en lumière les différents types de mandats qui peuvent intervenir dans les chaînes avec un opérateur, deux opérateurs, ou plus de deux opérateurs (classes 2, 3 et 4 de la typologie précédente).

Pour étudier ces mandats, on propose une typologie en 6 classes (Tab. 1) qui distingue d'une part les mandats avec le donneur d'ordre initial de la chaîne et les mandats entre opérateurs, et qui permet d'autre part d'isoler le cas particulier des organisateurs fret et de caractériser la véritable sous-traitance.

Tableau 1 : typologie des mandats avec le donneur d'ordre (DO) initial de la chaîne

	Nombre d'observations		Nombre de mandats	
	Effectif	Pourcentage	Effectif (milliers)	Pourcentage
DO initial → organisateur fret	478	9 %	20 422	5 %
DO initial → opérateur ayant réalisé lui-même trajet(s) et prestation(s)	3 631	68 %	256 989	69 %
DO initial → opérateur ayant délégué tout ou partie des trajet(s) et prestation(s)	1 231	23 %	96 617	26 %

Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Les mandats concernant le donneur d'ordre initial de la chaîne représentent 68 % de l'ensemble des mandats étudiés. Pour ces mandats, il est apparu intéressant de distinguer 3 cas :

- le donneur d'ordre initial de la chaîne mandate un organisateur fret : cela permet d'isoler le cas particulier où le chargeur ne s'adresse pas directement à un opérateur transport, ce qui concerne environ 5 % des mandats ;
- le donneur d'ordre initial de la chaîne mandate un autre opérateur ayant réalisé lui-même le(s) trajet(s) et prestation(s) confiées par le donneur d'ordre : on se retrouve ici dans le cas des chaînes simples avec 1 opérateur fret (classe 2) ;
- le donneur d'ordre initial de la chaîne mandate un autre opérateur ayant délégué tout ou partie des trajets et prestations confiées par le donneur d'ordre : c'est le cas des chaînes plus complexes avec deux opérateurs ou plus.

En revanche, cette typologie ne distingue pas les mandats selon la nature du donneur d'ordre initial de la chaîne car la part des donneurs d'ordre destinataires et commanditaires est trop faible pour obtenir des classes de mandats représentatives. En effet, pour 95 % des envois et 80 % des tonnages, c'est le groupe chargeur qui est le seul donneur d'ordre initial.

Pour ce qui concerne les relations entre opérateurs, les analyses préliminaires ont montré que la segmentation par statut demanderait de travailler avec des effectifs trop réduits pour conduire des analyses statistiques, notamment pour les prestataires logistiques. On isole donc seulement le cas des organisateurs fret, et on retient ensuite comme critère discriminant l'appartenance ou non à la même entreprise ou au même groupe. Cela permet d'identifier les relations de sous-traitance selon une définition plus étroite que celle retenue dans la première typologie des chaînes organisationnelles. On retient ainsi la segmentation en trois types de mandats présentée dans le tableau 2.

**Tableau 2 : typologie des mandats entre opérateurs
(32 % des mandats totaux)**

	Nombre d'observations		Nombre de mandats	
	Effectif	Pourcentage	Effectif (milliers)	Pourcentage
Organisateur fret → opérateur	620	27 %	42 313	24 %
Opérateur → opérateur de la même entreprise ou du même groupe	696	30 %	55 584	31 %
Opérateur → opérateur simple partenaire (cas de sous-traitance)	979	43 %	78 618	45 %

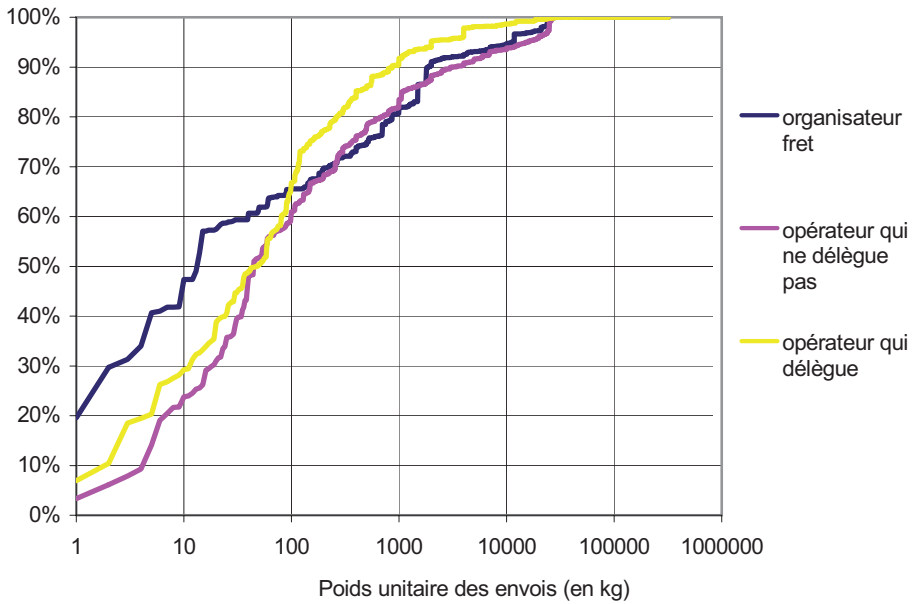
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

2.2. Étude des mandats avec le donneur d'ordre initial de la chaîne

L'étude des caractéristiques d'envois pour chaque type de mandats permet d'abord de mettre en lumière le cas particulier du recours aux organisateurs fret (ou commissionnaires de transport). À la lecture des différents graphiques, il apparaît en effet que les organisateurs de fret traitent plutôt une certaine catégorie de fret : ce sont majoritairement de petits envois (près de la moitié des mandats concernent des envois de moins de 10 kg comme le montre la figure 7), de valeur élevée (cf. figure 8, issus des industries de biens de consommation ou de production (cf. figure 9). On note également que le recours aux commissionnaires de transport est nettement plus développé pour les envois en Europe, au delà des pays limitrophes à la France (cf. figure 10).

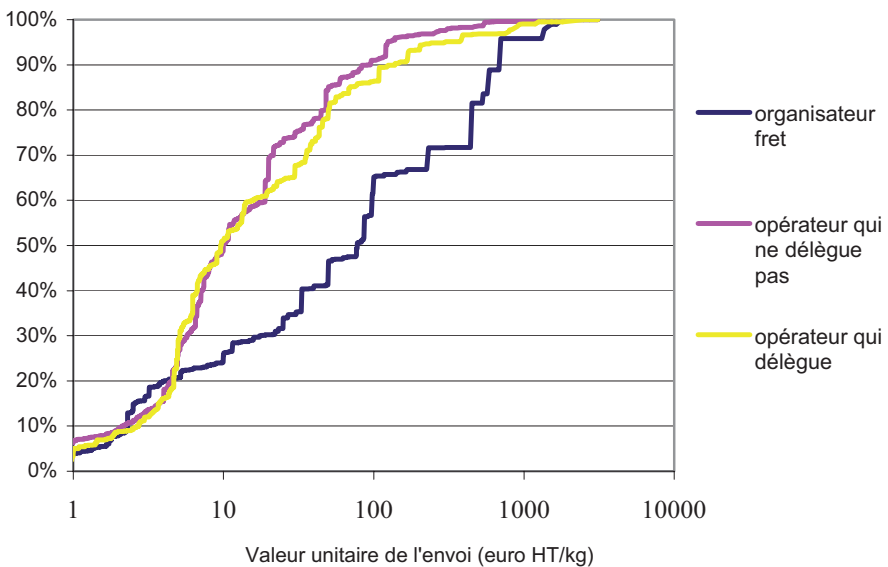
Les commissionnaires semblent ainsi avoir une certaine mainmise sur ce fret, qui est le plus rémunérateur. Cela peut s'expliquer d'une part par le rapport de force qu'ils peuvent exercer avec de plus petits transporteurs et d'autre part par le savoir-faire et l'image de marque qu'ils peuvent offrir aux entreprises qui ont une marchandise coûteuse et importante à faire transporter.

Figure 7 : distribution des envois selon leur poids (kg)



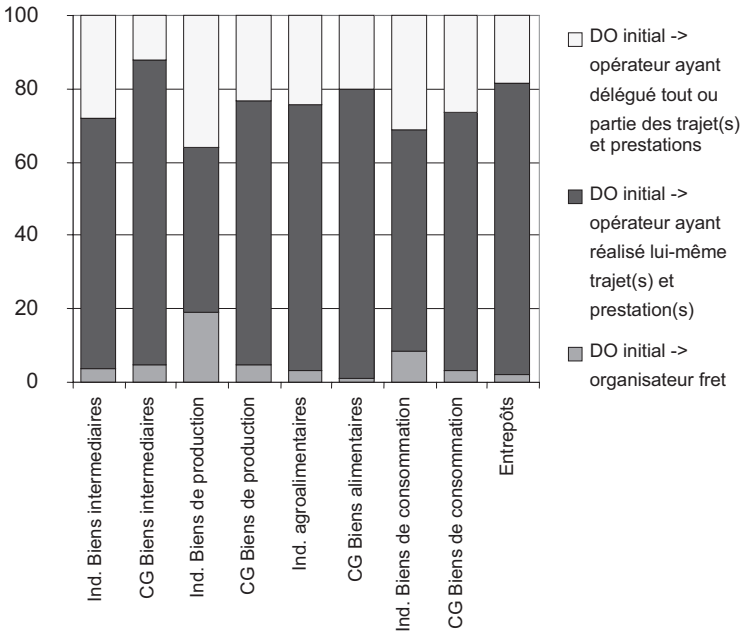
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 8 : distribution des envois selon leur valeur unitaire (€ HT/kg)



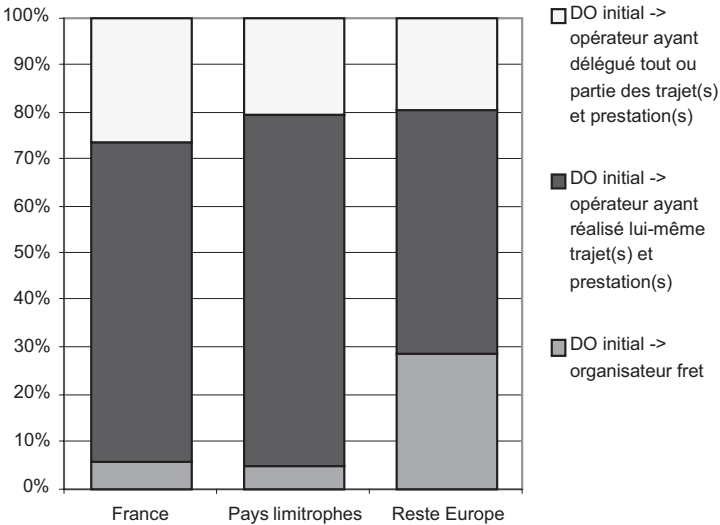
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 9 : répartition des mandats selon les groupes d'activité de l'établissement chargeur



Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

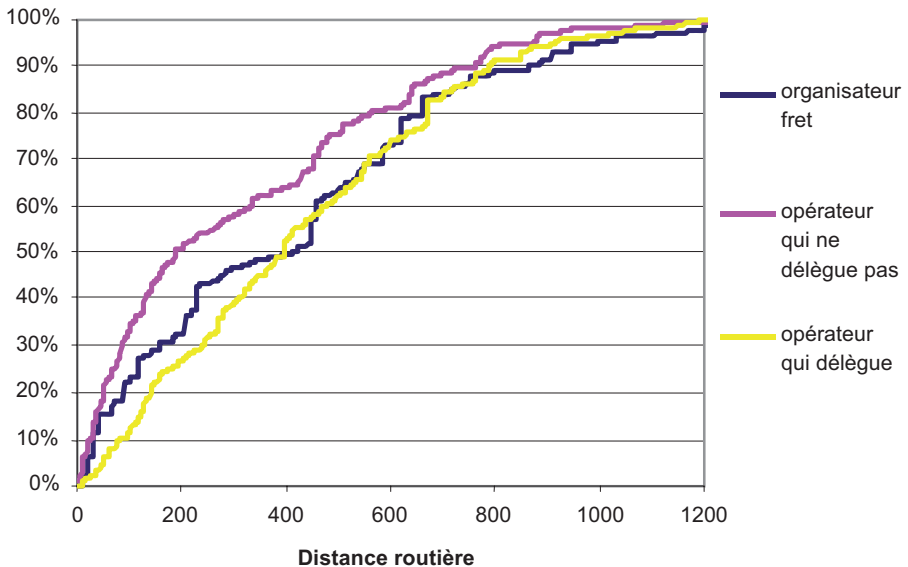
Figure 10 : répartition des mandats selon la destination de l'envoi



Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Lorsque le donneur d'ordre initial de la chaîne fait appel directement à un transporteur, ce qui représente près de 95 % des cas, la distinction entre les opérateurs qui délèguent tout ou partie de la prestation et ceux qui la réalise entièrement se fait principalement sur la distance des envois : les envois à moins de 200 km concernent la moitié des mandats réalisés dans le cadre de chaînes simples (un seul opérateur fret) et seulement un peu plus du quart des mandats réalisés dans le cadre de chaînes plus complexes (cf. figure 11). On retrouve ici les conclusions de la première partie de l'analyse qui mettaient en évidence la complexification des chaînes organisationnelles avec l'allongement des distances. Par ailleurs, on observe que les opérateurs qui délèguent le font plutôt dans le cadre de plus petits envois (cf. figure 7), ce qui rejoint également les observations faites précédemment.

