



**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE
SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SECURITÉ**

Christophe Rizet (INRETS DEST, Arcueil)

**Michael Browne, Jacques Léonardi, Julian Allen, Marzena Piotrowska
(University of Westminster TSG, Londres)**



Eric Cornélis, Julien Descamps (FUNDP GRT, Namur)



CHAINES LOGISTIQUES ET CONSOMMATION D'ENERGIE : Cas des meubles et des fruits & légumes

Rapport final, Décembre 2008

Contrat INRETS/ADEME N° 05 03 C 0170



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Energie

INRETS - RE-08-009

Contact :
Christophe Rizet
INRETS DEST
2 rue de la Butte Verte
93166 NOISY LE GRAND CEDEX
rizet@inrets.fr

Table des matières

Table des matières	I
Résumé	III
Abstract.....	IV
Note de synthèse	V
1. Introduction: une contribution chiffrée à un débat global sur l'énergie et les émissions de CO₂ des chaînes logistiques	1
2. Méthodologie standardisée de l'enquête sur les chaînes logistiques.....	3
3. L'enquête web auprès des consommateurs	13
3.1 Méthodologie de l'enquête.....	13
3.2 Analyse des réponses obtenues pour les fruits et légumes	13
3.3 Analyse des réponses obtenues pour les meubles.....	19
3.4 Comparaison avec les résultats de la première phase	23
4. Les chaînes logistiques: description et résultats-clés.....	24
4.1 Les chaînes de la pomme de l'hypermarché:	24
4.2 Les chaînes de distribution des grossistes pour la pomme	32
4.3 La vente directe de pommes à la ferme	37
4.4 Les chaînes de distribution des grossistes pour la tomate	38
4.5 Chaînes du Limousin rural: Panier Paysan, marchés, vente à la ferme, supermarché, magasin.....	43
4.6 Les chaînes de distribution du meuble : cas de la bibliothèque à base de panneaux de particules	50
4.7 Les chaînes de distribution du meuble : cas de la commode en pin	59
5. Analyses comparatives des résultats obtenus.....	65
5.1 Comparaisons des trajets maritimes	65
5.2 Comparaison des émissions entre types de distributions.....	69
5.3 Comparaisons: influence de la densité de consommateurs	72
5.4 Comparaison des émissions entre pays: peu de différence	75
6. Conclusions	77
6.1 La méthode	77
6.2 Un outil pour faire baisser les émissions.....	78
ANNEXES.....	81
A - Analyse bibliographique.....	81
B - Sources pour les facteurs de conversion et les facteurs d'émission	94
C – Calculs de l'énergie et du CO ₂ des chaînes logistiques.....	98
D - Analyse des données récoltées lors de l'enquête en ligne sur les comportements de déplacements des consommateurs.....	130
Abréviations	160
Index des tableaux	161
Index des figures	165

Résumé

Chaînes logistiques et consommation d'énergie : Cas des meubles et des fruits et légumes

La consommation d'énergie des chaînes logistiques est mesurée en gramme équivalent pétrole par kg (gep/kg) et les émissions de GES en gramme équivalent CO₂ par kg (geCO₂/kg) pour des chaînes logistiques d'organisations différentes. La comparaison entre différentes chaînes aboutissant aux mêmes consommateurs permet alors de mieux cerner l'efficacité de ces chaînes. Après le yaourt et le pantalon jean, étudiés dans une phase antérieure de cette recherche, le présent rapport traite des fruits et légumes, dont l'achat est fréquent et des meubles dont l'achat moins fréquent génère souvent davantage de déplacements du consommateur. Pour ces deux types de produits, les chaînes sont étudiées et comparées en Belgique, en France et au Royaume-Uni. Dans chaque pays les chaînes diffèrent notamment par l'origine des approvisionnements et par les formes de distribution. Comme dans la phase précédente, consommation d'énergie et émissions de GES sont estimées aux différentes étapes de la chaîne et rapportées au kilo de produit vendu (meuble ou fruit), ce qui permet de comparer l'efficacité énergétique par étape (transport, plates-formes, magasins, trajet consommateur) puis l'efficacité globale de la chaîne. Outre les comparaisons internationales, cette seconde phase visait à cerner l'impact de la densité de population sur l'efficacité de la chaîne logistique et à mieux quantifier le poids du 'dernier kilomètre' (le déplacement du consommateur). Pour analyser l'énergie dépensée par le consommateur qui va acheter son produit, une enquête en ligne a été menée auprès d'un échantillon de consommateurs ; cette enquête nous a permis de préciser l'importance de l'énergie consommée par le dernier kilomètre dans l'ensemble de la chaîne. Ce rapport montre aussi les spécificités de chacun des trois pays étudiés ainsi que la différence entre la région parisienne, fortement peuplée et le Limousin, de faible densité de population.

Abstract

Logistics chains and energy consumption: Case of furniture and fruits and vegetables

The report analyses the energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions associated with logistics activities for two product categories: furniture and fruit and vegetables. The energy consumption has been calculated from the point of origin to final destination in the logistics chains for products retailed in Belgium, France and UK and the results compared by type of chain and between countries. Making comparisons between different logistics chains for the same product allows the opportunity to analyze the energy efficiency of various logistics chain configurations. The energy consumption has been measured in gram of oil equivalent per kg (goe/kg) of product. The GHG emissions have been measured in gram of CO₂ equivalent per kg (gCO₂eq/kg).

Yogurt and jeans (i.e. trousers) were studied in a previous phase of this research. The current report has considered fruits and vegetables (a frequently purchased product), and furniture (a far less frequently purchased type of product which therefore generates far less frequent shopping trips, but more trips per item purchased than fruits and vegetables).

For these two types of products, the chains are studied and compared in Belgium, France and United Kingdom. In each country, the chains differ in terms of the origin of supplies and the type of distribution used. As in the previous study, energy use and GHG emissions are estimated at different points and for different stages in the supply chain, and related to the kilogram of product sold. This facilitates comparisons between the energy efficiency at each stage in the supply chains for both product types (i.e. transportation, distribution centers, shops, consumer trips) as well the total energy consumption across the entire supply chain for each product.

In addition to international comparisons, this second phase was intended to assess the impact of population density on the efficiency of the supply chain, and at better quantifying the importance of the 'last mile' in the supply chain (i.e. the consumer's shopping trip). In order to analyze the energy used by the consumer on their shopping trip, an online survey was carried out with a sample of consumers. This survey provided the data required to more precisely calculate the importance of the energy used in the last mile in relation to the rest of the supply chain. The report also identifies the variations between the three countries studied, and, for France, the difference between the densely-populated Paris region, and Limousin, which has a low population density.

Chaînes logistiques et consommation d'énergie :

Cas des meubles et des fruits et légumes

Note de synthèse

1 Objectifs et contexte

Cette recherche, financée avec le concours de l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) dans le cadre du Programme Interministériel sur les Transports (PREDIT), analyse l'influence de l'organisation de la chaîne logistique sur la demande de transport et la quantité d'énergie correspondante. Pour amener sur le marché une certaine quantité de biens, différentes formes d'organisations logistiques sont possibles, qui peuvent entraîner des demandes de transport et des consommations d'énergie différentes. Ces différences entre filières logistiques peuvent porter notamment sur les points suivants :

- le produit considéré peut être fabriqué localement ou importé de pays plus ou moins lointains et le fabricant peut lui-même s'approvisionner en matières premières d'origines plus ou moins lointaines ;
- le magasin de distribution peut être une petite boutique en centre ville ou un hypermarché en périphérie d'agglomération. Dans le premier cas, le consommateur s'y rend généralement à pied, alors que, dans le second cas, il prend le plus souvent sa voiture.

Ce rapport présente la seconde étape d'une recherche sur le thème de l'efficacité énergétique des chaînes logistiques. Dans la première étape nous avons étudié les chaînes du yaourt et du jean ; la présente étape analyse les fruits et légumes d'une part, les meubles d'autre part. Outre l'élargissement à d'autres produits, cette nouvelle étape s'efforce d'apprécier dans quels contextes les résultats sont valides et aussi de préciser les réponses aux questions déjà abordées dans la première phase : quelle quantité d'énergie est nécessaire pour amener un kilo de produit donné jusque chez le consommateur par les différentes chaînes étudiées ? Quels sont les écarts de consommation d'énergie entre les différentes formes de chaînes logistiques analysées et quel est le poids des différents maillons ? Nous considérons ici les chaînes de trois pays européens : Belgique, Royaume-Uni et France, et nous comparons des régions de différentes densités de population, pour apprécier l'impact de cette densité sur l'efficacité énergétique des chaînes logistiques. Enfin, nous voulons mieux apprécier le poids du trajet des consommateurs dans la consommation d'énergie et les émissions de CO₂ de la chaîne logistique ; cet objectif nous a conduits à mener une enquête en ligne auprès des consommateurs pour saisir leur comportement de déplacement.

2 La méthode

Dans cette seconde phase nous travaillons sur la pomme et la tomate, caractéristiques des « fruits et légumes » couramment vendus et sur deux types de meubles, bibliothèques en panneaux de particules et commode en pin, dont l'achat est beaucoup moins fréquent mais qui induisent des déplacements plus longs et plus complexes pour le consommateur qui va choisir son produit. Pour obtenir des chaînes logistiques de morphologies différentes, nous partons de la zone de consommation et nous 'remontons' différentes chaînes logistiques, en partant de différents types de distributions ; aux différents formats de distribution généralistes (hypermarché, supermarché et supérettes) analysés dans le travail précédent, nous avons ajouté des formes de vente plus spécifiques aux fruits et légumes (marché de plein air, vente à

la ferme, ...). La méthodologie utilisée pour quantifier la consommation d'énergie est proche de celle de la phase 1 pour la partie logistique, en amont du point de vente, mais elle a été profondément modifiée pour ce qui concerne l'analyse des déplacements des consommateurs.

2.1 Consommation d'énergie de la logistique, en amont du point de vente

Une fois définies les chaînes à étudier, les principales étapes sont les suivantes :

- reconstituer la morphologie de ces chaînes logistiques depuis les matières premières jusqu'au point de vente en passant par les usines de fabrication, les grossistes et les entrepôts ;
- estimer, à chaque étape, les consommations d'énergie et les émissions de GES générées, en lien avec le volume de produit concerné;
- convertir ces différentes formes d'énergie en unités communes : le gramme d'équivalent pétrole par kilo de produit étudié (gep/kg) et le gramme d'équivalent CO₂ par kilo (geCO₂/kg), que nous cumulons sur l'ensemble de la chaîne pour comparer et analyser ces écarts entre chaînes logistiques, en relation avec l'organisation de ces chaînes.

2.2 L'enquête en ligne auprès des consommateurs

Pour analyser les comportements de déplacements des consommateurs qui vont acheter les produits étudiés, une enquête en ligne (par internet) auprès des consommateurs a été conçue, réalisée et exploitée. Elle permet notamment de connaître les motifs du déplacement, le type de commerce où a eu lieu l'achat et les caractéristiques du transport. Pour les meubles, l'enquête s'intéresse également aux déplacements qui ont pu être faits avant l'achat proprement dit, pour voir d'autres modèles de meubles.

Le nombre de réponses (1083 réponses utiles dont 901 fruits&légumes + 182 meubles) permet d'étayer nos estimations de la consommation énergétique du trajet consommateur mais, compte tenu du mode de diffusion de l'enquête par « dissémination virale », l'échantillon de réponses obtenues présente des biais dont il faut tenir compte dans l'interprétation des résultats.

3 Quelques résultats de l'enquête consommateur

Le tableau ci-dessous récapitule la consommation d'énergie du trajet consommateur pour les fruits et légumes, par kilo acheté selon le pays et le type de distribution (gep/kg)

Tableau 1 : Énergie du trajet consommateur, fruits & légumes (en gep/kg)

	Belgique	Fr (rural)	Fr (urbain)	Royaume-Uni	Ensemble
<i>Supermarché en centre ville</i>	12,5	15,3	3,9	11,9	9,7
<i>Epicerie de quartier</i>	0,3	74,5	2,9	0,5	13,5
<i>Hypermarché</i>	22,8	35,2	12,7	19,8	21,8
<i>Marché de plein air</i>	28,4	20,9	7,9	23,8	12,9
<i>Ventes directe du producteur</i>	28,5	100,8	0,0	69,5	37,0
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	14,3	45,1	6,5	0,0	24,0
<i>Supermarché en périphérie</i>	24,5	21,1	9,3	10,5	20,5
<i>Supérette en centre ville</i>	5,9	9,7	3,3	2,4	5,6
<i>Ensemble</i>	20,5	28,7	7,7	13,1	17,4

Pour les meubles, les réponses étant moins nombreuses, les résultats sont moins détaillés.