Figure 11 : distribution des envois selon leur distance (km)

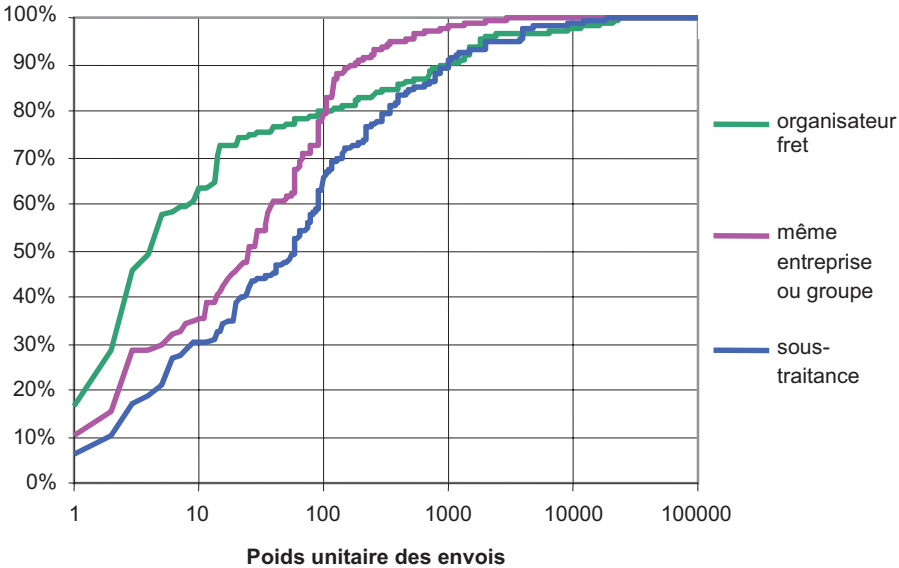


Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

2.3. Étude des mandats entre opérateurs

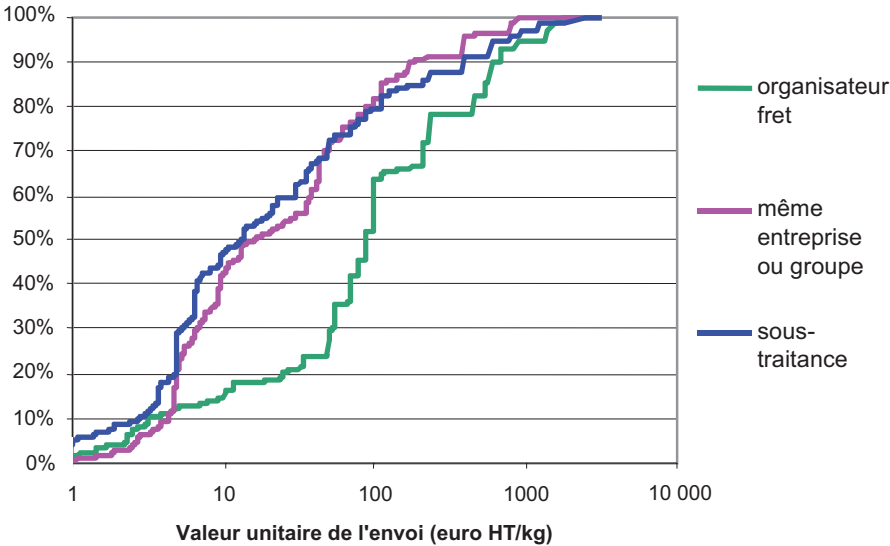
Comme indiqué précédemment, l'étude des mandats entre opérateurs amène à distinguer trois cas : le mandat passé par un commissionnaire de transport, le mandat passé par un transporteur à un autre transporteur de la même entreprise ou du même groupe, et le mandat de sous-traitance. Concernant les organisateurs fret, on retrouve logiquement les conclusions de la partie précédente, comme l'attestent les graphiques suivants.

Figure 12 : distribution des envois selon leur poids (kg)



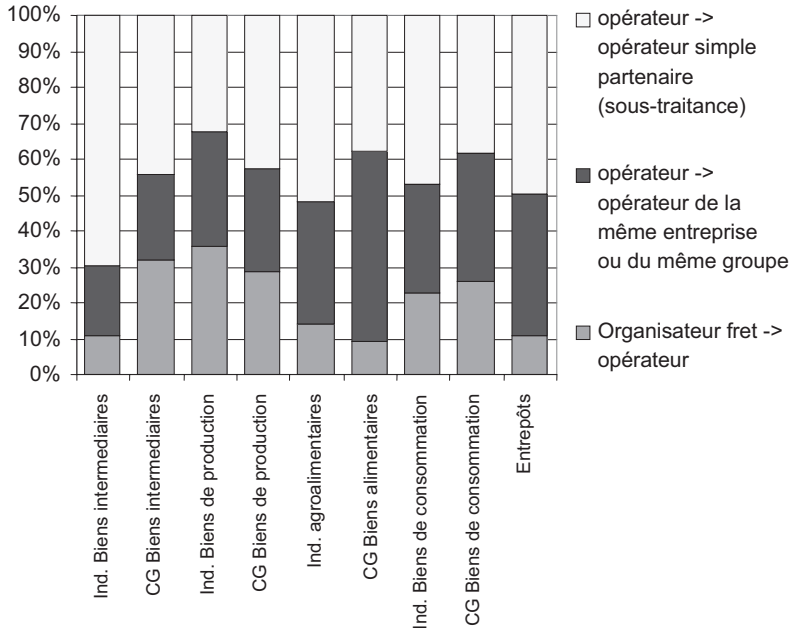
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 13 : distribution des envois selon leur valeur unitaire (€ HT/kg)



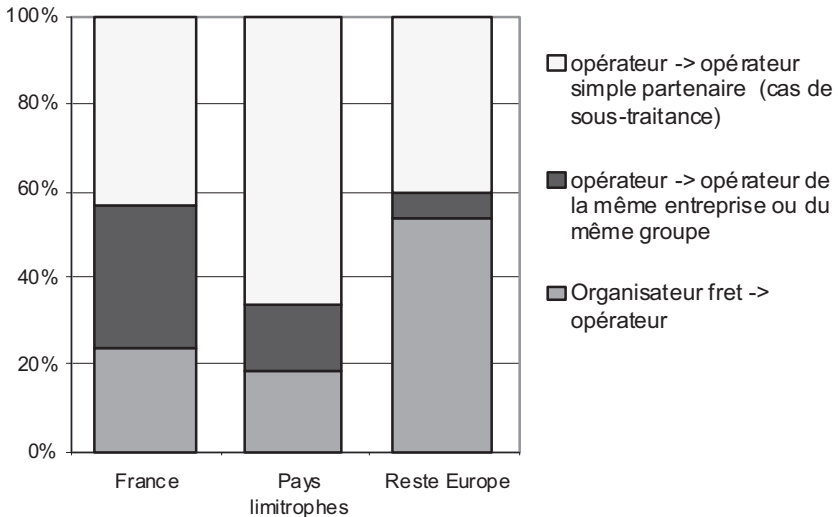
Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 14 : répartition des mandats entre opérateurs selon les groupes d'activité de l'établissement chargeur



Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

Figure 15 : répartition des mandats entre opérateurs selon la destination de l'envoi



Source : Enquête ECHO, 2004, Cete de l'Ouest

En ce qui concerne la sous-traitance, on observe d'abord qu'elle est assez fortement représentée dans l'organisation des envois des industries de biens intermédiaires et agroalimentaires, ce qui est certainement lié à des envois plus lourd. Cette hypothèse est vérifiée par le graphique de la figure 12 qui montre effectivement que les poids unitaires des envois concernés par un mandat de sous-traitance sont globalement plus élevés. Par ailleurs, lorsque les envois sont à destination des pays limitrophes à la France, on observe nettement plus de cas de sous-traitance, ce qui paraît naturel car les opérateurs hésitent à faire eux-mêmes le transport à l'étranger.

Mise à part ces observations, l'étude des caractéristiques des envois ne permet pas de faire de distinction nette entre les cas de sous-traitance stricte et les cas où un opérateur fait appel à un autre opérateur de son entreprise ou de son groupe. Les raisons principales de recourir à la sous-traitance sont peut-être plus à lier aux contraintes des transporteurs, et notamment au lissage du plan de charge, mais aussi beaucoup à la capacité des petites entreprises à réaliser des prestations moins chères qu'une grande entreprise grâce à une plus grande flexibilité et à des frais de structure réduits. Cela est renforcé par le fait que le marché du transport est très segmenté et une petite entreprise peut être très compétitive sur un micro-marché (la liaison entre deux villes par exemple).

Conclusion

Ces analyses de la base de données ECHO sous l'angle des relations entre les intervenants ont permis de mieux comprendre les liens entre caractéristiques d'envois et organisations mises en place pour l'acheminement de la marchandise. Elles mettent notamment en lumière les conditions du recours au compte propre ou à la grande messagerie, et soulignent la complexification des chaînes organisationnelles pour les envois les plus petits, à plus longue distance et de valeur unitaire plus élevée. La distinction de différents types de mandats permet d'affiner ces observations, en s'intéressant en particulier aux cas des organisateurs fret et de la sous-traitance. Ces premières analyses ont vocation à être complétées afin d'explorer plus finement les raisons de recourir à la sous-traitance. La base ECHO pourra en effet fournir des éléments de réponse complémentaires à partir des caractéristiques des opérateurs de transport et des critères de choix et de non-choix de sous-traitance déclarés par les transporteurs.

Pratiques modales

Michèle Guilbault, Martin Soppé, Cécilia Cruz

*Systèmes Productifs, Logistique, Organisation des Transports et Travail
INRETS-SPLOTT*

Descartes 2 – 2, rue de la butte verte

F-93166 Noisy-le-Grand Cedex

michele.guilbault@inrets.fr martin.soppe@inrets.fr cecilia.cruz@inrets.fr

Résumé

L'enquête ECHO permet de rassembler de nombreuses informations sur les pratiques modales. Elle confirme la hiérarchie des critères de choix modal et le recours plus intensif au transport, plus particulièrement au transport routier, et met en évidence des tendances fortes qui semblent aller à l'encontre de la volonté de report modal. Cette présentation tente d'apprécier le potentiel de report modal tel qu'il peut être abordé à partir de l'étude des basculements de mode opérés par les chargeurs et met en évidence le rôle de ces derniers dans la décision du choix modal.

1. Enquête ECHO pour la compréhension des pratiques modales

La question et l'approche modales sont « des grands classiques » de la théorie économique des transports (Quinet et Vickerman, 2004 ; Blauwens *et al.*, 2002 ; Winston 1983, 1985 ; Allen, 1977). Elles sont également bien connues des acteurs publics ou privés dans la mesure où l'approche modale est un moyen fondamental d'analyse et d'intervention sur le système des transports. Sa pertinence repose sur la spécificité économique et technique de chaque mode (Gray, 1982) et sur la segmentation effective des marchés où différents modes peuvent être à la fois concurrents et complémentaires (Bernadet, 1997). La mesure des parts de marché par mode et des critères de choix modal sont devenus des instruments courants de tous les acteurs concernés par les transports et donnent lieu à une publication régulière d'indicateurs ou d'analyses plus ponctuelles. L'intérêt de l'approche modale a été par ailleurs fortement renouvelé par les préoccupations environnementales et les parts modales sont devenues là aussi des indicateurs essentiels pour suivre la performance – environnementale – du système des transports.

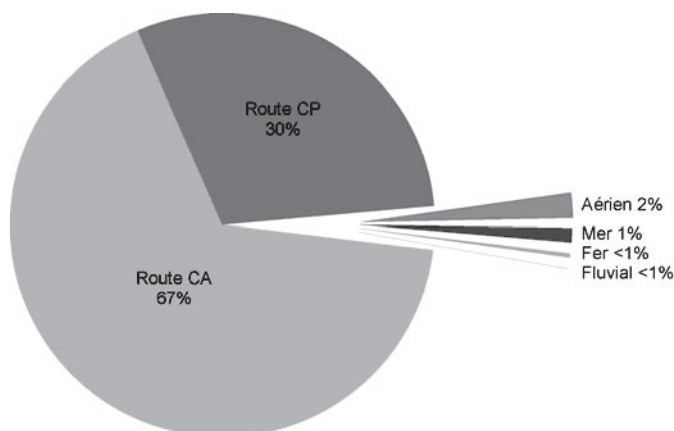
Mais l'intérêt de la compréhension des pratiques modales va au-delà du seul système des transports. L'évolution des parts modales atteste, outre de l'ajustement de l'offre, d'une mutation bien plus profonde qui est celle du système économique dans son ensemble et des modes de production sur lesquels ce dernier repose. Dans une économie de flux (Besson *et al.* 1988, Veltz 1996) ou une économie de plus en plus centrée sur l'utilisation intensive du transport (Savy 2007 ; Guilbault, Soppé 2007), l'action sectorielle est nécessaire mais pas suffisante pour agir efficacement sur le système des transports.

Les mécanismes de choix modal vont bien au delà au-delà d'une simple adéquation entre la nature des produits à transporter et les caractéristiques économiques d'un mode. Ils se situent à l'interface entre le système productif et le système de transport. La littérature examinant les aspects de la demande de transport liés à la logistique est également abondante (Baumol, Vinod, 1970 ; Swenseth *et al.*, 1990 ; Colin *et al.*, 1983 ; Savy, 1986 ; Tyworth, 1991 ; Burmeister, 2000 ; Woodburn, 2003) et considère les transports comme un système dont la performance repose sur son adaptation à une demande de plus en plus complexe et son intégration dans des stratégies de *supply chain management* (Christopher, 1992 ; Rodrigue, 2000, 2006). Les caractéristiques et les contraintes économiques liées à l'organisation de la production s'ajoutent aux caractéristiques du bien et jouent sur la nature des flux, influençant par là même les critères de choix modal (Guilbault, Soppé, 2007). L'enquête ECHO et la précédente enquête chargeur 1988 (Hanappe, Gouvernal *et al.*, 1988 ; Guilbault, 1994 ; Guilbault *et al.*, 2006) rassemblent à cet égard un ensemble de données qui permettent de rapprocher les caractéristiques des systèmes productifs des chargeurs et leurs pratiques modales. Elles confirment d'une part des tendances connues telles que la croissance de la consommation des transports ou le renforcement de la domination du transport routier et fournissent d'autre part des éléments quantitatifs concrets et nouveaux qui permettent des exploitations plus originales. Les variables rattachées aux unités d'observation que sont l'envoi, l'établissement, l'intervenant et le trajet permettent d'approfondir la compréhension des mécanismes du choix modal selon la vision élargie du choix modal comme résultant de la rencontre entre l'offre et la demande (le système productif et le système des transports). L'envoi en particulier apparaît tout à la fois comme un indicateur de transport et comme un indicateur logistique des contraintes économiques amont liées à la fragmentation spatiale et temporelle de la production et des flux. La figure 1 indique à cet égard la répartition modale telle qu'elle est révélée par l'enquête ECHO au travers de l'unité de l'envoi et montre une hégémonie de la route encore renforcée par rapport à une simple répartition en tonnes : 96 % en envois et 87 % en tonnage pour le champ des activités étudiées.³⁵

³⁵ Ces pourcentages, comme l'ensemble des résultats présentés issus de l'enquête ECHO sont à rapporter au champ de l'enquête qui couvre essentiellement les biens de production et de consommation à l'exclusion des produits d'extraction et d'une grande part des produits agricoles saisis uniquement au travers des coopératives agricoles et des commerces de gros.

Nous présenterons dans ce texte les principales analyses réalisées qui caractérisent l'ensemble des pratiques modales des chargeurs. Les thèmes que nous aborderons sont guidés en particulier par l'actualité des questionnements autour du report modal. Ainsi nous opposerons souvent les modes routiers aux autres modes terrestres alternatifs à la route. Nous traiterons successivement de la hiérarchie des critères de choix modal pour les modes terrestres, des critères de choix ou de non-choix de mode alternatif, de l'arbitrage entre le compte propre et le compte d'autrui pour le transport routier et des pratiques de basculement modal. La dernière partie explorera le choix modal à travers une approche inhabituelle qui consiste à étudier les modalités organisationnelles et décisionnelles dans lequel le choix de mode est fait par les chargeurs. L'objectif de cette dernière partie est de mettre en évidence des facteurs qui jouent en faveur du choix des modes alternatifs à la route.

Figure 1 : répartition modale des envois



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

2. Hiérarchie des critères de choix de modes terrestres : préférences déclarées des chargeurs

Bien que la hiérarchie des critères de choix soit étudiée dans l'enquête pour l'ensemble des modes, nous nous focaliserons ici sur les modes terrestres. La discontinuité géographique imposée par le franchissement des océans et la longueur des distances, opposent en effet les modes maritime et aérien aux modes terrestres. La compétition entre les modes, qui est en amont de notre interrogation s'opère essentiellement entre les modes terrestres ou de manière plus limitée entre le mode maritime et aérien. Ce sont aussi l'importance des flux terrestres, l'évolution des parts modales et les spécificités des différents segments de marché modaux qui justifient ce choix.

Le tableau 1 résume ainsi les critères retenus par les chargeurs pour le choix du mode des envois terrestres enquêtés. Les résultats qui s'appuient sur l'observation de plus de 8 800 envois y sont présentés en pourcentage d'envois ou de tonnes pour lesquels les critères ont été mentionnés. Les chargeurs pouvaient mentionner plusieurs critères ayant motivé leur choix du mode et ainsi la somme du pourcentage des citations est supérieure à 100.

Tableau 1 : critères de choix des modes terrestres

Critère	Critères de choix tous modes confondus	
	En nombre d'envois	En tonnage
	% de citations	% de citations
Coût du transport	60	52
Fiabilité des délais	47	33
Durée	35	28
Conditions d'accès au réseau	34	32
Flexibilité	21	25
Horaires	20	14
Fréquences offertes	18	9
Sécurité de la marchandise	14	10
Offre de transport de bout en bout	13	14
Qualité des contacts commerciaux	12	10
Sécurité du transport	7	10
Offre de prestations logistiques annexes	4	3
Contraintes réglementaires	3	2
Mise à disposition préalable du matériel	3	6
Lisibilité de l'offre	3	2
Offre de matériel spécialisé	2	10
Respect de l'environnement	1	2
Gestion du parc propre	6	10

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La hiérarchie obtenue est assez classique, elle regroupe l'ensemble des critères en quatre catégories significatives. La première catégorie est formée par un seul critère, économique, celui du coût de transport qui ressort fortement par rapport aux autres critères cités. **Le coût du transport est ainsi la principale raison du choix modal pour 60 % des envois et plus de la moitié des tonnages.** C'est là le principal levier du choix modal des chargeurs, bien que les autres catégories de critères puissent peser sur la décision. La deuxième catégorie regroupe les facteurs liés au temps. La fiabilité, la durée, la flexibilité, les horaires et les fré-

quences ont été un critère de choix pour 18 % à 47 % des envois (9 % à 33 % des tonnages). L'importance des critères liés aux temps est logique dans la mesure où il s'agit de facteurs qui permettent de maîtriser et de synchroniser les flux qui relient les différentes phases du processus de production éclaté dans l'espace. L'importance de la maîtrise des flux dans le temps croît avec la mise en tension du processus de production lié à la diminution des différents types de stockage. La fiabilité des délais en particulier est importante car elle permet d'éviter les ruptures de production coûteuses et de réduire la taille des stocks. Les autres facteurs temps reflètent la capacité du système des transports à s'adapter aux contraintes de production et à absorber ses éventuelles fluctuations.

L'accès au réseau, qui forme par sa particularité et par son importance la troisième catégorie, est en rapport avec la couverture du réseau de chaque mode de transport. Elle est citée comme un facteur de choix pour un tiers des envois et également pour un tiers des tonnages. L'analyse plus approfondie montre que ce facteur est particulièrement important pour les envois de gros tonnages – susceptibles davantage d'utiliser des modes qui permettent de massifier les flux – et dans le cas des modes alternatifs, dont le réseau est moins dense. La dernière catégorie regroupe l'ensemble hétérogène des autres critères qui ont été cités pour moins de 14 % d'envois ou de tonnages.

3. Modes terrestres alternatifs

L'étude des modes alternatifs tels qu'ils ont été déclarés pour chaque envoi par les chargeurs, permet de situer les segments de marché de chaque mode les uns par rapport aux autres. Cette variable reflète l'existence des alternatives modales telle qu'elle est perçue par le chargeur. Cette notion de perception est importante car le choix du mode par le chargeur est subjectif et basé sur sa connaissance et sa considération de l'ensemble des modes.

Tableau 2 : modes alternatifs déclarés par les chargeurs

Mode alternatif	Mode retenu pour l'envoi	
	Route (compte propre et compte d'autrui) % envois	Fer, combiné rail- route et fluvial % envois
Route (compte propre et compte d'autrui)	22 %	67 %
Modes non routiers	2 %	4 %
Pas d'alternative	77 %	31 %
Total	100 %	100 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Le tableau 2 compare les alternatives pour les envois utilisant la route d'une part (colonne 1) et un mode terrestre non routier d'autre part (colonne 2). Le premier constat est celui de la captivité des chargeurs par rapport aux modes

routiers : 77 % des envois routiers (68 % des tonnages) n'ont pas d'alternative modale selon les déclarations des chargeurs et lorsque l'alternative existe, il s'agit le plus souvent d'une alternative route-route entre les modalités compte propre et compte d'autrui. **Les modes ferroviaire, combiné rail-route ou fluvial ne sont mentionnés comme alternative au routier que pour 2 % des envois et 4 % des tonnages.**

À l'inverse, **pour les modes non routiers l'existence d'une alternative est bien plus fréquente : 69 % des envois.** On observe ainsi une asymétrie dans la relation entre la route et les autres modes. Le transport routier n'a pratiquement pas d'alternative non routière, par contre il peut se substituer assez facilement aux modes non routiers et ce pour plus de deux tiers des envois dont le mode choisi était ferroviaire, combiné ou fluvial.

Parmi les autres enseignements de ce tableau on mentionnera la part d'envois pouvant faire l'objet d'arbitrages entre le compte d'autrui et le compte propre, part qui est estimée dans l'enquête à 22 % des envois routiers (28 % des tonnages.). L'autre résultat sur lequel nous insisterons porte sur la concurrence entre les modes non routiers qui s'avèrent comme des segments de marché assez exclusifs entre eux : un mode non routier est rarement considéré comme une alternative pour un autre mode non routier, il ne l'est que pour 4 % des envois routiers.

Tableau 3 : modes alternatifs aux modes non routiers

Mode alternatif	Mode retenu pour l'envoi		
	Fer	Rail-Route	Fluvial
Route CP-CA	39 %	98 %	43 %
Fer		---	---
Rail-Route	3 %		---
Fluvial	< 1 %	---	
Aérien	---	< 1 %	---
Pas d'alternative	58 %	1 %	57 %
Total	100 %	100 %	100 %

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Le tableau 3 permet d'approfondir ce dernier point et montre également que les modes non routiers ne sont pas exposés de la même manière à la concurrence routière. Ce sont en particulier, les modes ferroviaire et fluvial qui s'appuient sur des marchés de niche : 58 % d'envois ferroviaires et 57 % d'envois fluviaux n'ont pas d'alternative déclarée par le chargeur. Les caractéristiques de ces deux modes donnent à penser qu'il s'agit d'envois de fort tonnage, provenant d'établissements probablement situés près d'un port fluvial ou possédant un embranchement ferroviaire. Nous voyons également que le rail-route est presque entièrement substituable par le transport routier et que les deux modes sont donc fortement concurrentiels sur un même segment de marché.