Tableau 2 : Énergie du trajet consommateur, meuble selon le pays

	B	F	UK	Ensemble
gep/achat	4344	3573	2186	3746
gep/kg	139	115	77	121

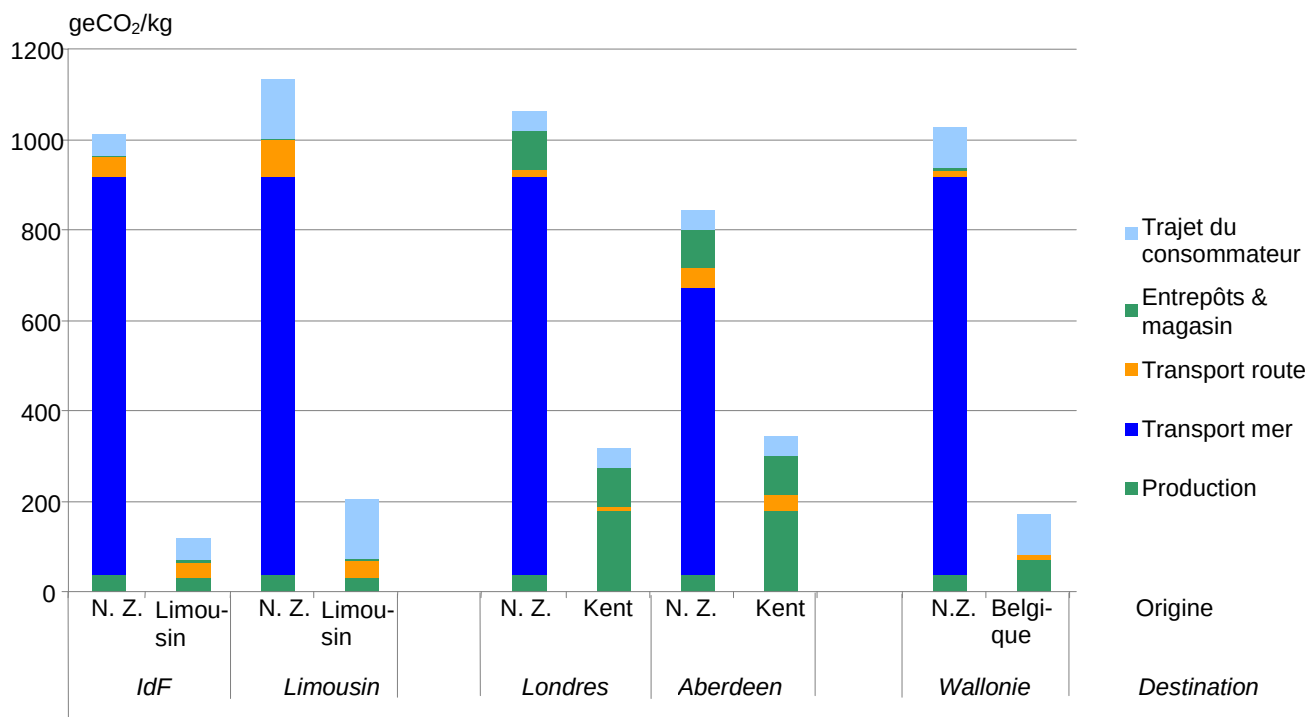
Ainsi le consommateur qui va acheter un meuble consomme, pour son propre déplacement, plus de 3 kg d'équivalent pétrole soit 0,12 kgep par kilo de meuble acheté soit encore 7 fois plus d'énergie que pour acheter un kilo de fruits ou de légume (121 contre 17,5 gep/kg).

4 Quelques résultats sur un ensemble de chaînes de la pomme

La pomme est majoritairement distribuée, et sa chaîne contrôlée, par les hypermarchés, tant en Belgique qu'en France et au Royaume-Uni. La figure ci-dessous synthétise les émissions de GES de différentes 'chaînes hypermarchés' dans les trois pays. Dans chaque pays, deux origines sont retenues: vergers nationaux et vergers de Nouvelle Zélande ; nous considérons deux zones de consommations en France (Région Parisienne et Limousin) et au Royaume-Uni (Londres et Aberdeen en Ecosse).

Le trajet maritime est celui qui émet le plus pour les fruits importés de nouvelle Zélande. La différence majeure entre ces chaînes est donc, dans chaque pays, entre pommes importées et pommes produites dans le pays de consommation. Si nous laissons de côté la production, indiquée ici pour illustrer son importance relativement à la logistique, une autre différence selon les chaînes est le trajet du consommateur. Les autres parties de la chaîne logistique, entre la production ou le port et le magasin de vente, montrent des émissions faibles, relativement à l'importance du maritime, et peu variables d'une chaîne à l'autre.

Figure 1: Émissions des chaînes logistiques de la pomme vendue en hypermarché



Notons que le volume de GES du trajet maritime est inférieur pour la chaîne aboutissant à Aberdeen à cause de l'hypothèse retenue d'utilisation d'un navire charter au lieu d'un porte-conteneur comme pour les autres chaînes : en effet, la pomme de Nouvelle Zélande est importée soit en conteneurs de 40 pieds chargés à 20 tonnes, en ligne régulière avec deux transferts, à Auckland et Pelabuhan (distance totale 26 000 km ; émission 880 geCO₂/kg), soit par un navire affrété en tramping (chargement de 6300 tonnes, distance 21000 km) avec une émission de 636 geCO₂/kg.

5 Analyse de quelques résultats : comparaison des chaînes

Différence d'émissions entre les trois pays : la comparaison des émissions des chaînes, en geCO₂/kg d'un même produit, montrent que les principales différences entre les trois pays étudiés pour les émissions des chaînes 'pommes importées vendues en hypermarché' résultent, soit du coefficient de conversion de l'électricité en GES (268 geCO₂/kWh en Belgique, 84 en France et 455 au Royaume Uni) qui résulte lui-même du type de production d'électricité, soit (dans le cas de la pomme) du transport maritime. Les facteurs plus logistiques tels que distances de transport routier, taux d'utilisation des magasins et points de stockage, ont un impact faible sur les émissions, comparés à ce coefficient de conversion de l'électricité, aux incertitudes qui pèsent encore sur le parcours du consommateur, ou à l'importance relative entre les différents types de chaînes (importation et production nationale).

Influence de la densité de population : Pour analyser l'impact de la densité de population sur l'efficacité énergétique des chaînes logistiques nous comparons les chaînes de l'Île de France avec les mêmes types de chaînes au Limousin. Les principales différences portent sur la dépense énergétique (par kilo de produit) des bâtiments (entrepôts et magasins) inférieure en région parisienne en raison principalement de quantités vendues plus importantes et, surtout, sur le trajet consommateur qui pénalise le Limousin. L'analyse des résultats de l'enquête en ligne auprès des consommateurs distingue, en France, les consommateurs habitant une commune de faible densité des consommateurs urbains, selon la définition de l'INSEE.

Ainsi par rapport au consommateur vivant dans une commune urbaine, celui qui vit 'à la campagne', lorsqu'il va acheter ses fruits et légumes, parcourt en moyenne une distance 3 fois plus importante, prend deux fois plus souvent la voiture, consomme en moyenne 2,5 fois plus d'énergie et émet 2,5 fois plus de CO₂ par kilo de fruit acheté.

Efficacité des différentes formes de distribution : pour la pomme produite au Limousin et vendue en Île de France, les principaux types de distributions analysés ont des émissions proches entre elles (entre 85 et 88 geCO₂/kg), l'efficacité logistique des hypermarchés étant compensée par une moindre émission du trajet consommateur pour les plus petites surfaces (supermarché de centre ville, marchés hebdomadaires). La supérette qui se fait livrer ses pommes par son grossiste a une efficacité proche de celle du supermarché pour sa logistique aussi bien que pour son trajet consommateur, alors que la supérette perd toute son efficacité lorsqu'elle va s'approvisionner elle-même, en faible quantité et avec un retour à vide systématique. Pour les boutiques de primeurs, qui s'approvisionnent elles mêmes pour des raisons de fraîcheur, la distance à laquelle elles se trouvent de Rungis est un élément clef de leur efficacité : de 106 geCO₂/kg à 25 km de Rungis jusqu'à 136 à 100 km. Elles ont aussi une forte consommation d'électricité rapportée au kg vendu. Nous avons également analysé trois circuits de vente directe du producteur au consommateur : à la ferme, au marché ou par le 'panier paysan'. Ces circuits courts observés sont pénalisés par les très faibles quantités

vendues qui induisent des émissions importantes rapportées au kg de produit vendu. Pourtant, comme les distances parcourues sont très faibles, ces circuits courts auraient besoin de volumes vendus bien inférieurs à ceux de la grande distribution pour que l'efficacité carbone de leurs chaînes logistiques soit comparable. Dans les chaînes du meuble, le trajet du consommateur pèse souvent très lourd, et la chaîne la plus efficace est celle où le consommateur achète 'en ligne' sans s'être déplacé auparavant pour voir le meuble.

6 Conclusion : spécificité de l'approche

L'affichage de l'impact environnemental des biens de grande consommation pourrait devenir obligatoire dans les prochaines années ; aussi, les acteurs concernés mettent actuellement au point leurs méthodes d'évaluation et d'affichage de « l'empreinte écologique » des produits. Plusieurs enseignes, au Royaume Uni (Tesco) et en France (Casino, E. Leclerc), expérimentent l'affichage des produits en CO₂. Les valeurs affichées aujourd'hui sont calculées avec des méthodes non harmonisées et pas toujours publiées : elles ne sont donc pas comparables.

L'harmonisation nécessaire pourrait-elle concerner la Supply chain ? Il existe déjà de nombreuses méthodes traitant de ce sujet: Carbon footprint, Life Cycle Analysis en particulier (l'approche de la méthode 'Bilan carbone' est très différente). La spécificité de notre approche est de se limiter à la logistique tout en prenant en compte la Supply chain, de la matière première au consommateur, alors que les deux autres approches mentionnées (Carbon footprint et LCA) couvrent la production et l'utilisation du produit mais ne couvrent pas le trajet du consommateur. L'approche développée ici permet, en peu de temps, relativement aux deux autres approches, de mettre en évidence les maillons de la chaîne logistique les plus émetteurs de CO₂.

1. Introduction: une contribution chiffrée à un débat global sur l'énergie et les émissions de CO₂ des chaînes logistiques

Le but de cette recherche est de contribuer à la connaissance de la consommation d'énergie du transport de marchandises et d'apprécier les marges de liberté qu'offre l'organisation des chaînes logistiques pour réduire cette consommation d'énergie et les émissions de GES, sans réduire le niveau de l'économie ou, plus précisément, à un niveau de consommation donné. On se propose pour cela, dans la poursuite de travaux antérieurs, de comparer l'efficacité énergétique de chaînes logistiques de formes différentes et d'analyser dans quelle mesure certaines chaînes pourraient être remplacées par d'autres, plus efficaces au plan de l'émission de GES. Par chaîne logistique (Supply chain) nous entendons ici l'ensemble des opérations logistiques (transport, stockage, manutention) qui sont nécessaires pour amener un produit chez le consommateur, en partant de la matière première et en incluant le déplacement d'achat du consommateur.

Cette recherche est la deuxième phase d'un projet "Chaînes logistiques, consommation d'énergie et émissions de Gaz à Effet de Serre (GES)". La première phase, qui portait sur d'autres produits (Rizet & Keita 2005, Browne et al. 2006) a montré l'importance, dans l'efficacité énergétique globale de la chaîne, de l'origine des approvisionnements en amont d'une part et, d'autre part, des formes de distribution en aval. Dans la poursuite de cette problématique, le présent rapport s'efforce de préciser quelques points critiques et d'apprécier le domaine de validité des résultats.

- La présente phase porte ainsi sur la France, la Belgique et le Royaume Uni, avec des analyses comparatives entre ces trois pays.
- Les chaînes logistiques de nouveaux produits sont étudiées, pour comprendre la configuration de chaînes plus complexes comme celles du meuble ;
- Pour apprécier l'impact de la densité urbaine sur l'efficacité énergétique des chaînes, nous comparons les émissions de chaînes aboutissant à des consommateurs dans une zone de forte densité (la région parisienne) à celles de chaînes comparables mais dont les consommateurs se situent dans une zone à faible densité de population (le Limousin) ;
- Enfin, nous voulions mieux apprécier le poids du trajet des consommateurs dans le volume de CO₂ émis par kg de produit selon la chaîne logistique ; cet objectif nous a conduits à mener une enquête en ligne auprès des consommateurs pour saisir leurs comportements de déplacement et à retenir les chaînes du meuble, pour lequel un consommateur visite souvent plusieurs magasins avant de faire son choix d'achat.

Ce rapport présente les résultats des recherches sur la consommation d'énergie des chaînes logistiques, sous une forme qui laisse place à la diversité et richesse des données collectées dans les entreprises. La description des différentes chaînes d'approvisionnement, pour un même produit et une même zone de consommation, illustre les choix logistiques possibles et la quantification des émissions de GES des différentes chaînes permet de quantifier les écarts entre chaînes, à chaque étape et sur l'ensemble de la chaîne. Les résultats présentés ne sont pas des valeurs moyennes mais des illustrations ; ils ne constituent pas des enseignements définitifs, notamment sur les circuits de distribution et les valeurs estimées par exemple sur le 'panier paysans' observé ne doivent pas conduire à condamner de tels circuits de distribution. Au contraire, l'analyse montre dans quelles conditions ces circuits courts peuvent être

efficaces au plan énergétique et permet ainsi une analyse approfondie des marges d'action possibles.

Cette recherche a été menée conjointement par trois équipes, une dans chacun des pays étudiés : le Groupe de Recherche sur les Transports de l'Université de Namur en Belgique, le Transport Studies Group de l'Université de Westminster au Royaume Uni, et l'INRETS en France. Pour comprendre les marchés et réunir des données sur les produits étudiés, nous avons bénéficié des conseils et de l'intermédiaire du FCBA (Comité Technique du Bois et de l'Ameublement), du CTIFL (Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes), du FRCIVAM, et du Panier Paysan.

Nous remercions également les nombreuses entreprises pour leurs contributions, parfois très importantes en termes de temps et de recherche de données, ainsi que pour leur ouverture à la coopération avec une équipe scientifique.

2. Méthodologie standardisée de l'enquête sur les chaînes logistiques

Nous avons mené deux types d'enquêtes : une enquête auprès des opérateurs sur les chaînes logistiques qu'ils mettent en œuvre et une enquête en ligne auprès des consommateurs.

L'objectif de l'enquête consommateur est d'établir les principales caractéristiques du trajet consommateur et de ses dépenses énergétiques ; cette enquête et ses principaux résultats sont décrits au chapitre suivant.

Les objectifs des enquêtes sur la logistique des chaînes sont

- (1) de définir la configuration des chaînes,
- (2) de quantifier les dépenses énergétiques aux différentes étapes des chaînes et également
- (3) de comprendre les mécanismes et évaluer les potentiels et les stratégies possibles pour améliorer la performance de l'ensemble de la chaîne observée.

L'enquête comprend trois phases : définition et positionnement de l'acteur dans la chaîne, interview sur les stratégies en cours ou à venir, enfin recueil de données quantifiées.

Les limites du système observé

Notre objectif étant d'analyser l'impact des choix logistiques, nous centrons notre effort de quantification des émissions de gaz à effet de serre (GES) sur les opérations logistiques, entre la matière première principale (sortie de l'exploitation agricole pour les fruits et légumes ou de la forêt pour le bois) et l'arrivée chez le consommateur. Les émissions des productions agricoles, forestières et industrielles des produits et de leurs principaux 'entrants' (matériaux nécessaires à leur fabrication comme la colle pour les panneaux à particules ou les engrais pour les pommes), sont évaluées à partir de la littérature, pour bien saisir le poids des choix logistiques dans l'ensemble des émissions de la filière.

À l'autre bout de la chaîne logistique, chez les consommateurs, l'énergie nécessaire à la préparation et cuisson des aliments, ainsi qu'au lavage ou au recyclage des déchets n'est pas prise en compte. Pas plus que, dans les entreprises, les émissions liées à la construction des machines, des véhicules et des bâtiments de production et de stockage ne sont considérées.

Données collectées

Pour le transport, les données suivantes ont été collectées en entreprise (tableau 3) :

Tableau 3: Principaux indicateurs transport et unités de mesure collectées dans l'enquête*

Consommation d'énergie des véhicules	l/100 km
PTRA ou PTAC	t
Charge utile	t
Capacité : nombre maximal de palettes ou de TEU	nombre
Nombre de palettes de la charge	nombre
Taux de remplissage en poids ou TEU	%
Poids moyen d'une palette (densité) ou d'un conteneur	kg
Distance parcourue (pour le trajet ou par an)	km, mile, milles
Distance à vide	km ou %

*note : voir abréviations en annexe

Outre ces données brutes, l'enquête a obtenu des informations qualitatives sur les transports et la configuration des chaînes. Les principales questions abordées dans ces interviews concernent

- les lieux d'origine des approvisionnements
- les lieux de destination des produits
- les principaux partenaires commerciaux
- la stabilité des relations commerciales (et les changements)
- les moyens de transport utilisés
- les marges de manœuvre dans la logistique et les décisions potentielles ou possibles

Enfin sur les envois, il est également indispensable de se renseigner sur la nature et la fréquence des livraisons.

Facteurs de conversion des énergies et des émissions de GES

Une difficulté pour la mise en place de l'approche Supply chain est la multitude d'unités de mesure de l'énergie utilisées dans les études, les rapports et les articles scientifiques. Cette difficulté est aggravée par l'absence de convention internationale pour les facteurs de conversion utilisés par les entreprises et le secteur public pour l'énergie et les émissions. L'IEA préconise l'utilisation de l'unité Giga joule (GJ) ou de l'unité « tonnes équivalent pétrole » (tep) (IEA 2006). Le 'guide des facteurs d'émissions' de la méthode Bilan Carbone (ADEME 2007), présente de nombreux facteurs de conversion entre les différentes unités d'énergie (GJ ou tep) et leurs émissions de GES, principalement la tonne équivalent carbone (tec) et la tonne équivalent CO₂ (teCO₂).

L'indicateur d'énergie retenu dans ce rapport pour analyser les données est le gramme équivalent pétrole que nous rapportons à la quantité de produit final exprimée en kilos (gep/kg).

Cet indicateur permet:

- d'unifier les différentes unités des diverses sources d'énergie grâce aux équivalences énergétiques (tableau 4);
- de rapporter les émissions aux quantités de produits transportées, stockées ou vendues, et non pas à la totalité des activités d'une entreprise et de ses fournisseurs ;
- de donner des résultats intuitivement compréhensibles tant pour un large public que pour les entreprises;
- de comparer facilement les résultats entre entreprises, entre étapes de la chaîne ou entre les chaînes (benchmarking) ;

- enfin, connaissant le type d'énergie et les facteurs d'émissions, de calculer les émissions spécifiques de CO₂ (tableau 4).
- de calculer, pour le transport, la consommation sur un trajet standard entre l'entreprise et son principal fournisseur ou son client, et de rapporter l'énergie utilisée au kilogramme transporté : si les trajets sont opérés de la même manière, il n'est pas nécessaire de connaître la contribution de chaque fournisseur au total.

Pour les émissions, l'indicateur de synthèse est le gramme équivalent CO₂, rapporté à la quantité de produit final exprimée en kilos (geCO₂/kg).

Facteurs de conversion énergie / GES pour les carburants pétroliers et le gaz propane ou GPL

Dans les données d'entreprises, les carburants sont généralement quantifiés en litres, sauf pour les bateaux où le Bunker Fuel Oil (BFO = Fioul lourd) est indiqué en tonnes, et pour le gaz qui est souvent renseigné en kWh.

Nous retenons ici les facteurs de conversion d'énergie et d'émissions de GES documentés dans la méthode Bilan Carbone de l'ADEME, destinée aux entreprises et Collectivités (ADEME 2007).

Les facteurs de conversion sont des équivalences entre les différentes formes d'énergie et entre ces énergies et les émissions de GES. Les valeurs de ces facteurs ADEME 2007 sont également celles de l'Observatoire de l'Énergie (DGEMP 2003, 2006 et 2007) et elles sont conformes aux valeurs de l'Agence Internationale de l'Energie (2006).

Pour les produits pétroliers, le tableau 4 indique d'une part les émissions liées uniquement à la combustion des carburants et, d'autre part (colonnes de droite) les émissions 'du puits à la roue'. Dans ce rapport, c'est ce dernier coefficient que nous retenons pour les émissions : le kilo d'équivalent CO₂ 'combustion plus amont'. Par rapport au facteur 'à la combustion', il est environ 10% plus élevé.

Ce tableau a une importance fondamentale pour l'enquête, car les données des entreprises sont obtenues en litre, kg ou kWh (colonnes de gauche) et nous calculons les résultats quantifiés par les formules (voir plus loin) et les facteurs des colonnes de droite du tableau 4.

Tableau 4: Équivalences énergétiques et facteurs d'émissions utilisés pour les produits pétroliers en France

				Equivalence énergétique = gep	Facteurs d'émissions			
	litre	= kg	= kWh		à la combustion		combustion + amont	
Produits pétroliers					= geC	= geCO ₂	= geC	= geCO ₂
Gazole	1	0,845		845	726	2 664	804	2 951
Essence	1	0,755		791	649	2 380	774	2 841
Fuel domestique	1	0,845		845	726	2 664	804	2 951
Fuel lourd	1	1		952	859	3 153	968	3 553
Gaz propane	1	0,538	6,857	589	432	1 585	480	1 763

Source : d'après 'Guide des facteurs d'émissions de la Méthode Bilan Carbone', ADEME, 2007, pp. 18 à 21 (prod. pétroliers) p 22 (gaz naturel) et d'après DGEMP 2003. Les données recalculées par nous sont **en gras**.

Les facteurs de conversion pour le Royaume-Uni sont légèrement différents de ceux de la France. Les valeurs documentées par le Ministère de l'Environnement (Defra 2008) et le Ministère du Commerce et de l'Industrie (DTI 2007) sont présentées (tableau 5).

Tableau 5: Équivalences énergétiques et facteurs d'émissions utilisés pour les produits pétroliers au Royaume - Uni

	Facteurs de conversion énergétiques						Facteurs d'émission
	litre	= kg	= KWh	GJ/tonne	= GJ	= gep	= geCO ₂
Diesel	1	0,8312	10,551	45,7	0,0380	907	2 630
Essence	1	0,7385	9,477	46,2	0,0341	815	2 300
Fuel lourd	1	0,9737	11,765	43,5	0,0424	1012	3 177
GPL (propane)	1			49,5			1 490
CNG		1					2 650
Kérosène	1	0,7993	10,3	46,2	0,0371	886	2 472
Source N°		(1)	(2)	(1)	(3)	(3)	(2)

Sources: (1) DTI 2007 ; (2) Defra 2008; (3) DTI 2007 et Defra 2008

Pour la Nouvelle Zélande, les facteurs de conversion sont basés sur les chiffres officiels du 'National Inventory of Greenhouse Gases, as part of the Communication of the New Zealand government to the United Nations Framework Convention on Climate Change' (Ministry of Environment 2005). Les facteurs de conversion sont similaires à ceux des pays européens, sauf pour l'électricité (tableau 6).