Tableau 4 : non choix et absence d'alternative

Critères défaillants (% de citations)	Existence d'un mode alternatif : raisons de non- choix du mode	Absence d'alternative : raisons
Coût du transport	47%	36%
Fiabilité des délais	26%	13%
Durée	17%	12%
Conditions d'accès au réseau	10%	36%
Flexibilité	11%	6%
Horaires	14%	5%
Fréquences offertes	6%	4%
Sécurité de la marchandise	4%	5%
Offre de transport de bout en bout	3%	6%
Qualité des contacts commerciaux	6%	2%
Sécurité du transport	1%	2%
Offre de prestations logistiques annexes	1%	1%
Contraintes réglementaires	1%	1%
Mise à disposition préalable du matériel	1%	2%
Lisibilité de l'offre	1%	< 1%
Offre de matériel spécialisé	1%	2%
Respect de l'environnement	< 1%	< 1%
Gestion du parc propre	18%	6%

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Le tableau 4 complète notre analyse de modes alternatifs par celle des raisons par lesquelles les chargeurs ont justifié le rejet du mode alternatif ou le fait qu'il n'existait pas d'alternative à leurs yeux. Il n'est pas étonnant de trouver une hiérarchie similaire à celle qui justifie le choix du mode retenu – le critère pour choisir un mode est généralement le critère pour éliminer si on se place dans une optique de choix parmi plusieurs possibilités. L'ordre et l'importance des critères sont similaires et nous retrouvons les mêmes quatre groupes identifiés dans la partie précédente. L'analyse des raisons de l'absence d'alternatives est à cet égard plus intéressante. Elle met en particulier en évidence l'importance des critères d'accessibilité au réseau, qui sont cités pour 36 % des envois sans alternative, soit aussi souvent que le critères de coût tandis que les différents critères de temps ne représentent plus que 4 à 13 % de citations.

4. Arbitrage entre le compte propre et le compte d'autrui en transport routier

Le transport routier pour le compte d'autrui (CA) est plus répandu que celui en compte propre (CP). Il représente 67 % des envois du champ enquêté mais la pratique du compte propre reste importante avec 30 % des envois³⁶. Nous avons montré dans les parties précédentes que **les arbitrages entre le CA et le CP, appréhendés à travers les modes alternatifs sont fréquents** (22 % des envois). Les segments de marché de ces deux modes se recoupent de fait assez fortement compte tenu des caractéristiques techniques et économiques liées à l'utilisation de véhicules et d'infrastructures routiers **et l'analyse des basculements modaux** faite dans la section suivante **montre également une forte substituabilité entre ces deux modalités du transport routier avec un léger repli tendanciel au profit du compte d'autrui sur les 5 dernières années**. Cependant il ne s'agit pas de deux modes entièrement indifférenciés. Comme l'ont montré Fokou (1984) et Guilbault (1992) les deux modalités répondent chacune à des besoins spécifiques : le compte propre est utilisé dans les secteurs où la qualité de service doit être excellente impliquant un savoir-faire et un matériel spécifique (Demangeon, 2006)³⁷, tandis que le compte d'autrui se place davantage dans une logique économique.

Tableau 5 : les critères de choix pour le transport routier en compte propre et en compte d'autrui

Critères	Compte propre (% de citations)	Compte d'autrui (% de citations)
Coût du transport	41	69
Fiabilité des délais	52	44
Durée	21	40
Conditions d'accès au réseau	32	35
Flexibilité	24	20
Horaires	22	20
Fréquences offertes	19	18
Autres critères ...	...	...

Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

³⁶ L'enquête ECHO considère le CA et le CP comme deux modes différents pour des raisons méthodologiques. Nous utiliserons ici indifféremment les termes « modes » ou « modalités » de transport routier pour distinguer la pratique du transport routier en compte propre et pour le compte d'autrui.

³⁷ Demangeon E., 2006, Dossier « Où le transport public gagne-t-il du terrain ? », L'Officiel des Transporteurs, n° 2363, p. 25-52

Le tableau 5 indique la hiérarchie des critères de choix pour les deux modalités du transport routier. La hiérarchie des critères entre les deux modes routiers est similaire, reflétant les principales attentes des chargeurs envers le transport routier et par là même ses spécificités modales. Mais il apparaît quelques différences ponctuelles qui permettent de bien différencier les logiques des chargeurs dans leur choix d'externaliser ou d'internaliser le transport routier. **Cette différenciation entre le CP et le CA se joue sur deux grands paramètres qui sont le coût du transport et la fiabilité des délais.**

La principale raison justifiant le choix du compte d'autrui est le coût. Cité dans 69 % des cas ce critère l'emporte fortement sur tous les autres. En revanche, la raison la plus souvent mentionnée pour le choix du compte propre est la fiabilité des délais, citée pour 56 % des envois en CP. Les critères liés au temps, à l'exception de la durée de transport, sont également plus souvent cités pour le compte propre. Le chargeur qui dispose de sa propre flotte estime pouvoir ainsi mieux maîtriser ses flux même si il doit payer son transport plus cher.

Cette opposition coût/fiabilité est montrée également par d'autres variables. Selon l'enquête ECHO, le coût du compte propre tel qu'il est perçu par les chargeurs, apparaît comme plus élevé. Plus de 40 % de chargeurs considèrent que le CP coûte au moins 50 % plus cher que le CA. Une plus faible sensibilité des chargeurs au coût en cas de transport en compte propre s'explique par le fait qu'une fois la flotte acquise, son amortissement l'emporte sur la considération du coût global de la flotte. Fokou (1984) a montré la subjectivité dans la perception du coût du transport lié à la possession ou non d'une flotte propre.

Quant à la fiabilité, les appréciations des retards dans les envois montrent que les chargeurs perçoivent effectivement le CP comme plus fiable. 34 % d'envois en CP sont considérés pouvoir être acheminé sans aucun retard contre 18 % seulement en CA. En termes de retard moyen mesuré en pourcentage du temps de retard estimé sur la durée de transport prévue, le CP est jugé également plus performant avec un retard moyen de 5,8 % contre 7,6 % pour le CA.

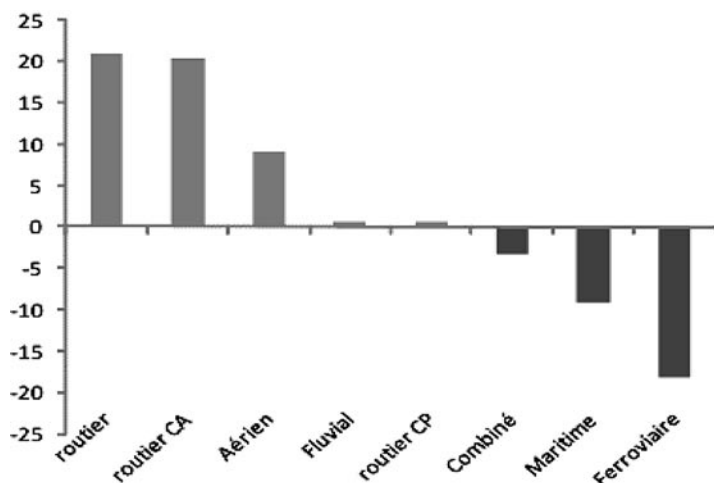
Un autre élément d'arbitrage entre le CA et le CP est la distance de transport. L'enquête confirme l'intuition que le CP est dédié surtout au transport de courte distance, en particulier aux livraisons ou ramassages en tournées. **La distance moyenne pour un envoi en CP est de 35 km contre 272 kilomètres en compte d'autrui.** La distance de transport permet également d'expliquer la sensibilité fortement différenciée de chargeurs à l'égard de la durée de transport. L'importance de celle-ci croît avec la distance parcourue ce qui justifie une plus grande sensibilité à la durée dans le cas du transport en compte d'autrui.

5. Basculement modal

L'enquête ECHO permet également de répertorier les basculements modaux effectués par les établissements au cours des cinq dernières années et d'analyser les motifs qui ont conduit à ces basculements. Le terme de « basculement » est utilisé ici pour désigner un report significatif des flux générés par un établisse-

ment d'un mode sur un autre. Il s'agit en l'occurrence d'une décision stratégique de l'établissement qui s'oppose à un changement de mode ponctuel. Les résultats obtenus montrent que **les basculements modaux sont rares**. Seuls 3,4 % des établissements de notre champ, soit 500 établissements sur un ensemble de 69 200 ont procédé au basculement modal sur les cinq années précédant l'enquête. Ramené à une année, seuls 0,68 % d'établissements, soit une centaine, ont pris une décision stratégique en ce sens. **On constate donc ici aussi une forte inertie dans les pratiques modales**. Si l'on considère les basculements modaux comme être le levier d'action pour le report modal, nous pouvons aisément comprendre que ses perspectives se situent toujours dans le long terme.

Figure 2 : solde des basculements de/vers le mode indiqué, en % du nombre total des basculements



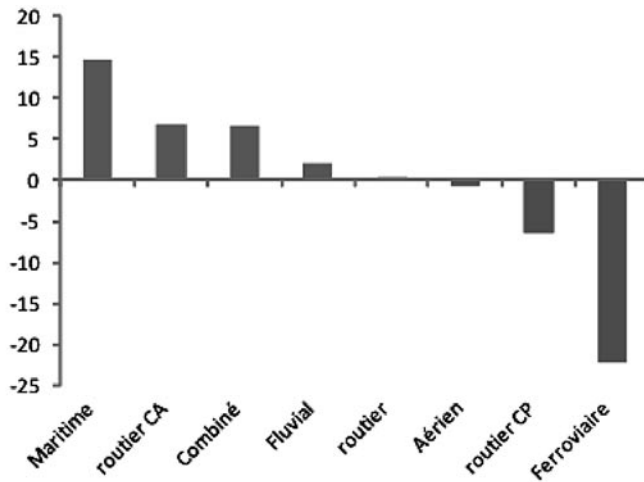
Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La période d'observation qui s'étale sur une période de 5 ans permet de dégager des tendances. À cet effet nous avons d'abord recensé pour chaque mode les basculements positifs (vers ce mode) et négatifs (à partir de ce mode) et calculé les soldes des basculements en pourcentage du nombre total de basculements. Les résultats, représentés sur la figure 2, donnent une première image de ces tendances et montrent que le transport routier, en particulier le transport routier CA, et le transport aérien ont été les grands bénéficiaires des basculements. À l'opposé les transports ferroviaire, maritime et combiné, sont des modes déficitaires.

Nous avons ensuite réalisé une analyse analogue en utilisant les tonnages annuels des établissements au lieu de compter seulement les basculements. L'utilisation de ces tonnages permet de donner un ordre de grandeur plus précis aux basculements et d'avoir une indication, bien que grossière sur la nature des

flux concernés. La distribution en termes de tonnage ainsi obtenue est en effet sensiblement différente (Fig. 3). Pour certains modes, on a un solde inversé : les transports maritime ou combiné deviennent bénéficiaires alors que le transport routier CP passe dans le rouge.

Figure 3 : solde des basculements de/vers le mode indiqué, en termes de volumes annuels produits, exprimé en %



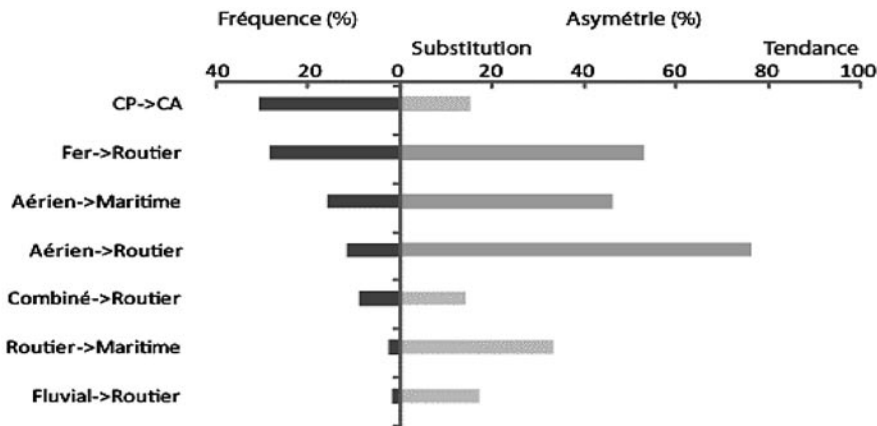
Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La description faite ci-après des tendances de basculement est une synthèse des deux analyses. Elle distingue d'une part *les tendances de report*, lorsqu'en nombre et en tonnage les basculements attestent de la même vigueur et vont dans le même sens, et d'autre part *les tendances de repositionnement*, lorsque les soldes ont des signes opposés, ce qui témoignerait d'un resserrement ou d'une ouverture d'un mode sur un type d'établissements. **Les modes concernés par une tendance de report sont le transport routier, qui est tendancielle-ment bénéficiaire et le mode ferroviaire qui est tendancielle-ment déficitaire.** Ce sont là les deux plus fortes tendances auxquelles nous pouvons conclure. On observe par ailleurs des tendances de repositionnement pour les modes maritime, combiné rail-route et aérien. Les deux premiers, transport maritime et combiné, se recentrent sur un nombre plus limité d'établissements dont le volume de production annuel est plus élevé : la fragmentation du tissu productif, caractérisée par la diminution de grands établissements aurait comme incidence d'affecter ces deux modes négativement. À l'inverse, le transport aérien « se démocratise » pour les entreprises – il s'ouvre à un nombre d'établissements plus élevé mais dont le volume annuel de production est plus faible.