Tableau 6 : Facteurs de conversion pour l'énergie, la consommation de carburant et les émissions de CO₂, utilisés en Nouvelle Zélande

	Facteurs de conversion pour l'énergie				Facteurs d'émission	
	litre	= kg	GJ/tonne	1l = GJ	kg CO ₂ /PJ	= kgCO ₂ eq
Fuels						
Gazole	1	0,84	45,7	0,0386	68,7	2,64
Essence	1	0,75	45,9	0,0342	67	2,29
Fuel domestique	1		44,1	0,0397	73	2,89
Gaz propane	1			0,0388	52,1	2,02
Source N°		(1)	(1)	(1)	(2)	(2; 3)

Sources: (1) Energy Definition (no year) ; (2) Ministry of Environment (2005) ; (3) IEA -International Energy Agency (2002) Données pour la Nouvelle-Zélande sont de l'année 2000.

Conclusion intermédiaire pour les combustibles d'origine fossile

Les différences pour les produits pétroliers, le gaz propane et les biocarburants sont très faibles d'un pays à l'autre, moins de 10%, sauf pour le gaz propane (tableaux 4, 5 et 6). Ces différences dans les facteurs de conversion ne peuvent donc que très légèrement modifier le bilan énergétique d'une chaîne.

Par souci d'harmonisation des résultats, cette étude utilise uniquement les facteurs de conversion et les facteurs d'émission de la France (tableau 4). En revanche, pour l'électricité, il est, comme nous allons le voir, nécessaire de calculer différemment pour chaque pays.

Facteurs de conversion énergie et GES pour l'électricité

Le contenu énergétique de l'électricité est, par définition, de 1 kWh = 86 gep. (gramme équivalent pétrole) Cependant les conventions internationales indiquées par l'Agence Internationale de l'Energie (AIE 2006) pour l'électricité nucléaire considèrent l'énergie primaire nécessaire pour produire un kWh d'électricité, avec une efficacité de 33 % soit 1 kWh = 86 / 0,33 = 261 gep. Pour chaque pays, le facteur de conversion moyen de l'électricité en équivalent pétrole dépend donc de l'importance du nucléaire parmi les différentes sources d'énergie primaire utilisées dans la consommation nationale d'électricité. Les différences sont considérables d'un pays à l'autre et peuvent modifier entièrement le bilan énergétique d'une chaîne. Il est donc nécessaire d'y accorder une grande importance lors de la recherche de données de consommation d'énergie dans les entreprises selon le pays où l'électricité a été consommée.

Les émissions de GES par kWh d'électricité diffèrent aussi de façon très importante selon l'énergie primaire utilisée: le nucléaire par exemple produit très peu de GES contrairement aux centrales à combustibles fossiles. Le 'Guide des facteurs d'émissions' de la Méthode Bilan Carbone de l'ADEME (2007) indique l'importance relative de ces différentes sources pour les pays européens en 2001 ainsi que les facteurs d'émissions pour un certain nombre de producteurs européens. C'est à partir de ces informations et de celles de AIE (2006) que nous avons établi le tableau 7 ci-dessous. Les facteurs d'émission proposés ne tiennent pas compte des pertes en lignes (estimées pour la France, de la centrale au client basse tension, à 10% environ), ni de l'amortissement des installations.

Tableau 7: Équivalences énergétiques et facteurs d'émissions utilisées pour l'électricité

Electricité produite	% de nucléaire dans l'électricité en 2001 ⁽¹⁾	Equivalence énergétique gep/kWh ⁽²⁾	Facteurs d'émissions en 2004	
			Equivalent carbone geC/kWh ⁽³⁾	Equivalent CO ₂ geCO ₂ /kWh ⁽⁴⁾
en Belgique	60	191	73	268
en France	80	226	23	84
au Royaume Uni	20	121	124	455
en Nouvelle-Zélande	0	86	41	150

(1) Source: 'Guide des facteurs d'émissions de la Méthode Bilan Carbone', ADEME, 2007, p 195

(2) obtenu en multipliant le % de nucléaire par les 'convention internationales' (nucléaire : 261 gep/kWh et autres énergies primaires : 86 gep/kWh) indiquées dans AIE 2006

(3) source : ADEME 2007, p 34

(4) obtenu en multipliant la colonne précédente (geC/kWh) par 3,67

Pour rappel, l'Agence Internationale de l'Energie donne les chiffres légèrement différents pour les données de l'année 2000 (tableau 8).

Tableau 8 : Comparaison des facteurs d'émission de l'électricité pour les chiffres de cette étude et ceux des principales sources de référence

geCO ₂ /kWh	Cette étude	AIE 2006	Ademe 2007 p. 34, en référence à AIE 2004	Defra 2008
en Belgique	268	300	267,91	
en France	84	74	84,41	
en Nouvelle Zélande	150	150		
au Royaume Uni	455	469	455,08	561

Source : AIE 2006, voir annexe

Enfin les tableaux 9, 10 et 11 ci-dessous indiquent d'autres facteurs utilisés dans cette étude.

Tableau 9: Autres facteurs de conversion utilisés pour les calculs énergétiques et les calculs d'émissions de CO₂ des transports de marchandises:

Miles per gallon et litres aux 100 kilomètres	282,5/x mpg = y l/100km
Miles et kilomètres	1 mile = 1,609344 km
Milles marins (nautical miles) et kilomètres	1 mille marin = 1,852 km
Équivalent carbone et équivalent CO ₂	1 kgec = 3,67 kgeCO ₂

Sources : ADEME 2007, AIE 2006

Tableau 10: Facteurs de conversion standard pour l'énergie *

kWh	gep	tep	GJ
11630	1000000	1	41,868
1	86	0,000086	0,0036

*Note : conversion non applicable pour les kWh électriques, voir tableau 7

Tableau 11: Facteurs et unités de mesure pour l'énergie

kilo (kg)	= 1000 ou 10 ³
méga (M)	= 1000000 ou 10 ⁶
giga (G)	= 1000000000 ou 10 ⁹

Sources des tableaux 10 et 11: DTI 2007, AIE 2006

Calculs de l'indicateur de consommation d'énergie du transport

L'indicateur de consommation d'énergie E permet de comparer des énergies de natures différentes et de rapporter cette consommation à la quantité de produit distribué. Cet indicateur de la « *consommation d'énergie par kg de produit* » s'exprime en *gep* (*grammes équivalent pétrole*) *par kg de produit* et permet de convertir des unités de consommation d'énergie qui peuvent être différentes pour le transport, la production, la manutention ou le stockage. E est calculé selon deux formules principales, une pour le transport, et une autre pour les autres activités consommatrices d'énergie.

L'indicateur E_{et} donne la « **consommation d'énergie spécifique du transport par kg de produit** ». Dans le cas d'un trajet routier, on utilise la formule suivante

$$E_{et} = \left(\frac{D \times V \times L}{M} \right) \times 845$$

avec, pour variables calculées sur la base d'un trajet :

D = distance en km du trajet aller simple entre lieux de chargement et déchargement

V = facteur pour ajouter le trajet à vide effectué sur le transport

L = consommation du véhicule en litre de gazole/km

M = Masse du chargement en kg et

845 = facteur de conversion des litres de gazole en grammes équivalent pétrole pour la France (tableau 4).

Les données pour les indicateurs D, V, L et M sont collectées directement dans les entreprises pendant l'enquête. Un objectif de l'enquête est donc d'obtenir le plus de précision possible sur chacune des variables transport. La répétition et l'obtention des mêmes données et du même indicateur-clé (gep/kg) dans toutes les étapes est la condition nécessaire pour permettre une comparaison. La présentation de résultats dans le même formatage est certes répétitive, mais il n'y a pas de méthode alternative possible.

Inclure le trajet à vide dans la distance totale du trajet

Si les distances, les consommations et le poids moyen de la charge sont toujours renseignés, il n'en est pas de même pour le trajet à vide. Les entreprises ne connaissent pas toujours le trajet à vide effectué, car les transporteurs sont souvent des prestataires externes. Dans ce cas, une estimation du facteur V est donc nécessaire. Les entreprises connaissent la distance D entre leur site et les sites de leurs approvisionnements et livraisons, et nous connaissons la moyenne statistique du taux de trajet à vide dans la distance totale, soit environ 27% (SESP 2008). Mais si l'on sait que 27% de la distance totale s'effectue à vide, la distance connue (c.-à-d. la distance « en charge ») est donc à multiplier par le facteur du trajet à vide $V = 1,37$ pour obtenir la distance totale du trajet réellement effectué. Les données de l'enquête nationale sur le transport routier de marchandise (TRM) sur les trajets à vide sont utilisées comme base de calcul pour ces trajets.

Selon que le trajet est en compte propre ou en compte d'autrui, et selon la taille des camions, la moyenne des trajets à vide varie, selon l'enquête TRM, de 21 à 35% (SESP 2007).

Autres sources utilisées pour les taux de consommation de carburant dans les transports

Rarement, lorsque les entreprises enquêtées n'ont pas pu fournir les chiffres réels de la consommation, ou de leur facteur de trajet à vide, les valeurs par défaut de la statistique nationale du transport routier de marchandise TRM et de l'enquête britannique du CSRG T ont été utilisées (34 l/100km pour 27% de distance totale effectuée à vide pour un poids lourd de 40 t) (SESP, 2008 ; DfT, 2007).

Cas de la consommation de carburant du transport maritime

La consommation de carburant des porte-conteneurs (le facteur L de la formule définissant E_{et}) est calculée en tonne par jour en mer et par jour au port. Il faut donc relever le nombre de jours de mer et au port pour chaque trajet maritime. Les caractéristiques des bateaux ont été obtenues auprès du management des lignes maritimes ou des constructeurs. Les données sur

le temps de trajet et les escales ont été relevées sur les informations des lignes maritimes (Maersk, CGA-CGM, etc.). La consommation du porte conteneur sur un trajet est divisée par le nombre de conteneurs (60% de la capacité du navire en moyenne). La consommation par conteneur est ensuite divisée par le poids des marchandises chargées dans ce conteneur pour obtenir une consommation par kg de marchandises. Notre expérience, dans cette enquête auprès des grandes compagnies maritimes mondiales, est que le poids moyen de marchandises est de 10 tonnes/EVP sur l'ensemble des conteneurs transportés, pleins ou vides.

Les distances ont été calculées sur le site web "Sea Distances (2008)". La consommation de carburant des vraquiers, en tonnes par jour, et la durée du trajet sont obtenues auprès des opérateurs. Connaissant la charge moyenne du navire, sa consommation moyenne, et les temps de trajet, la consommation et les émissions sont calculés selon le même principe que pour le transport routier. On utilise ensuite le facteur de conversion qui est de 952 gep/kg de fioul lourd et, pour les GES, de 3553 geCO₂ par kg de fioul lourd (voir tableau 4).

Données et calculs de la consommation d'énergie de la production et du stockage

L'indicateur E_{ep} , « **consommation d'énergie spécifique de production et stockage par kg de produit** », sert à mesurer la consommation énergétique de la **production des produits**, ainsi que du **stockage dans les plateformes intermédiaires**. La formule suivante sert de référence :

$$E_{ep} = \frac{(L \times 845) + (E_e \times f_{elec}) + (E_g \times 86) + (E_f \times 845)}{M}$$

avec, comme variables successives, chaque source de consommation d'énergie relevée sur une base annuelle et ses facteurs de conversion énergétique respectifs (voir tableau Tableau 4 et Tableau 7) :

- L = Consommation annuelle (gazole), en litres, des véhicules du parc utilisé (engins agricoles, engins de manutention, ...)
- E_e = Consommation d'énergie électrique en kWh
- f_{elec} = Facteur de conversion de l'électricité en gep ($f=226$ pour la France, 191 pour la Belgique et 121 pour le Royaume-Uni, voir Tableau 7)
- E_g = Consommation d'énergie thermique ou de propulsion au gaz propane ou GPL en kWh
- E_f = Consommation annuelle de fioul domestique en litres
- M = Volume annuel de produits en kg
- 845 = Facteur de conversion du litre de diesel en gep
- 86 = Facteur de conversion du kWh de gaz propane en gep

Pour mesurer l'efficacité énergétique, le principe de base de l'analyse des flux distingue :

1. chaque étape, définie comme lieu de rupture de charge,
 2. chaque segment, défini comme trajet de transport entre chaque étape,
- étapes et trajets étant mesurés séparément dans l'enquête.

Calcul du bilan carbone du bois pour l'ameublement

Le bois peut être considéré comme un puits de carbone. L'origine de la production forestière, en provenance des forêts françaises ou importé, a été retenue comme un critère de choix de la filière des meubles. Selon ADEME 2007, lorsque la gestion de la forêt assure une

régénération, le carbone fixé dans le bois du meuble est retiré de l'atmosphère pour la durée de vie du meuble, estimée à 40 ans en moyenne. La durabilité du bois n'est donc que partielle. Sous cette réserve, la valeur de -500 kg d'équivalent carbone par tonne de bois d'œuvre, facteur d'émission du Bilan Carbone, peut servir de référence. Le bois d'œuvre pour la construction ayant une durée de vie de 100 ans environ (données ADEME 2007), la durée de 40 ans pour le meuble (données interview d'expert IPEA) correspond à -200 kg d'équivalent carbone par tonne de bois d'ameublement.

Cela correspond à -734 geCO₂ par kg de bois. Cette dernière valeur est donc utilisée pour les calculs de la supply chain du meuble.

Comparaison de nos résultats avec d'autres études

Pour les panneaux de particules, une étude de cycle de vie de Gustavsson et Sathre (2006) établit la consommation d'énergie finale utilisée pour la production de la matière première, le transport et la fabrication du produit à 5,44 GJ/t. Ce facteur d'énergie se répartit entre 2,94 GJ/t pour les produits pétroliers 1,09 GJ/t pour les biocarburants et 1,41 GJ/t d'électricité. Ce résultat, converti dans notre unité d'énergie par kg de produit, correspond à 129,52 gep/kg de panneaux à particules. Ce résultat est similaire au nôtre (voir chapitre sur les meubles). Une analyse plus approfondie d'autres résultats de la littérature sera présentée dans les chapitres correspondant aux présentations de nos résultats.

Les principales difficultés méthodologiques de l'enquête

Les principales incertitudes méthodologiques de l'enquête concernent surtout les limites du système observé, la différence avec l'approche cycle de vie (Browne et al. 2005) et les limites des ressources de l'enquête. Ces incertitudes deviennent visibles dans les résultats chiffrés. Il s'agit donc dans un premier temps, d'éviter que les résultats soient faussés par des erreurs dues aux limites de l'analyse.

Pour illustrer la difficulté et proposer une solution, il est utile de regarder un exemple dans les entreprises. Lorsqu'un produit fabriqué comme le meuble en panneaux de particules contient du bois et de la colle, il est nécessaire de regarder le bilan logistique de l'entreprise de production, c'est-à-dire de ses approvisionnements et livraisons, entrant dans le bilan énergétique propre du site. Or il apparaît que l'achat d'un produit comme la colle pose problème du point de vue de l'inclusion de l'énergie nécessaire à sa production, et à la production et l'acheminement des matières premières : si la colle est synthétique, elle provient d'une usine de pétrochimie et est à base de pétrole. Or le bilan carbone d'un produit chimique à base de pétrole n'est pas réalisable ici. Nous pouvons simplement estimer une part d'énergie maximale de 10%, par rapport à son poids, nécessaire à l'acheminement du pétrole sur le lieu de transformation chimique, soit 0,1 tep par tonne de colle synthétique (Ademe 2007, Rizet et Keïta 2005). Cela correspond à 100 gep par kg de colle, un chiffre apparemment assez élevé pour modifier les résultats. La colle n'étant que 10-15% du poids total des panneaux, il s'agit en fait d'une incertitude qui ne concerne qu'environ 10-15 gep par kg de panneaux. Sachant que, pour ce site, les résultats obtenus pour les transports montrent une consommation d'environ 7 gep par kg et pour la production environ 110 gep par kg de panneaux, les 10-15 gep relatifs à la colle ne sont pas négligeables, certes, mais pas décisifs. Pour les colles à base de matières premières biologiques, une étude « cycle de vie » n'est pas disponible ni réalisable. Dès lors, nous allons nous baser sur l'hypothèse de l'utilisation de colle de synthèse dans ce bilan.

Il est donc nécessaire de définir les limites de l'enquête à chaque étape, et d'exclure les cas de figure trop compliqués. Pour établir un cas standard et assez simple de Supply chain, nous utilisons des hypothèses, basées sur la bibliographie et les statistiques, et confirmées dans les interviews en entreprise.

Les ressources de l'enquête étant limitées, la principale difficulté pratique provient des étapes « manquantes ». Soit certaines entreprises ont refusé de transmettre les données considérées comme confidentielles, soit la dimension trop complexe des dépenses énergétiques aurait mené à réaliser une « étude dans l'étude ». Dans les deux cas, il ne s'agit pas d'un manque grave, car les étapes principales ont toutes été enquêtées au moins dans un pays, et les transports, qui restent la dimension principale, sont tous renseignés. Dans ce cas de données manquantes, nous utilisons également les hypothèses de la littérature. Le problème des limites de l'étude et de l'obtention de données valides se pose également pour la partie du transport des consommateurs (voir ci-dessous chapitre 3).

Données et représentativité

Afin de choisir des entreprises représentatives, nous avons porté notre choix sur des « grandes » marques et des enseignes possédant une certaine notoriété. Nous avons en plus demandé confirmation aux interlocuteurs en leur demandant s'ils considéraient leurs entreprises ou leurs activités comme « standard » ou « normales » pour la production, la vente ou l'acheminement des produits.

Malgré ces précautions et la certitude de s'être adressé à des entreprises clés de ces secteurs, l'enquête est limitée quant au nombre de compagnies et de secteurs étudiés. Malgré un nombre beaucoup plus élevé de chaînes logistiques renseignées par rapport à la première phase de cette recherche (Rizet et Keita 2005), avec 56 chaînes complètes, une représentativité statistique des résultats ne peut pas être présumée. Donc, ces enquêtes, même si elles sont harmonisées dans leurs approches et méthodes, seraient plutôt à considérer comme une série d'études de cas que comme une grande enquête internationale. Malgré cela, il n'a pas été découvert de différence significative entre les principaux chiffres recueillis sur le transport et la consommation d'énergie des entreprises enquêtées, et les chiffres statistiques ou d'autres études scientifiques.

La couverture géographique des données est essentiellement nationale pour la France, le Royaume Uni et la Belgique. Les réseaux d'approvisionnement comprennent plusieurs pays européens et principalement deux pays d'outre-mer : la Nouvelle Zélande et le Brésil. Les partenaires des entreprises concernées pour les différentes chaînes, étapes (maillons) et trajets ont été contactés et ont transmis des données pour chaque étape. Pour toutes les interviews avec les personnes stratégiques (distributeurs, intermédiaires commerciaux (grossistes, importateurs), transporteurs, producteurs) les questionnaires ont été remplis pendant l'interview avec les interlocuteurs. L'interview face à face a, dans certains cas comme les pays d'outre-mer, été remplacé par le téléphone et les échanges email.

L'étude du trajet des consommateurs, dernière étape de la Supply chain, tient compte des spécificités de la mobilité des personnes. Le rapport de Beauvais Consultant fournit d'importantes remarques et données d'enquêtes sur les trajets consommateurs et la grande distribution en France (Beauvais Consultants 2005), notamment la distance moyenne du trajet automobile pour achat en supermarché (9 km), le poids moyen des achats (30 kg), et les types de trajets (domicile-magasin-domicile : 50% des trajets). Ces résultats seront comparés avec les résultats de l'enquête en ligne.

3. L'enquête web auprès des consommateurs

3.1 Méthodologie de l'enquête

L'une des originalités de notre projet est de poursuivre la description de la chaîne logistique au delà du magasin et de la prolonger pour inclure les déplacements des acheteurs. Une enquête par internet auprès des consommateurs a été conçue pour appréhender au mieux ce dernier maillon de la chaîne logistique dont nous savons qu'il constitue une part importante de la consommation énergétique et de la production de gaz à effet de serre de l'ensemble de la chaîne.

Le but de cette enquête est de permettre d'une part d'analyser les comportements de déplacements des consommateurs lorsqu'ils vont acheter les produits étudiés et d'autre part de quantifier la consommation d'énergie des derniers maillons des chaînes logistiques étudiées. L'enquête en ligne peut être consultée sur le site web (<http://webapps.fundp.ac.be/grt/fruits/> ; <http://webapps.fundp.ac.be/grt/meubles/>) de FUNDP; ses résultats ainsi que l'analyse de variance des estimateurs sont présentés en détails à l'annexe C du présent rapport.

Cette enquête permet notamment de connaître le mode de transport et le type de véhicule en cas de transport par voiture, les motifs du déplacement (pour savoir si l'ensemble du déplacement est à affecter à l'achat ou si la consommation d'énergie de ce déplacement doit être partagée entre diverses activités) ainsi que le type de commerce où a eu lieu l'achat (pour relier le déplacement à un type de chaîne) et la distance. Pour les meubles, l'enquête s'intéresse également aux déplacements qui ont pu être faits avant l'achat proprement dit, pour voir d'autres meubles. Les acheteurs de fruits ont été interrogés sur leurs achats durant la semaine écoulée tandis que, pour les acheteurs de meubles, cette période était de douze mois (ces achats étant moins fréquents).

La publicité autour de ces enquêtes a été réalisée par chacune des équipes de recherche dans son pays respectif. Par « dissémination virale » (un message a été envoyé à tous les anciens de l'université leur demandant non seulement de répondre aux enquêtes mais également de faire suivre le message à leurs connaissances), nous avons tenté de toucher un maximum d'acheteurs potentiels de fruits ou de meubles. Compte tenu de ce mode de diffusion, les échantillons de réponses obtenues présentent des biais indiqués ci-dessous. Toutefois le nombre de réponses permet d'étayer nos estimations de la consommation énergétique du trajet consommateurs.

3.2 Analyse des réponses obtenues pour les fruits et légumes

Structure de l'échantillon des acheteurs de fruits et légumes

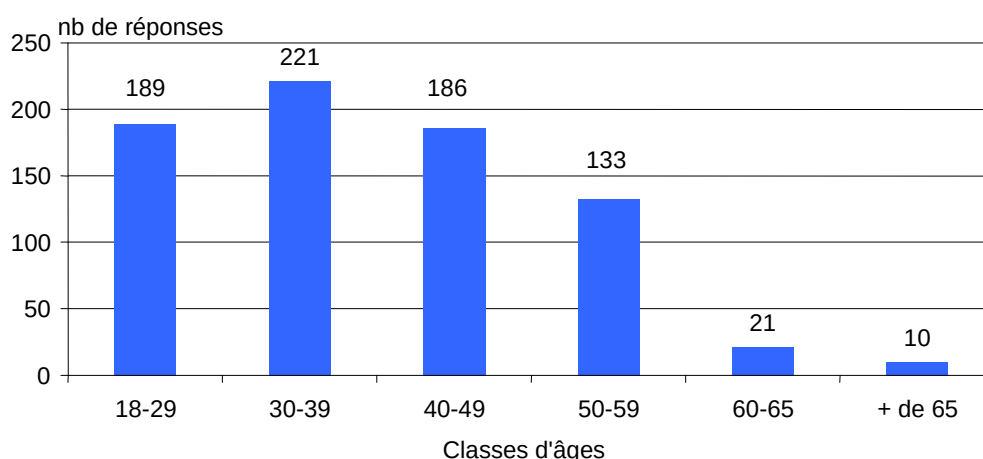
L'enquête en ligne menée en 2008 sur les habitudes de déplacements liées aux achats de pommes et/ou de tomates a recueilli **931** réponses, 386 en provenance de Belgique, 324 venant de France et 221 issues du Royaume-Uni. Dans cet ensemble de réponses, 171 personnes (18%) n'ont acheté ni pommes, ni tomates durant la semaine écoulée (tableau 12).

Tableau 12 : Répartition des acheteurs selon le produit acheté, par pays

Produit	Total	B	F	UK	% des acheteurs	% des acheteurs B	% des acheteurs F	% des acheteurs UK
Pommes seules	188	115	50	23	25%	38%	18%	13%
Tomates seules	184	45	82	57	24%	15%	30%	31%
Pommes & Tomates	388	143	142	103	51%	47%	52%	56%

Âge: La figure 2 montre que les classes d'âge au-delà de la soixantaine sont très peu représentées, ce qui s'explique par l'utilisation d'internet pour mener l'enquête : il est communément admis que les seniors sont moins prompts à participer dans le cadre d'un tel protocole.