L'étude des fréquences de basculement par couple de modes, mode bénéficiaire/mode affecté, permet de compléter l'analyse par une typologie des bascu-

lements et l'identification des modes dont les segments de marché se recoupent. La figure 4 dont nous expliquerons d'abord la construction fournit une synthèse des relations entre les modes concurrents. Nous y avons identifié sept types de basculements. La partie gauche du graphique indique la fréquence des basculements dans l'ordre décroissant. Elle est exprimée en pourcentage total des basculements observés. Elle permet de repérer les types de basculements les plus importants. La flèche entre les deux modes indique le mode déficitaire (en première position) et le mode bénéficiaire (en deuxième position). Dans la partie droite du graphique, nous représentons « l'asymétrie » des basculements pour chaque couple de modes. Elle est calculée comme le ratio entre le solde des basculements au profit du mode bénéficiaire sur le total des basculements entre les deux modes quel qu'en soit le sens. Une asymétrie faible, donc une forte symétrie, indique que l'un des modes peut se substituer facilement à l'autre, pour la partie du segment de marché qui est concernée. Une forte asymétrie indique que les basculements se font fortement au profit du mode bénéficiaire et indique ainsi une tendance de report.

Figure 4 : principaux types de basculements



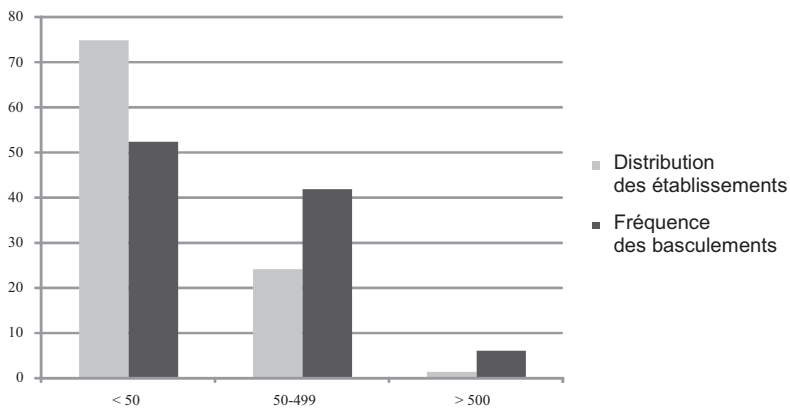
Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Les basculements au sein du mode routier entre le CA et le CP sont les plus fréquents avec un solde bénéficiaire pour le CA mais leur asymétrie indique qu'il s'agit davantage d'une substitution. Les trois autres types de basculements relèvent davantage d'une tendance. Ainsi on assiste à un report du ferroviaire sur le routier, ce qui représente en termes de fréquence le deuxième basculement le plus important. Viennent ensuite les reports tendanciels de l'aérien au profit du maritime et de l'aérien au profit du routier. Le basculement entre le transport combiné et la route se fait au profit de la route, mais relève davantage de la substitution que d'une tendance forte de report. Et enfin les basculements routier-maritime et fluvial-routier, bien moins fréquents sont plus des basculements de substitution qui se compensent entre eux.

Les éléments recueillis portent également sur les raisons de basculement que les chargeurs ont exprimé sur la base des mêmes critères que pour le choix modal. Nous obtenons une hiérarchie similaire à celle des critères de choix du mode retenu. Cependant un nouveau critère a été introduit dans la liste proposée aux chargeurs, qui est l'évolution des trafics. Ce critère qui est mentionné pour 25 % des basculements ressort dans les réponses comme le quatrième critère cité par les chargeurs pour justifier le basculement modal. Il montre que les contraintes de production et les choix logistiques des établissements sont un critère fort qui intervient dans le choix du mode et peut mener à une décision stratégique de favoriser ou d'abandonner un mode de transport.

Le dernier élément d'analyse que nous présenterons pour cette étude des basculements modaux concerne la caractérisation des chargeurs qui les ont pratiqués. Les résultats montrent qu'il n'y a pas de spécificité sectorielle. Compte tenu de la distribution des établissements les secteurs industriels sont à l'origine de 70 % de basculements, mais leur propension au basculement n'est que légèrement supérieure à celle des établissements de commerce de gros. En revanche, la taille de l'établissement est un facteur important. La propension au basculement croît fortement avec la taille de l'établissement (Fig. 5).

Figure 5 : taille de l'établissement et fréquence de basculement

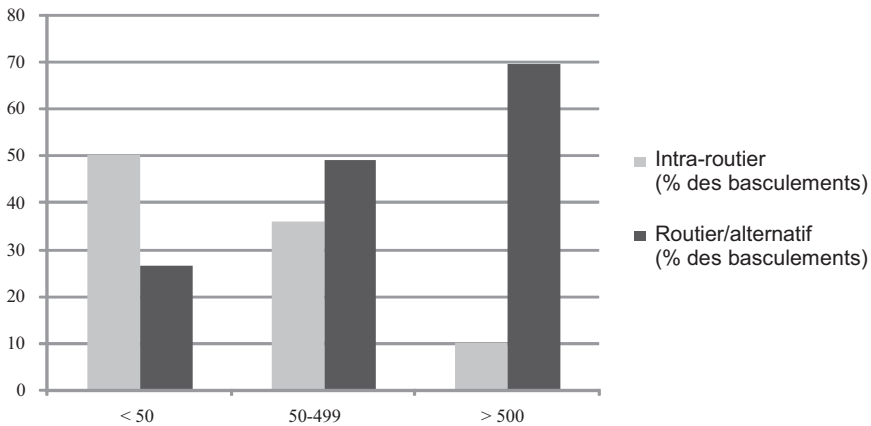


Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La comparaison des basculements concernant les modes alternatifs à la route avec les basculements internes au mode routier (CA/CP) confirme également l'importance du facteur taille de l'établissement, en particulier pour les modes alternatifs (Fig. 6). La fréquence des basculements CA/CP diminue avec la taille et inversement la fréquence des basculements alternatifs (c'est-à-dire de ou vers un mode non routier) croît avec la taille. 50 % de basculements CA/CP sont imputables aux établissements de moins de 50 employés, contre 10 % pour les établissements de plus de 500 employés. Pour les basculements alternatifs, les

petits établissements de moins de 50 employés réalisent 26 % des basculements alors que les établissements de plus de 500 employés en réalisent 69 %. **Cela confirme l'hypothèse que le recours aux modes non routiers est le fait des établissements de grande taille. Malheureusement, le solde des basculements et leur asymétrie indiquent un repli qui est une tendance générale et touche également les très grands établissements.**

Figure 6 : taille de l'établissement et type de basculement



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

6. Modalités décisionnelles du choix modal

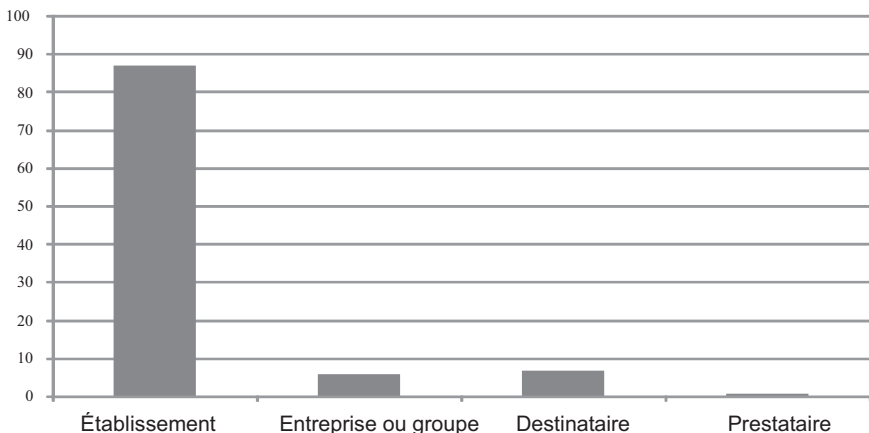
Dans cette dernière partie, nous explorerons les niveaux de décision et leur relation avec le choix du mode. Nous avons vu dans les parties précédentes que la taille de l'établissement pouvait jouer comme facteur dans le recours à un mode. En réalité, ce lien taille de l'établissement/mode repose plutôt sur la relation entre la taille de l'établissement et la nature des flux dans la mesure où les grands établissements, génèrent des volumes de flux élevés et lourds, nécessitant ou se prêtant davantage à un transport non routier.

Une autre hypothèse est que certains modes décisionnels favorisent les transports routiers et d'autres au contraire favorisent les transports alternatifs à la route. Les structures de marché diffèrent totalement d'un mode à l'autre, il en est ainsi des seuils de rentabilité en termes de volume de flux mais aussi en termes de taille d'opérateurs et de pouvoir de négociation entre chargeurs et opérateurs. L'enjeu financier que représente le transport de volumes importants suppose une rationalisation des choix et des stratégies impliquant un niveau décisionnel plus élevé que ce soit à l'intérieur des entreprises ou avec leurs partenaires. La causalité s'exerce dans les deux sens, ce peut être parce que les volumes sont importants que cette rationalisation s'impose, mais ce peut être aussi cette rationalisa-

tion qui permet de massifier les flux et d'améliorer le pouvoir de négociation de l'entreprise et par là le recours aux modes lourds. Le choix du mode relève alors de cet ensemble de décisions stratégiques et le processus de décision peut être interprété comme un levier d'action supplémentaire pour favoriser les transports non routiers.

Pour illustrer ce propos, nous avons d'abord cherché à savoir à quel niveau décisionnel se situe le choix du mode. Les éléments apportés par l'enquête ECHO permettent en effet d'identifier les différentes parties prenantes dans la décision du choix du mode des envois enquêtés entre l'établissement lui-même, son entreprise ou groupe, des prestataires transport mandatés à cet effet, ou encore les clients destinataires de ces envois, chacun pouvant être intervenu seul ou en coordination. La figure 7 montre que **l'essentiel de la décision modale a lieu au niveau décisionnel le plus bas, c'est-à-dire de l'établissement** (87 % des envois).

Figure 7 : intervenants dans la décision du mode

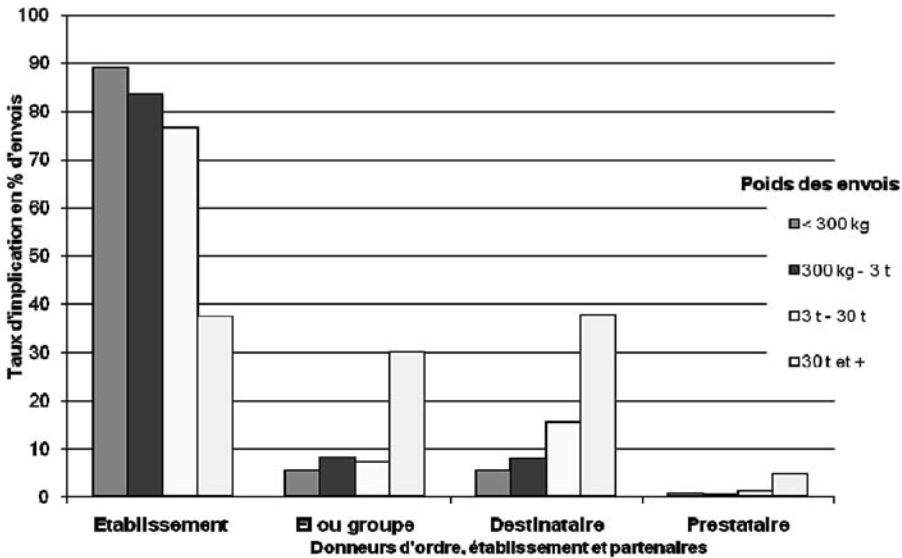


Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

Seules 6 % des décisions sont prises au niveau de l'entreprise ou du groupe alors même que l'appartenance à une structure plus large, entreprise multi-établissements, groupe économique ou financier représente le cas le plus général. Il est cependant intéressant de noter qu'en comparaison des résultats de l'enquête chargeur 1988 ce chiffre a progressé passant de 1 % aux 6 % actuels. Les destinataires n'interviennent guère plus et sont mentionnés dans seulement 7 % des cas soit sensiblement la même proportion que dans la précédente enquête. Les prestataires transport enfin sont les grands absents, ils n'interviennent pour ainsi dire pas dans ces décisions prises en amont et ne sont mentionnés que pour 1 % des envois. Un autre fait frappant est que la prise de décision se fait le plus souvent de façon isolée : l'intervention de décideurs multiples que nous assimilons à la coordination est un fait rare et représente moins de 1 % des envois.

Au-delà de ces premiers constats les analyses montrent cependant le rapport existant entre le poids des envois et le niveau décisionnel impliqué (Fig. 8). Avec le poids de l'envoi la décision du mode est reportée de l'établissement sur le niveau supérieur de l'entreprise ou du groupe ou sur le destinataire. Pour les envois les plus lourds de plus de 30 tonnes, les cas de coordination deviennent moins rares et représentent 10 % des envois et on note également une implication des prestataires de transport. La figure 8 montre ainsi le lien très net entre massification des envois et taux d'implication des partenaires de l'établissement qui passe globalement de 11 % pour les envois de moins de 300kg à 73 % des envois pour les envois de plus de 30 tonnes.

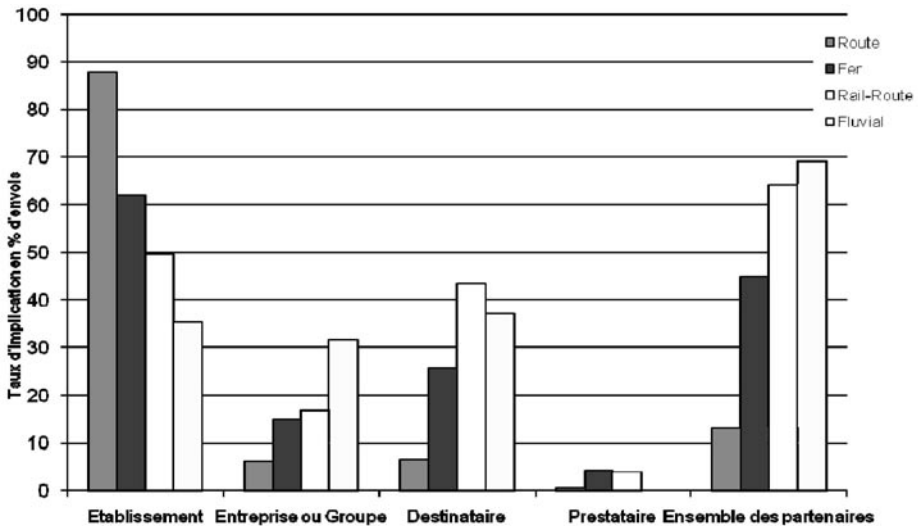
Figure 8 : intervenants dans la décision du mode et poids de l'envoi



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

La dernière figure est sans doute la plus illustrative pour notre propos (Fig. 9). Elle permet de se faire une idée de la relation entre le mode de transport et le niveau de décision ou de coordination pratiqué et oppose clairement le transport routier dont le choix est associé avant tout à la décision du seul établissement aux autres modes pour lesquels les niveaux de décision ou de coordination sont nettement plus élevés : la part des partenaires économiques de l'établissement s'accroît et passe de 13 % pour la route à 45 % pour le fer, 64 % pour le combiné rail-route et 69 % pour le fluvial tandis que la coordination impliquant des décideurs multiples apparaît plus marquée (moins de 1 % des envois routiers, 7 % des envois ferroviaires, 13 % des envois combinés rail-route et 4 % des envois fluviaux). Les modes aériens et maritimes non représentés ici ont une coordination encore plus élevée.

Figure 9 : intervenants dans la décision du choix du mode en fonction du mode retenu



Source : Enquête ECHO 2004, Inrets

L'atomisation de la décision au niveau de l'établissement ressort ainsi comme un élément favorisant le transport routier. Et inversement, une coordination entre les acteurs et des niveaux de décision plus élevés impliquant les partenaires de l'établissement favorisent des envois plus lourds et le recours aux modes alternatifs. L'absence presque totale des auxiliaires de transport, qui pourraient jouer un rôle important est par ailleurs à déplorer.

Conclusion

L'analyse des pratiques modales avec cette enquête, a permis de confirmer la hiérarchie des critères de choix : le coût constitue la principale raison du choix modal, les facteurs liés au temps (fiabilité, durée de transport, flexibilité) interviennent dans un deuxième temps.

L'autre enseignement de cette analyse est que, d'après les chargeurs, l'alternative à leur choix modal est quasi-inexistante. Cependant, on peut s'interroger sur leur connaissance réelle de l'offre de transport et de ses coûts. Ainsi, l'analyse sur la perception des coûts en transport pour compte d'autrui et transport pour compte propre montre qu'en fonction du chargeur et de ses pratiques de transport, le coût de transport ne regroupe pas les mêmes éléments de dépense.

L'enquête ECHO confirme d'une part, l'inertie des pratiques modales des chargeurs et d'autre part, des basculements effectués majoritairement en faveur de la route.

Enfin quant à la prise décision, nous avons mis en évidence le rôle prépondérant de l'établissement même si l'implication des autres partenaires a légèrement augmenté depuis la précédente enquête. La coordination s'avère plus forte en cas de recours à des modes non routiers et pour les envois internationaux.

Cette enquête montre que bien que des efforts en faveur des modes non routiers de la part des pouvoirs publics en raison des préoccupations environnementales, les pratiques des chargeurs restent davantage en adéquation avec le mode routier.

Références

- Allen W.B. (1977). The demand for freight transportation: a micro approach. *Transportation Research*, Vol. 11, 9-14.
- Baumol W.J., Vinod H.D. (1970). An inventory theoretic model of freight transport demand. *Management Science* 16 7, 413-421.
- multi-établissements M. (1997). Le transport routier de marchandises, Fonctionnement et dysfonctionnements. Economica, Paris.
- Besson P., Savy M., Valeyre A., Veltz P. (1988) Gestion de production et transports, vers une nouvelle économie de la circulation. Paradigme, Paris.
- Blauwens G. *et al.* (2002). *Transport Economics*. De Boeck Éditions, Antwerpen.
- Burmeister A. (2000). Familles logistiques – Propositions pour une typologie des produits transportés pour analyser les évolutions en matière d'organisation des transports et de la logistique. Rapport INRETS-TRACES, DRAST, Paris.
- Christopher M. (1992). *Logistics and Supply Chain Management*. Pitman Publishing, London.
- Colin J., Mathe H., Tixier D. (1983). La logistique au service de l'entreprise, moyens, mécanismes, enjeux. Dunod, Paris.
- Demangeon E. (2006). Où le transport public gagne-t-il du terrain ? *L'Officiel des transporteurs*, n° 2363, pp. 25-28 et 41-52.
- Fokou, C. (1984). Transport privé ou transport public de marchandises : une analyse du choix des entreprises ? Thèse de doctorat en sciences économiques et de gestion, Université Lyon II.
- Gray R. (1982). Behavioural approaches to freight transport modal choice, *Transport Reviews*, Vol. 2, No. 2, 161-184.
- Guilbault M. (1992). Les pratiques logistiques des chargeurs et le recours au compte propre, World Conference on Transport Research, WCTR, Lyon, 29 juin-3 juillet, 15 p.

- Guilbault M. (1994). Quelles contraintes pour les chargeurs ? Variété de la demande et choix de transport. INRETS, rapport de recherche n° 178.
- Guilbault M. *et al.* (2006). Enquête ECHO – Premiers résultats d’analyse transport. Rapport de convention INRETS.
- Guilbault M., Soppé M. (2007). Modal shift and inter-modality: The real latitude of shippers faced with political imperatives of sustainable development, 1st International scientific conference “Competitiveness and complementary of transport modes, perspective for the development of intermodal transport”, 10-12 May 2007, University of the Aegean, Chios, Greece.
- Hanappe P., Gouvernal E. *et al.* (1989). Pratiques de transport des industries et des commerces de gros. INRETS Rapport de recherche n° 99.
- Quinet E., Vickerman R. (2004). *Principles of Transport Economics*. Edward Elgar Editions, Cheltenham, UK.
- Rodrigue, J.-P. (2006). Challenging the Derived Transport Demand Thesis: Issues in Freight Distribution, *Environment & Planning A*, Vol. 38, No. 8, 1449-1462.
- Rodrigue J.-P. (2000). L’espace économique mondial, Les économies avancées et la mondialisation. Sainte-Foy, PUQ.
- Savy M. (1986). Analyse de la demande de transport. Cours de techniques d’exploitation des transports de marchandises. ENPC-Paris.
- Savy M. (2007). *Le transport de marchandises*. Eyrolles–Editions d’Organisation, Paris.
- Swenseth S.R., Buffa F.P. (1990). Just-in-Time: Some effects on the logistics function, *The International Journal of Logistics Management*, 1, 2, 25–34.
- Tyworth J.E. (1991) The inventory Theoretic Approach in Transportation Selection Models : A Critical Review, *Logistics and transportation Review*, Vol. 27, No 4, 299-318.
- Veltz P. (1996) Mondialisation, villes et territoires : une économie d’archipel. PUF, Paris.
- Woodburn A.G. (2003). A logistical perspective on the potential for modal shift of freight from road to rail in Great Britain. *International Journal of Transport Management*, 1, 237-245.

Consommation d'énergie des chaînes de transport : préparation de la base trajets

Christophe Rizet, Mariame Mbacké

Département Économie et Sociologie des Transports

INRETS-DEST

Descartes 2 – 2, rue de la butte verte

F-93166 Noisy-le-Grand Cedex

christophe.rizet@inrets.fr, mariame.mbacke@inrets.fr

Résumé

L'enquête ECHO a été adaptée pour permettre de calculer la consommation d'énergie par envoi. Cette communication présente l'état d'avancement d'une recherche engagée dans le cadre du Prédit et visant à relier une connaissance fine des consommations d'énergie et émissions de GES à l'activité et aux choix logistiques des entreprises. Elle présente en particulier les différentes étapes de la mise au point de la base 'trajets', qui ont permis le calcul de la consommation d'énergie par envoi. Quelques résultats provisoires sont également indiqués, sur les consommations d'énergie des modes et la dispersion de l'efficacité énergétique par envoi pour le transport routier.

1. Objectif : analyser la consommation d'énergie du transport de fret

Le taux élevé de croissance du transport par route est un défi pour l'environnement, en particulier face aux engagements de Kyoto. Or, en matière de marchandises, la connaissance des déterminants de la demande de transport est moins avancée que pour les voyageurs, alors qu'une intervention efficace en vue de réduire les incidences de la circulation du fret nécessite une connaissance approfondie des facteurs de décision des choix logistiques.

L'enquête auprès des chargeurs lancée par l'INRETS en 1988 visait déjà à améliorer cette connaissance. Elle permet notamment de relier la demande de transport à l'activité économique des établissements et à leurs choix logistiques. Et, grâce au suivi des envois elle permet de connaître cette demande au niveau très détaillé des chaînes de transport d'un échantillon d'envois. Une nouvelle enquête, rebaptisée ECHO, a été lancée en 2004 avec de nouveaux objectifs, en particulier de quantifier la consommation d'énergie par envoi. Cette consommation pourra alors être analysée au regard des nombreuses informations disponibles sur les chargeurs et leur logistique. L'objectif central de ce programme de recherche est donc d'analyser l'influence des choix logistiques des entreprises sur la quantité d'énergie consommée pour transporter leur fret

Notre communication présente les travaux d'apurement, de mise en cohérence et d'enrichissement de la base de données trajets de l'enquête ECHO. Les auteurs remercient Nicolas Lebelle, Philippe Marchal, et Zhen Chen qui ont également participé à ces travaux.

1.1. Adaptation de l'enquête ECHO à l'analyse de l'énergie

La nouvelle enquête ECHO, a pu être adaptée pour quantifier l'énergie consommée en transport de fret et une première analyse à partir des variables estimées a montré la possibilité de mettre ainsi en évidence l'influence des choix logistiques des entreprises sur l'énergie consommée en transport (Rizet, Keita, 2002). Les principales modifications apportées pour permettre le calcul de la consommation d'énergie par envoi portent sur le suivi des trajets. Des questions ont été ajoutées ou modifiées sur le type de véhicule, pour les parcours à vide avant et après le trajet et le taux de remplissage.

1.2. Mise au point de la base « trajets »

Avant de se lancer dans cette analyse de la consommation d'énergie en fonction des choix logistiques des entreprises, un long travail de mise en forme de la base 'trajets' est nécessaire. Cette mise en forme comprend notamment :

- la mise en cohérence de la succession des trajets ;
- l'estimation des distances ;
- l'estimation des autres variables manquantes ;
- la reconstitution de la messagerie.