Figure 2: Enquête trajet consommateur: répartition des acheteurs par classes d'âges



Source: Enquête en ligne 2007-2008

Dans l'ensemble de l'échantillon, 87% des répondants sont des actifs, 8% sont étudiants, 3% inactifs et 2% retraités. Par contre, au Royaume-Uni, on n'a que 75% d'actifs mais 22% d'étudiants. Ceci s'explique par un recrutement mené d'abord au sein de l'Université de Westminster.

Tableau 13: Répartition des répondants par diplôme et par pays

	B	F	UK	Total
aucun	2%	2%	4%	2%
primaire	1%	1%	0%	1%
secondaire	4%	12%	5%	7%
supérieur	12%	27%	9%	17%
université	82%	59%	82%	74%

Enfin, le tableau 13 fait ressortir le biais principal de notre enquête et de l'échantillon : la prédominance écrasante, surtout en Belgique et au Royaume-Uni, des diplômés universitaires. Cela est dû au mode de recrutement visant d'une part les étudiants et membres du personnel de l'Université de Namur en Belgique et de l'Université de Westminster au Royaume Uni.et,

d'autre part, également les anciens de l'Université de Namur. Ce biais existe aussi en France. Il faudra donc garder cet élément à l'esprit lors de la lecture des analyses de comportements. Pour certaines analyses et notamment dans les tableaux suivants, nous avons réparti les réponses françaises en deux catégories : celles provenant de la région parisienne ou des centres urbains [186 réponses] et les autres, que nous qualifions de 'rurales' [88 réponses]. Cette distinction sera révélée plus en détails au moment d'analyser l'impact de la densité de population sur l'efficacité des chaînes logistiques.

Tableau 14: Répartition des achats de pommes par type de magasin

	Belgique	France (urbain)	France (rural)	Royaume -Uni	Total
<i>Supermarché en centre ville</i>	19%	17%	15%	21%	19%
<i>Épicerie de quartier</i>	2%	4%	7%	14%	6%
<i>Hypermarché</i>	13%	13%	14%	10%	12%
<i>Marché de plein air</i>	9%	31%	24%	2%	14%
<i>Vente directe du producteur</i>	5%	3%	5%	4%	4%
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	6%	8%	7%	1%	6%
<i>Supermarché en périphérie</i>	31%	5%	25%	28%	24%
<i>Supérette en centre ville</i>	5%	3%	3%	3%	4%
<i>sans réponse</i>	10%	17%	0%	18%	12%

Tableau 15: Répartition des achats de tomates par type de magasin

	Belgique	France (urbain)	France (rural)	Royaume -Uni	Total
<i>Supermarché en centre ville</i>	29%	23%	9%	27%	24%
<i>Épicerie de quartier</i>	1%	7%	6%	11%	6%
<i>Hypermarché</i>	18%	19%	22%	14%	18%
<i>Marché de plein air</i>	5%	36%	19%	4%	15%
<i>Vente directe du producteur</i>	1%	0%	1%	2%	1%
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	4%	8%	13%	2%	6%
<i>Supermarché en périphérie</i>	40%	4%	26%	40%	28%
<i>Supérette en centre ville</i>	1%	3%	3%	2%	2%

Les tableaux 14 et 15 indiquent les types de commerces dans lesquels les répondants ont acheté des pommes et des tomates, et on voit que les types de magasins fréquentés sont très comparables dans les deux cas : les supermarchés de périphérie arrivent en tête sauf dans la France urbaine où ce leadership est occupé par les marchés de plein air. Les supermarchés de centre ville viennent ensuite suivis des hypermarchés. Les épiceries sont surtout présentes au Royaume-Uni. Les 'ventes directes du producteur', qui comprennent les ventes à la ferme et d'autres types de distribution directes tels que les 'paniers paysans', sont autour des 5% pour la pomme dans tous les pays mais semblent plus marginales pour les tomates. Dans la suite de cette analyse nous considérerons donc une analyse du trajet consommateur pour l'ensemble fruits et légumes ; l'analyse séparée pommes et tomates est en annexe.

Caractéristiques des déplacements d'achats

En Belgique et en France (milieu rural), plus des trois quarts des répondants ont fait leur déplacement d'achats de fruits et légumes en voiture; alors qu'ils ne sont que moins de la moitié en milieu urbain en France ou au Royaume-Uni. En revanche, pour certains types de commerce, la voiture est très majoritairement utilisée quelque soit le pays : pour les hypermarchés et les supermarchés en périphérie. Dans la suite de cette analyse, nous focaliserons notre attention sur cette population des consommateurs qui ont fait leur trajet en voiture (les valeurs pour l'ensemble des répondants sont en annexe).

Tableau 16: Part des déplacements en voiture pour l'achat de F & L suivant le type de commerce et le pays

	Belgique	France (rural)	France (urbain)	Royaume-Uni	Ensemble
<i>Supermarché en centre ville</i>	69%	73%	26%	27%	49%
<i>Épicerie de quartier</i>	17%	63%	8%	9%	18%
<i>Hypermarché</i>	91%	91%	86%	87%	89%
<i>Marché de plein air</i>	40%	48%	30%	40%	36%
<i>Vente directe du producteur</i>	79%	100%	0%	50%	68%
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	64%	92%	33%	0%	57%
<i>Supermarché en périphérie</i>	95%	97%	92%	51%	83%
<i>Supérette en centre ville</i>	47%	100%	29%	17%	44%
<i>Ensemble</i>	78%	80%	40%	41%	62%

Poids moyen des achats

Le poids des achats d'un consommateur peut être estimé à partir du poids acheté pour le produit considéré (pomme ou tomate), divisé par la part de ce produit dans le poids total des achats. C'est dans les hypermarchés et supermarchés de périphérie que ce poids est le plus important (18 à 19 kg) et pour les épiceries de quartier qu'il est le moins important (6 kg).

Tableau 17: Poids total d'achats par trajet consommateur suivant le type de magasin et le pays, en kilogrammes de produit

	Belgique	France (rural)	France (urbain)	Royaume-Uni	Ensemble
<i>Supermarché en centre ville</i>	14,2	13,9	20,0	10,0	14,6
<i>Épicerie de quartier</i>	13,4	6,7	4,2	5,6	6,4
<i>Hypermarché</i>	15,9	23,0	21,9	16,0	18,7
<i>Marché de plein air</i>	5,9	8,8	13,0	15,6	10,8
<i>Vente directe du producteur</i>	12,2	7,4	12,3	7,2	10,7
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	10,4	17,3	6,4	3,3	10,3
<i>Supermarché en périphérie</i>	19,1	24,6	18,8	13,3	18,3
<i>Supérette en centre ville</i>	10,8	12,5	6,5	6,9	9,3
<i>Ensemble</i>	15,2	16,9	15,0	11,3	14,6

Distance du trajet pour achat: Les distances de déplacement présentées au tableau 18 sont des distances aller, qui doivent être multipliées par 2 pour tenir compte du trajet aller-retour. C'est tout naturellement les déplacements vers les supermarchés en périphérie qui impliquent les plus longues distances. Les supérettes de centre ville sont les plus proches pour les achats ainsi que les épiceries de quartier, sauf en France rurale où elles nécessitent de longs trajets.

Tableau 18: Distance des déplacements d'achat suivant le type de magasin et le pays, en kilomètres

	Belgique	France (rural)	France (urbain)	Royaume -Uni	<i>Ensemble</i>
<i>Supermarché en centre ville</i>	2,7	3,5	1,4	2,2	2,3
<i>Épicerie de quartier</i>	0,5	8,1	0,8	1,9	2,4
<i>Hypermarché</i>	4,4	9,3	4,4	3,9	5,1
<i>Marché de plein air</i>	2,9	3,5	2,3	5,2	2,8
<i>Vente directe producteur</i>	4,3	10,0	0,8	4,8	4,9
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	2,5	10,7	0,9	1,3	3,7
<i>Supermarché en périphérie</i>	5,7	7,3	3,3	2,3	4,9
<i>Supérette en centre ville</i>	1,2	2,8	1,0	0,9	1,3
<i>Ensemble</i>	4,0	6,8	2,2	2,5	3,7

Motif du déplacement: Ces déplacements pour aller acheter des fruits et légumes se font, dans deux tiers des cas, exclusivement pour ce motif (Tableau 19). Dans le tiers restant, le déplacement est combiné avec au moins un autre motif. Cette part varie assez peu selon le type de commerce ; elle est un peu plus faible pour les achats directs au producteur et pour les hypermarchés. Par convention, lorsque le répondant s'est déplacé pour plusieurs motifs, par exemple acheter des pommes en revenant du bureau, nous n'affectons que la moitié de la consommation énergétique aux produits achetés.

Tableau 19: Part des déplacements pour l'achat de F & L avec ce seul motif

	Belgique	France (rural)	France (urbain)	Royaume- Uni	<i>Ensemble</i>
<i>Supermarché en centre ville</i>	76%	33%	73%	77%	72%
<i>Épicerie de quartier</i>	80%	75%	83%	77%	79%
<i>Vente à la ferme</i>	79%	65%	39%	75%	65%
<i>Hypermarché</i>	71%	52%	41%	100%	51%
<i>Marché de plein air</i>	71%	50%	100%	67%	70%
<i>Vente directe du producteur</i>	38%	46%	44%	100%	44%
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	83%	55%	60%	78%	77%
<i>Supermarché en périphérie</i>	73%	50%	71%	50%	67%
<i>Supérette en centre ville</i>	76%	54%	53%	77%	67%
<i>Ensemble</i>	76%	54%	53%	77%	67%

Type de véhicule utilisé: D'autres questions traitent du type de voiture utilisé ainsi que la nature du carburant. On remarque que les citadines sont les voitures les plus présentes et, qu'en France, les breaks et les monospaces sont beaucoup moins représentés (tableau 20).

Notons enfin le très faible taux de pénétration des 4X4 si ce n'est au Royaume-Uni où il atteint le niveau des autres types de voiture à l'exception des citadines. Le diesel arrive en tête en Belgique et dans la France rurale, ainsi que pour les monospaces et les breaks ; il domine aussi, mais un peu moins nettement, dans la catégorie des berlines. L'essence est davantage consommée dans les voitures citadines. Tous ces éléments sont détaillés en annexe

Tableau 20: Moyenne de consommation considérée par type de véhicule selon le carburant (l/km)

	diesel	essence	GPL
<i>4X4</i>	0,10	0,11	0,12
<i>Berline</i>	0,06	0,07	0,08
<i>Break</i>	0,07	0,07	0,09
<i>Citadine</i>	0,04	0,05	0,06
<i>Monospace</i>	0,06	0,07	0,09

Calcul de la consommation d'énergie et des émissions de CO₂: Ces éléments, lorsqu'on y ajoute la consommation de carburant par type de voiture (tableau 20) et les émissions de GES par carburant (tableau 4), permettent de calculer la consommation énergétique et les émissions de CO₂ liées à l'achat d'un kilo de pommes ou de tomates. Nous négligeons les émissions des modes de déplacement autres que la voiture, qu'il s'agisse d'un mode doux (marche ou vélo) ou d'un transport en commun dont la dépense énergétique n'est que très marginalement influencée par le nombre de passagers.

L'annexe C indique la formule générale utilisée pour calculer la consommation d'énergie et les émissions de GES d'un répondant, ce qui permet ensuite d'établir des moyennes par type de répondants. Dans ce chapitre, nous présentons des résultats simplifiés, par pays et par type de magasin (tableaux 21 et 22). La distance enregistrée est multipliée par 2 pour tenir compte du trajet aller-retour et la consommation de carburant du véhicule est divisée par 2 si l'achat n'était pas le motif exclusif du déplacement. L'énergie ainsi estimée est alors divisée par le poids total des achats.