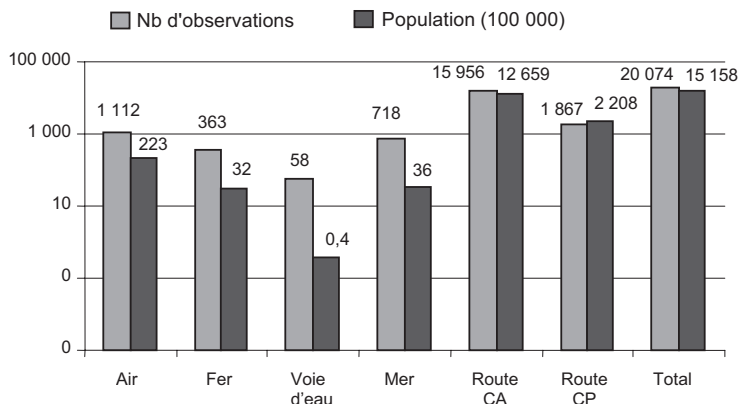
Et le calcul de la consommation d'énergie proprement dit.

Ces différents points sont développés ci-dessous.

1.3. Contenu de la base « trajets »

Les 10 000 envois observés par ECHO se répartissent en 20 000 trajets observés représentant près de 1,5 million de « trajets envois » réels (Fig. 1).

Figure 1 : répartition des observations de la base trajet par mode et population d'envois trajets correspondants



Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

2. Cohérence des trajets

2.1. Quelques incohérences relevées

Dans la base reçue, de nombreux trajets ne suivent pas un déroulement cohérent. On trouve par exemple, pour un même envoi (une même chaîne de transport) des cas où la destination de l'envoi (questionnaire envoi, renseigné par le chargeur) n'est pas identique à la destination du dernier trajet de la chaîne (destination du dernier questionnaire trajet), des cas où l'enchaînement des trajets n'est pas cohérent (destination de l'étape i = origine de l'étape $i + 1$) ou encore où un trajet routier traverse l'océan...

2.2. Développement d'un outil de vérification (P. Marchal)

Pour corriger ces erreurs, semi-automatiquement, Philippe Marchal a mis au point un outil (Fig. 2) qui permet de visualiser les trajets successifs et d'automatiser le calcul des distances. Mais, même avec cet outil il reste malgré tout beaucoup de travail manuel !

L'outil construit est réutilisable ; il permet la vérification et l'enrichissement de tout type de données origine-destination et sera en particulier utile pour l'Enquête Nationale Transport 2007 (dont la composante GPS).

3. Reconstitution de la messagerie

3.1. La méthode

Beaucoup d'envois observés passent chez certains gros intégrateurs (plusieurs centaines d'enquêtes chez TNT ou DHL). En cas de non-réponse de ces grands intégrateurs une procédure de reconstitution des trajets correspondants

Figure 2 : l'outil graphique développé par Philippe Marchal (DEST)



Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

a été mise au point. Parfois cette reconstitution a été aidée par le 'suivi web' de l'intégrateur, fourni par le chargeur. La procédure générale de reconstitution consiste, après analyse des réseaux de ces intégrateurs, à définir pour chacun d'entre eux des trajets types, à partir du type de nœuds de départ et d'arrivée. On distingue quatre types de nœuds : agence de collecte-livraison, plate-forme routière, plate-forme aérienne et hub aérien. À chaque type de trajet défini par ses nœuds d'origine et de destination, on affecte, par opérateur un mode, un type de véhicule et un taux de remplissage, qui vont permettre de calculer la consommation d'énergie de cet envoi.

3.2. Résultats de la reconstitution

Sur 1239 envois messagerie sans trajet, 1131 chaînes complètes ont reconstituées « à la main », soit 5553 trajets (Tab. 1), soit en moyenne 4,9 trajets/envoi dans la messagerie reconstituée contre 1,7 trajet pour les autres envois. Le tableau ci-dessous indique la répartition des trajets reconstitués par type.

Tableau 1 : répartition des trajets « messagerie » reconstitués

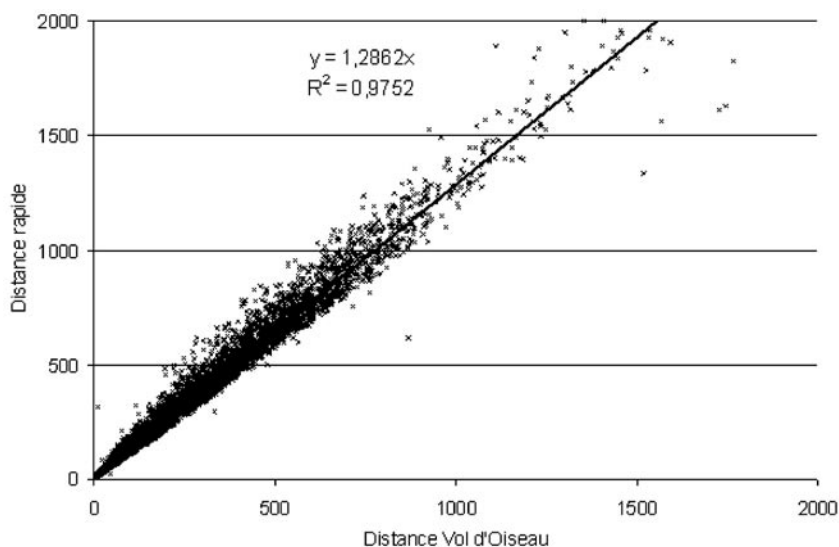
Type Trajets	Nb	%
Tournées	2402	43 %
Agence / PF	1805	33 %
PF / PF	501	9 %
Air Europe	51	9 %
Air autres	299	5 %
Autre mode	35	0,7 %
Total	5553	100

Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

4. Les distances

Deux grands types de distance sont utilisés dans la base : les distance à vol d'oiseau, directement calculées par l'outil de vérification-enrichissement de Ph. Marchal et des distances « réseau ». Les distances routières sont également calculées automatiquement par un algorithme de recherche d'itinéraire sur le réseau européen : elles ont donc été calculées systématiquement pour tous les trajets (routier ou non) dont l'origine et la destination sont en Europe, ce qui facilitera par exemple l'analyse du choix modal. La figure 3 compare pour ces trajets « européens », la distance à vol d'oiseau (en abscisse) et la distance routière (en ordonnée).

Figure 3 : distances à vol d'oiseau et routières

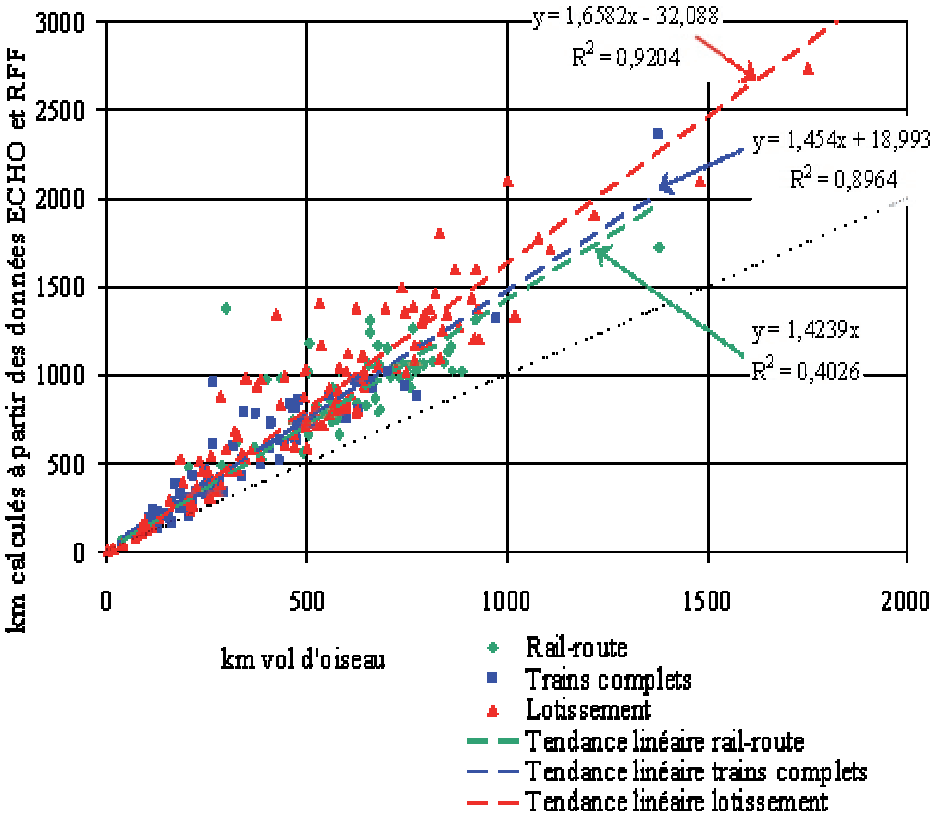


Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

On observe qu'en moyenne sur notre échantillon, la distance routière est près de 30 % plus longue que la distance à vol d'oiseau. Ce graphe permet également de repérer « à l'œil » les trajets qui s'éloignent le plus de cette norme.

Pour les autres modes terrestres (fer et voie navigable), les distances réseau ont été calculées « à la main » à partir des réseaux. Pour la voie navigable, nous avons bénéficié de l'aide de VNF et pour le fer nous avons utilisé la description du réseau fournie par RFF sur son site web. Le graphe ci-dessous compare, pour 3 types d'envois ferroviaires (trains complets, rail-route et lotissement), les distances ferroviaires ainsi estimées avec les distances à vol d'oiseau. L'allongement de la distance réseau par rapport à la distance à vol d'oiseau est nettement supérieur à celui obtenu pour la route : +42, 45 ou 66 % respectivement pour le rail-route, les trains complets ou le lotissement.

Figure 4 : distances à vol d'oiseau et ferroviaires



Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

5. Calcul des consommations d'énergie

5.1. Méthode générale de calcul de l'énergie par envoi

La consommation d'énergie est tout d'abord calculée par trajet, comme une fonction du poids total, de la distance en charge et de la distance à vide $f(\text{Poids Total}, \text{DistCh}, \text{DistVid})$, selon le type de transport (pour le fer : lotissement, partie ferroviaire du rail-route, et trains complets sont distingués). On affecte à l'envoi suivi, la part de l'énergie proportionnelle à son poids dans le poids total du chargement de ce véhicule sur cet envoi ; puis on somme sur les trajets de cet envoi.

5.2. Consommations d'énergie des trajets fluviaux

Pour les 60 observations de trajets fluviaux, nous avons utilisé les résultats de l'étude récente VNF-ADEME/TL&A (2005). La consommation retenue, en l/km d'un bateau avalant en charge est :

- pour un automoteurs : de 4,5 à 8,3 selon la capacité ;
- pour un pousseur : de 7,7 à 15,0 selon sa puissance.

À ces consommations moyennes on applique des coefficients correcteurs : Interbassin / avalant : 0.7 et montant / avalant : 1,45 ; trajets à vide : 0,7.

5.3. Consommation d'énergie des trajets aériens

Les 1080 trajets observés se répartissent entre 210 aéroports. La consommation par trajet est fonction du type d'avion, de la distance et de l'altitude de vol. Lorsque le type d'avion n'est pas renseigné, nous avons retenu :

- un B722 pour un vol court courrier (0-5000 km) ;
- un B752 pour un moyen courrier (5001-8000 km) ;
- et un B744 pour un long courrier (8000-14000 km).

L'altitude de vol et la consommation d'énergie qui en résulte sont estimées comme une fonction de la distance et du type d'avion, à partir des données Eurocontrol (BADA) et des fonctions de consommation par type d'avion.

Pour les courts courriers l'altitude de croisière, d'environ 35 000 pieds, est atteinte au-delà de 12000 miles. Un B744 sur 5000 miles, la consomme, en tonnes de kérosène : 7,5 en montée, 90 en croisière, 1,4 en descente : 99 t au total, soit 20,3 kg/mile.

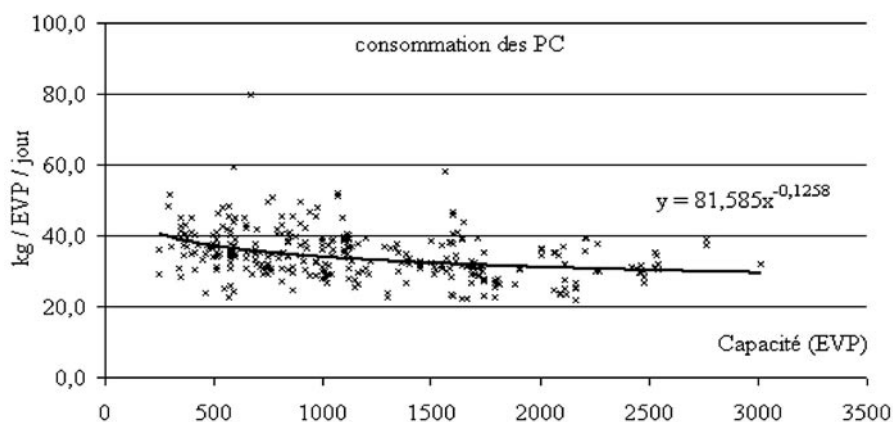
La consommation moyenne par avion varie de 5 à 20 kg/mile.

5.4. Consommation d'énergie des porte-conteneurs maritimes

Pour un transport maritime en conteneur, la consommation est calculée par conteneur, qui tient un rôle proche de celui du véhicule dans le cas de la consommation routière. La consommation d'un porte-conteneurs, exprimée en kg de Bunker Fuel Oil par EVP³⁸ et par jour est peu sensible à sa capacité : environ 30 kg/evp (Fig. 5).

³⁸ Équivalent Vingt Pieds

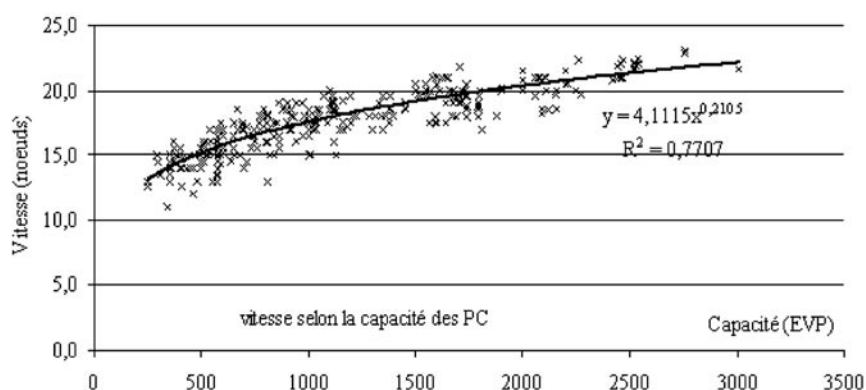
Figure 5 : consommation d'un porte conteneur selon sa capacité



Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

En revanche sa vitesse est croissante avec sa capacité : de 15 nœuds pour un 500 EVP à 22 nœuds pour 3000 EVP (Fig. 6).

Figure 6 : vitesse d'un porte-conteneur selon sa capacité



Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

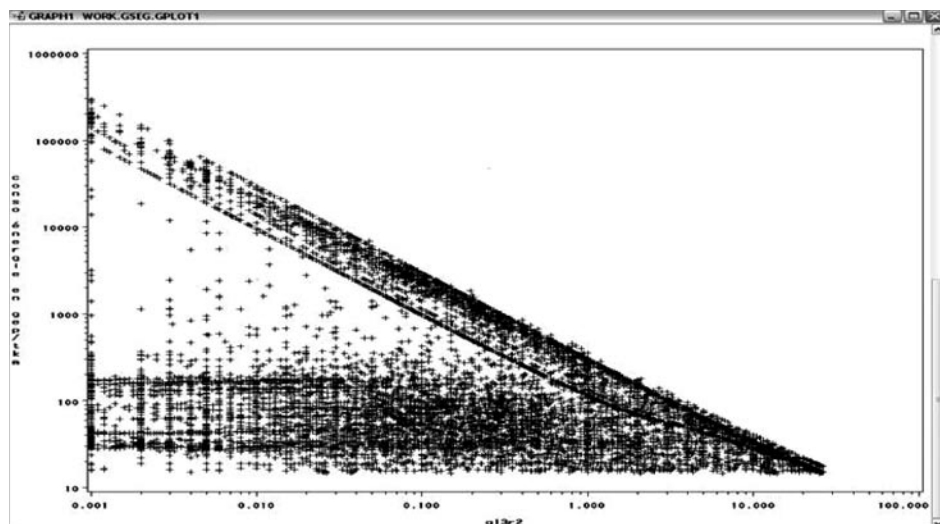
La consommation exprimée en EVP/km est donc sensiblement décroissante : de 6,5 kg /km pour un 500 EVP (feeder) à 3,0 kg pour un grand PC de 6000 EVP.

5.5. Consommation d'énergie des trajets routiers

Le calcul d'énergie par envoi-trajet routier a été obtenu quelques jours avant la rédaction de cette communication. Ce sont les résultats de ce calcul qui sont présentés dans la figure 7. Chaque point y figure un envoi-trajet repéré par sa

consommation unitaire, en gep/t km (l'inverse de son efficacité énergétique). L'abscisse de ces observations est le poids de l'envoi. On observe, comme cela avait été le cas sur un petit échantillon de données de 1999 (Rizet et Keita 2002), une très forte dispersion des consommations unitaires. Dans ce triangle qui place les envois selon leurs consommations unitaires (en ordonnée) et leur poids (en abscisse), les envois de poids importants ont tous une consommation à la tkm faible et peu variable, de l'ordre de 20 à 30 gep/t km pour les envois de plus de vingt tonnes ; quand le poids de l'envoi diminue sa consommation unitaire est plus variable et, en moyenne, plus élevée. C'est donc principalement cette forte dispersion des consommations unitaires qu'il faudra analyser et expliquer dans la suite de cette recherche.

Figure 7 : consommations unitaire des envois-trajets routiers selon le poids de l'envoi



Source : Enquête ECHO 2004, INRETS

Conclusion

La très grande variabilité des consommations unitaires constatée pour le transport routier est liée principalement au poids du chargement transporté sur ce trajet ; elle se traduira, dans la suite de cette recherche, par une grande imprécision des calculs de consommations moyennes ; elle met ainsi en évidence la nécessité d'une approche rigoureuse pour quantifier ces phénomènes et l'inadéquation des consommations unitaires moyennes qui sont souvent utilisées par manque d'information.

La grande dispersion des consommations unitaires constatée dans ce graphique pour les trajets routiers devrait encore s'amplifier lorsque nous serons en mesure de comparer des chaînes de transport complexes.

Références

- Beguier S., Durif M., Fontelle J.P., Oudart B. (2000). Étude sur les pollutions de l'air par les moteurs des bateaux de la navigation intérieure, CITEPA, 48 p. + annexes.
- Zhen C. (2004). L'organisation de transport messagerie et ses impacts sur la consommation d'énergie, mémoire de DEA, ENPC-INRETS, septembre 2004.
- Guilbault M., Armoogum J., Rizet C. (2002). Enquête ECHO – Rapport méthodologique d'étape, INRETS-METM, 45 p. + annexes.
- Guilbault M. *et al.* (2005). Enquête ECHO, premiers tableaux d'exploitation, INRETS. Tome 1. Établissements chargeurs, M. Guilbault, V. Guilbault et B. Canal, août 2005. Tome 2. Envois et chaînes modales, M. Guilbault et B. Canal, août 2005, 159 p. Tome 3. Intervenant et chaînes organisationnelles, M. Guilbault et B. Canal, fév. 2006. Tome 4. Trajets, C. Rizet et N. Lebelle, mars 2006, 51 p.
- Hickman A J. (1997). Emissions function for heavy duty vehicles. Deliverable 10 for the MEET project ; TRL, 20 p.
- Jancovici J.M. (2007). Bilan carbone entreprises et collectivités –Guide des facteurs d'émissions, version 5.0, ADEME, 240 p.
- TL & Associés (2005). Étude sur le niveau de consommation de carburant des unités fluviales françaises, ADEME/VNF.
- Kalivoda M.T., Kudrna M. (1997). Methodologies for estimating emissions from air traffic ; Meet project, task 3.1 deliverable n° 18, 60 p. + annexes.
- Rizet C., Keïta B. (2002). Choix logistiques des entreprises et consommation d'énergie – Amélioration à apporter à l'enquête ECHO, Rapport INRETS/ADEME, 103 p.
- TL & Associés (2005). Étude sur le niveau de consommation de carburant des unités fluviales françaises, ADEME/VNF (non encore publié).
- Trozi C., Vaccaro R. (1998). Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships, Techne report Meet RF98, 44 p.

Fiche bibliographique

Unité de recherche SPLOTT	Projet N°	Actes INRETS N° 121
Titre Apports des enquêtes chargeurs		
Sous-titre Connaissance des chaînes de transport de marchandises et de leurs déterminants logistiques		Langue Français/anglais
Coordination scientifique Michèle Guilbault, Martin Soppé		Rattachement ext.
Nom adresse financeur, co-éditeur Ministère de l'Énergie, de l'Environnement du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire / Service de l'Observation et de la Statistique.		N° contrat, conv.
		Date de publication Novembre 2009
Résumé L'enquête nationale ECHO, qui a permis d'interroger près de 3 000 chargeurs et de suivre de l'ordre de 10 000 envois, constitue un matériau important d'analyse des transports et de leurs déterminants logistiques. L'objet de cette journée était de rendre compte de la spécificité et des apports de ce type d'enquête. Organisée autour de cinq grands thèmes, elle présente les résultats de recherches entreprises à partir de cette enquête nationale et à partir d'enquêtes similaires qui ont été menées aux États-Unis et en Allemagne. Les interventions témoignent des relations entre transport et organisation des firmes industrielles. Elles montrent les grandes évolutions du système productif et leurs incidences sur les transports, les arbitrages que les chargeurs sont amenés à faire ou encore les liens entre organisation logistique et durabilité. Une attention particulière est portée à l'analyse de certains types de chaîne (chaînes maritimes, fret aérien, transport de marchandises en ville), tandis que des approfondissements thématiques permettent de préciser certains aspects liés aux relations entre intervenants de la chaîne, à la concrétisation de la demande de transport par les décisions de choix modal, ou encore à l'évaluation énergétique des différents types de chaînes. Ces analyses soulignent enfin l'importance de l'envoi comme unité de mesure dans un contexte de marché des transports très fragmenté.		
Mots clés transport de marchandises, système productif, demande de transport, organisation logistique, chaîne de transport, maritime, fret aérien, transport urbain de marchandises, durabilité, évaluation énergétique des chaînes de transport.		
Nb de pages 222	Prix 15,24 €	Bibliographie oui

Publication data form

Research Unit SPLOTT	Projet N°	INRETS proceeding No 121
Title Contribution of shipper survey		
Subtitle Understanding of transport chains and their logistics determinants		Language French/English
Scientific editors Michèle Guibault, Martin Soppé		Affiliation
Sponsor, co-editor, name and address Ministère de l'Énergie, de l'Environnement du Développement durable et de l'Aménagement du Territoire / Service de l'Observation et de la Statistique.		Contract, conv. N°
		Publication date November 2009
Summary ECHO National Survey, which comprise of about 3000 interviews with shippers corresponding up to 10 000 shipments, constitutes a significant basis of analysis to study transport chains and their logistics determinants. The objective of the meeting was to report the specificity and the contributions of this type of surveys. The meeting was organized around five main issues, presenting the results of the research based on this particular national survey as well as on similar surveys conducted in the United States and Germany. The presentations point out the relationships between transportation and industrial firms organizations. They show how production systems have evolved and their impacts on transport, how shippers decisions are being made or how logistic organizations and sustainability are linked. A special attention is given to the analysis of some specific chains (maritime chains, air freight, urban freight), while others in-depth issues studied clarify aspects such as the relationships between chain operators, the achievement of transport demand through modal choice decisions or the energy assessment of some types of chains. These analyses underline the significance of the shipment as the main unit of measure, in the context of a very fragmented transport market.		
Key words freight, production system, transport demand, logistics organization, transport chain, shipping, air freight, urban freight, sustainability, energy analysis of transport chains		
Nb of pages 222	Price 15,24 €	Bibliography yes

L'enquête nationale ECHO, qui a permis d'interroger près de 3 000 chargeurs et de suivre de l'ordre de 10 000 envois, constitue un matériau important d'analyse des transports et de leurs déterminants logistiques. L'objet de cette journée était de rendre compte de la spécificité et des apports de ce type d'enquêtes chargeurs en présentant des recherches menées à partir de cette enquête ECHO et à partir d'enquêtes similaires qui ont été menées aux États-Unis et en Allemagne. Ces recherches soulignent l'importance des liens entre systèmes productifs chargeurs et transports et la complexité croissante des organisations logistiques et des chaînes de transport. Elles montrent aussi comment les évolutions logistiques de ces dernières années conduisent à des choix de transport de plus en plus précontraints et largement favorables à la route.

Michèle Guilbault est ingénieur de recherche
à l'INRETS-SPLOTT

Martin Soppé est chargé de recherche
à l'INRETS-SPLOTT

Actes n° 121
Novembre 2009

15,24 €

Photo de couverture : Hermès, dieu grec du commerce
et des voyageurs - Musée du Louvre



Institut national de recherche
sur les transports et leur sécurité



ISSN 0769-0266
ISBN 978-2-85782-667-5