Tableau 21: Énergie moyenne consommée par le déplacement du consommateur (en gep/kg)

	Belgique	France (rural)	France (urbain)	Royaume-Uni	<i>Ensemble</i>
<i>Supermarché en centre ville</i>	12	15	4	12	10
<i>Épicerie de quartier</i>	0	75	3	0	14
<i>Hypermarché</i>	23	35	13	20	22
<i>Marché de plein air</i>	28	21	8	24	13
<i>Vente directe du producteur</i>	28	101	0	70	37
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	14	45	7	0	24
<i>Supermarché en périphérie</i>	25	21	9	11	20
<i>Supérette en centre ville</i>	6	10	3	2	6
<i>Ensemble</i>	20	29	8	13	17

Les émissions moyennes (pour un kg de fruits) estimées par type de magasin et par pays sont reprises dans les tableaux suivants

Tableau 22: Émissions moyennes générées par le déplacement du consommateur (en geCO₂/kg)

	Belgique	France (rural)	France (urbain)	Royaume-Uni	Ensemble
<i>Supermarché en centre ville</i>	46	56	14	44	36
<i>Épicerie de quartier</i>	1	274	10	2	50
<i>Hypermarché</i>	84	129	47	73	80
<i>Marché de plein air</i>	104	77	29	87	47
<i>Vente directe producteur</i>	104	370	0	255	136
<i>Magasin de 'primeurs'</i>	53	165	24	0	88
<i>Supermarché en périphérie</i>	90	77	34	39	75
<i>Supérette en centre ville</i>	21	35	12	9	21
<i>Ensemble</i>	75	105	28	48	64

Les moyennes d'émissions observées par pays ou par type de magasin sont assez différentes. Nous avons donc voulu vérifier si une étude statistique permettait de montrer que certains facteurs jouent un rôle déterminant dans celles-ci. Pour ce faire, nous avons mené des analyses de variance (ANOVA). Le principe consiste à diviser les observations en un certain nombre de groupes définis par les modalités d'une variable indépendante (par exemple le pays) et à voir si les moyennes observées dans chacun des groupes sont statistiquement différentes, entre elles et par rapport à la moyenne générale. Une telle différence indiquerait alors une influence « directe » de la variable discriminante (c'est à dire celle servant à former les divers groupes) sur la moyenne.

Ainsi, nous avons rassemblé toutes les observations et nous avons examiné si le fruit acheté (pommes ou tomates) était discriminant pour la moyenne (d'émissions de CO₂). L'analyse statistique ainsi réalisée est détaillée en annexe. De celle-ci, on ne peut déduire que le type de fruits explique les différences observables. Devant cette situation, seuls les résultats de l'ensemble 'pommes et tomates' ont donc été présentés ici pour cette analyse du trajet consommateur.

Prenons maintenant les 'pommes et tomates' et groupons les observations par pays ou par type de magasin : là encore, l'analyse ne permet pas de conclure que ces variables sont statistiquement significatives sur les moyennes des consommations d'énergie ou des émissions.

Que conclure de cela ? Avant tout que les émissions de CO₂ et ipso facto les comportements dans les déplacements d'achats qui causent ces émissions sont très hétérogènes à l'intérieur de chacun des groupes formés lors de cette analyse. Les analyses descriptives réalisées sur nos enquêtes révèlent des différences de moyennes d'émissions entre pays et entre types de magasins significatives (vu le nombre d'observations recueillies). Cependant, les analyses ANOVA ne nous permettent pas de mettre en avant un effet des facteurs choisis (fruit, pays, type de magasin) pour expliquer ces différences observées.

3.3 Analyse des réponses obtenues pour les meubles

L'achat de meubles est, bien entendu, beaucoup moins fréquent que l'achat de légumes. Ainsi, dans les 604 personnes qui ont répondu à notre enquête, seules 205 (soit 34%) ont acheté une

bibliothèque ou une commode dans le courant de l'année écoulée. Dans ces 205 réponses, seules 165 sont exploitables, les autres ne comportant pas les éléments relatifs aux déplacements d'achats pour ces meubles. Sur ces 165 répondants, 68 (41%) déclarent avoir acheté une commode dans les douze derniers mois alors qu'ils sont 128 (77%) à avoir acheté une bibliothèque et donc 31 ont acheté les deux meubles.

Dans les acheteurs de commode, 33(49%) sont belges, 26(38%), français et 9(13%) anglais. Par contre, parmi les acheteurs de bibliothèque, on trouve autant de belges (56 soit 44%) que de français (55 soit 43%), les anglais étant beaucoup moins représentés (17 ou 13%). Il conviendra donc de prendre les résultats cum grano salis, notamment au Royaume-Uni, vu le petit nombre d'observations disponibles. Vu ce petit nombre, nous nous limiterons aussi à trois types de magasins : IKEA (qui constitue un modèle bien spécifique), les magasins spécialisés dans la vente de meubles et les autres magasins (hypermarchés du meuble ou généralistes, etc.).

Caractéristiques des déplacements d'achats

Part des trajets d'achats effectués en voiture : la très grande majorité des déplacements d'achat de meubles sont effectués en voiture : 93% en Belgique, 88% en France et 71% au Royaume-Uni.

Tableau 23: Part des déplacements en voiture pour l'achat de meubles suivant le pays

En voiture	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
Non	7%	12%	29%	12%
Oui	93%	88%	71%	88%
Total	100%	100%	100%	100%

Pour ce qui est du type de magasin, on remarque que, pour IKEA, c'est la quasi-totalité des déplacements d'achat qui se font en voiture.

Tableau 24: Part des déplacements en voiture pour l'achat de meubles suivant le type de magasin

En voiture	Non	Oui	Total
IKEA	3%	97%	100%
Magasin spécialisé	21%	79%	100%
autre	34%	66%	100%
Ensemble	12%	88%	100%

Ces déplacements pour aller acheter des meubles se font exclusivement pour ce motif dans plus de 80% des cas. Cette part varie assez peu selon le pays ou le type de commerce.

Tableau 25: Part des déplacements pour l'achat de meubles avec un seul motif selon le pays

Achat exclusif	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
Non	13%	23%	22%	18%
Oui	87%	77%	78%	82%
Total	100%	100%	100%	100%

Tableau 26: Part des déplacements pour l'achat de meubles avec un seul motif selon le type de magasin

Seul motif du trajet	Non	Oui	Total
IKEA	14%	86%	100%
Magasin spécialisé	22%	78%	100%
autre	33%	67%	100%
Total	18%	82%	100%

Distances: Les distances parcourues pour aller acheter un meuble sont beaucoup plus importantes que pour les fruits et légumes ; elles sont de l'ordre de 30 km en moyenne ; la distance moyenne varie de 18 km pour le Royaume Uni à 37 km pour la Belgique. C'est pour les achats chez IKEA qu'elle est la plus importante.

Tableau 27: Distance moyenne des déplacements d'achat suivant le pays (Km)

	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
Distance	37	25	18	29

Tableau 28: Distance des déplacements d'achat suivant le type de magasin (Km)

	Distance
IKEA	35
Magasin spécialisé	28
autre	8
Total	29

Visites préliminaires à l'achat: En moyenne les répondants ont fait environ une autre visite dans un magasin de meubles avant le déplacement d'achat proprement dit. Notons que ce résultat est compatible avec les résultats de l'enquête IPEA pour la France (Rizet et al 2008, Rapport intermédiaire 2). Ces visites préliminaires seraient moins fréquentes pour les clients d'IKEA.

Tableau 29 : Nombre de visites préliminaires par achat suivant le pays

	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
Nb visites	0,8	1,2	1,5	1,1

Tableau 30 : Nombre de visites préliminaires par achat suivant le type de magasin

	Nb de visites
IKEA	0,7
Magasin spécialisé	1,6
autre	1,8
Total	1,1

Distance totale parcourue: Dans les deux tableaux qui suivent, la distance parcourue est celle du trajet aller multipliée par 2 pour inclure le retour à vide (uniquement dans le cas d'un déplacement spécifique pour l'achat) et à laquelle on additionne autant de fois cette distance qu'il y a eu de visites préliminaires.

Tableau 31: Distance parcourue pour l'achat d'un meuble selon le pays (Km)

	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
Distance	91	75	49	79

Tableau 32: Distance parcourue pour l'achat d'un meuble selon le type de magasin

	Distance (km)
IKEA	90
Magasin spécialisé	94
autre	18
Total	79

Consommation d'énergie: La consommation moyenne d'énergie du trajet consommateur, en gep, pour l'achat d'un meuble, est calculée comme la consommation énergétique liée au déplacement d'achat et aux visites préalables. Dans le tableau ci-dessous elle est indiquée en gep par achat d'une part et, d'autre part, rapportée au poids des achats (en gep par kilo de meuble), afin d'être plus homogène avec les indicateurs utilisés pour les fruits. Les poids retenus sont 35 kg pour la bibliothèque et 25 kg pour la commode. Comme pour la distance parcourue, cette consommation est un peu plus importante en Belgique et un peu moins forte au Royaume Uni; elle est aussi un peu plus importante que la moyenne pour IKEA et les magasins spécialisés.

Tableau 33: Consommation d'énergie du trajet consommateur de meuble selon le pays

	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
gep/achat	4344	3573	2186	3746
gep/kg	139	115	77	121

Tableau 34: Énergie du trajet consommateur de meuble selon le type de magasins

	gep/achat	gep/kg
IKEA	4311	135
Magasin spécialisé	4331	155
autre	739	23
Total	3746	121

Emissions de GES: Pour les trajets des consommateurs, les émissions de GES sont proportionnelles à la consommation d'énergie. Les indicateurs ci-dessous (en grammes d'équivalent CO₂) donnent donc des résultats très proportionnels aux précédents puisque le rapport entre les deux dépend uniquement de la proportion des différents carburants dans chaque cas.

Tableau 35: Émissions de GES du trajet consommateur de meuble selon le pays

	Belgique	France	Royaume-Uni	Total
geCO ₂ /achat	15945	13115	8025	13750
geCO ₂ /kg	511	421	281	444

Tableau 36: Émissions de GES du trajet consommateur selon le type de magasins

	gep/achat	gep/kg
IKEA	15824	494
Magasin spécialisé	15896	571
autre	2713	84
Total	13750	444

Ainsi le consommateur qui va acheter un meuble consomme, pour son propre déplacement, plus de 13 kg d'équivalent CO₂ soit 0,4 kgeCO₂ par kilo de meuble acheté soit encore 3,4 fois plus d'énergie que pour acheter un kilo de fruits ou de légumes (121 contre 35,1 gep/kg).

3.4 Comparaison avec les résultats de la première phase

La première phase de cette recherche (Rizet & Keïta 2005) traitait des achats dans la grande distribution, hypermarchés, supermarchés et supérettes et deux régions avaient été retenues : Région Parisienne et Provence. Les caractéristiques des déplacements des consommateurs avaient été estimés principalement à partir de la connaissance des responsables de ces points de ventes, en confrontant ces chiffres avec ceux de la littérature et notamment ceux de (Beauvais Consultants 2005). Le tableau ci-dessous compare ces estimations de 2005 avec les résultats de l'enquête en ligne qui seront retenus dans ce rapport.

Tableau 37 : Comparaison 2005-2008 de l'énergie du trajet consommateur (gep/kg)

	Estimation 2005		Estimation 2008	
	Région Paris	Provence	Urbain	Rural
Hypermarché	17,5	39,0	13,0	35,0
Supermarché	22,0	28,5	6,5	18,0
Supérette en centre ville	3,0	3,5	3,0	10,0

Source pour les estimations 2005 : Rizet & Keïta 2005, p. 59

Les champs couverts ne sont pas tout à fait identiques et les paramètres ont évolué, notamment la consommation des voitures. Par rapport aux résultats de l'enquête en ligne 2007-2008, il apparaît que les estimations de 2005 étaient supérieures pour les grandes surfaces (hyper et surtout supermarchés) et inférieures pour les supérettes de centre ville. Les conclusions de 2005 sur l'efficacité relative des différents formats de magasins s'en trouvent ainsi remises en question.

4. Les chaînes logistiques: description et résultats-clés

4.1 Les chaînes de la pomme de l'hypermarché:

La pomme est pour plus de 60% distribuée, et sa chaîne contrôlée, par les hypermarchés en France (CTIFL 2007), pour plus de 85% par les supermarchés au Royaume-Uni (Defra 2007) et pour plus de la moitié par les supermarchés en Belgique (Enquête 2007). La pomme est aussi, après la banane, le fruit le plus vendu en termes de tonnage.

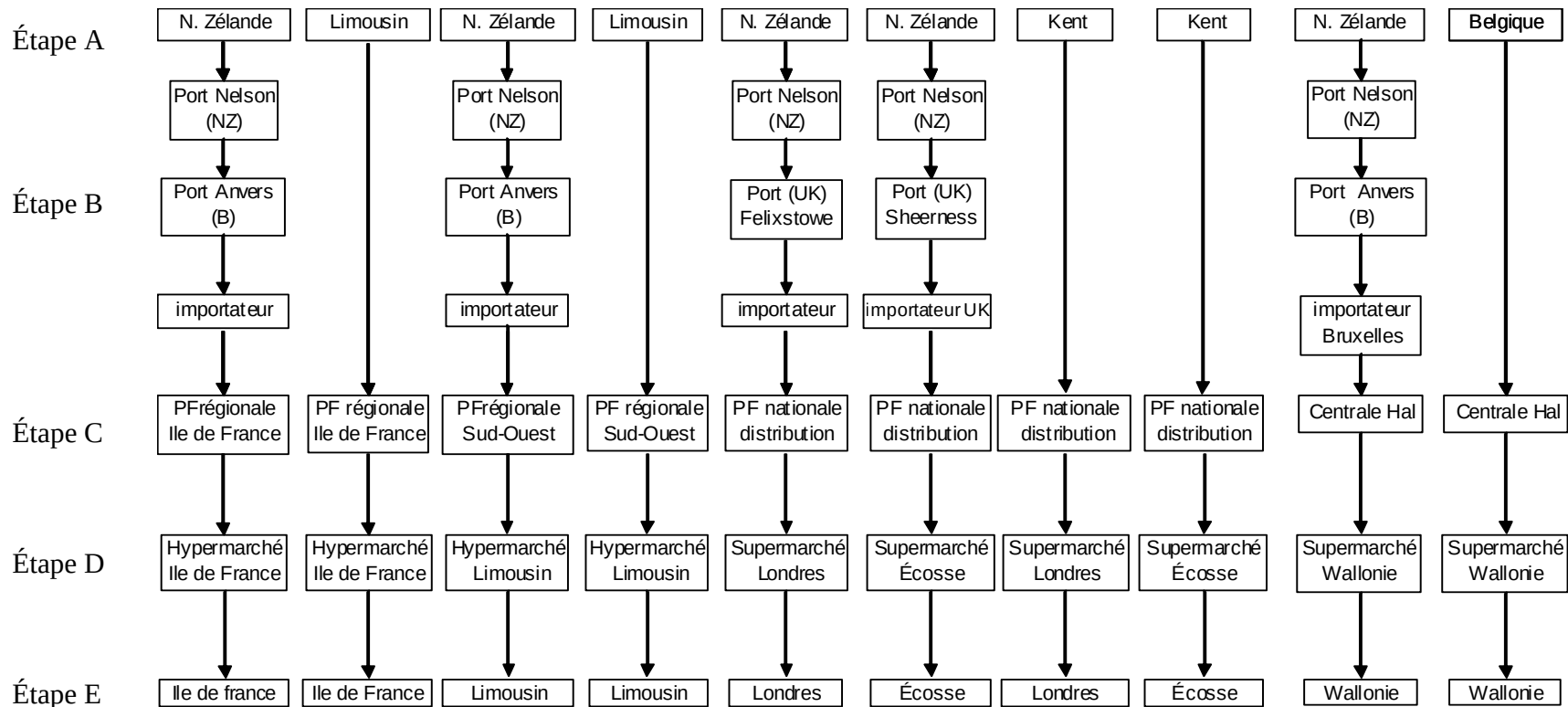
L'enquête a permis de collecter les informations nécessaires pour quantifier tous les maillons de 10 chaînes de la pomme de l'hypermarché dans les trois pays. Dans chaque pays, deux origines sont retenues: nationale et hémisphère sud et afin de comparer l'organisation des chaînes selon l'aspect territorial, les cinq exemples de distribution retenus sont des hypermarchés en Île de France, dans le Limousin, à Londres, en Écosse et en Wallonie.

Pour visualiser les dix chaînes et de ne retenir qu'une seule relation commerciale entre acteurs, la figure 3 présente chaque chaîne structurée verticalement depuis le producteur de pommes ou la coopérative de producteurs jusqu'au domicile du consommateur, en passant par les différents intermédiaires. Dans les étapes de la Supply chain, les lettres A à E correspondent aux étapes de stockage et les étapes pour le transport sont, logiquement, appelée AB, BC etc. A correspond à la production, B à l'intermédiaire importateur ou aux centres de distribution nationaux, C aux plateformes de distribution régionales, D aux hypermarchés et E aux domiciles des consommateurs. Dans la figure 3 et les autres présentations de chaînes des figures suivantes, les étapes de stockage sont des boîtes, les trajets du transport routier ou maritime sont représentés par des flèches.

Description de la chaîne en France: Une grande partie des données provient d'une entreprise commerciale fortement organisée tout au long de la chaîne de distribution des fruits frais en Europe, et d'un grand distributeur français. Les données couvrent toute la chaîne, de la production-expédition dans le Limousin ou en Nouvelle-Zélande jusqu'au consommateur final en passant par tous les intermédiaires : le transport routier vers le port néo-zélandais, les deux compagnies maritimes en concurrence pour le trajet Nelson-Anvers, l'importateur de fruits et légumes de Rungis, les transporteurs et logisticiens responsables des plateformes logistiques régionales en Île de France et Limousin, et les deux succursales 'hyper' de l'entreprise de grande distribution dans ces régions, au sud de Paris et à Brive (Corrèze). Les données sur le trajet consommateur, pour les trois pays, proviennent de l'enquête en ligne.

Description de la chaîne au Royaume-Uni: La même entreprise commerciale fournit une grande marque d'hypermarchés du Royaume-Uni avec des pommes d'importation et des pommes de vergers du Kent, au Sud-est de l'Angleterre. Le transport se fait par camion depuis les entrepôts de l'expéditeur au Kent jusqu'au centre national de distribution à l'ouest de Londres. Depuis l'expéditeur de Nouvelle Zélande, le trajet vers le port est de 40 km, et le trajet maritime au départ de Nelson se fait de deux façons: porte-conteneurs ou vraquier. Ces deux types de trajets maritimes sont comparés. Après l'arrivée au port, les fruits sont acheminés vers un entrepôt intermédiaire, puis vont au centre national de distribution. Ensuite, le distributeur transporte la marchandise vers son magasin de Londres ou d'Aberdeen, en Ecosse.

Figure 3 : Description des chaînes des hypermarchés enquêtés



Abréviations des figures: PF = Plateforme, F = France, UK = Royaume-Uni, NZ = Nouvelle Zélande; B = Belgique
Source : Enquête 2007-2008

Description de la chaîne de la pomme de l'hypermarché en Belgique

Pour la Belgique, la chaîne de l'hypermarché (grand supermarché) enquêtée diffère à plusieurs niveaux de celle de l'hypermarché français. En Belgique, les chaînes logistiques de la pomme et de la tomate se ressemblent à plus d'un titre. Tout d'abord, ces deux produits sont majoritairement cultivés en Belgique bien qu'une part non négligeable soit importée. La production nationale alimente plus de la moitié du marché belge pour chacun des deux produits.

Ensuite, une grande partie de la production nationale passe par les criées, pour ensuite être achetée par les grossistes et les chaînes de grande distribution. Les grossistes revendent alors leurs marchandises dans des marchés matinaux (le **marché matinal de Bruxelles, Mabru**, a été retenu comme marché matinal, ceux situés dans les autres villes du pays étant de taille beaucoup plus réduite et ayant donc un rayonnement beaucoup plus local) à des détaillants et "petits" "demi"-grossistes.

Une grande majorité des importations sont le fait d'importateurs belges. Ceux-ci sont regroupés au sein d'une même organisation, le Centre Européen des Fruits et des Légumes, situé à Bruxelles, sur le même site que Mabru ; ils revendent ces pommes d'importation à la grande distribution et à des grossistes, permettant ainsi de commercialiser ces produits dans le pays.

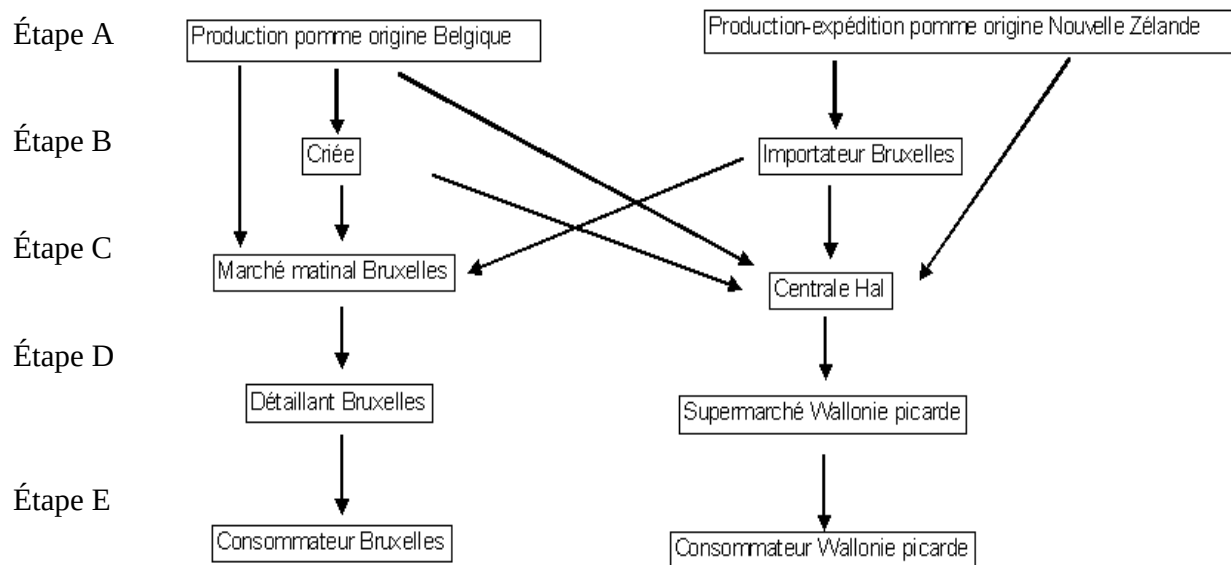
La seule différence majeure entre les deux produits étudiés est la provenance des importations: en majorité la Nouvelle-Zélande pour la pomme de basse saison tandis que les tomates importées, qui feront l'objet d'une prochaine section, sont d'origine espagnole.

Il aurait été utile de pouvoir comparer des supermarchés en milieu urbain et en périphérie. Cependant, suite aux rencontres effectuées pour cette enquête, il est apparu impossible de réunir les éléments nécessaires aux calculs qui devaient être réalisés pour estimer la consommation d'énergie et les rejets. En effet, deux sociétés de distribution avaient été prévues pour faire les comparaisons, à cause de leur fonctionnement interne différent, induisant ainsi une logistique différente. Mais l'une d'elles ayant renoncé à participer à l'enquête, seule une grande firme de distribution belge a été retenue.

Il a été possible d'estimer la consommation de la centrale, suite à des informations récoltées grâce à diverses sources, ainsi que celle d'un magasin en Wallonie. Par contre, aucune information ne nous a été communiquée pour un magasin à Bruxelles.

La Figure 4 présente les chaînes logistiques de la pomme en Belgique. Il y a deux origines principales pour les pommes consommées en Belgique (étape A). Il existe en effet une production belge, tirée de récoltes de producteurs amenant leurs fruits soit dans les différentes criées (nous y reviendrons plus loin) du pays, soit directement aux marchés matinaux (de type Mabru). De plus, les distributeurs peuvent également aller s'approvisionner en pommes directement chez le producteur. Cette production représente environ 80% de la consommation totale de pommes en Belgique sur l'année.

Figure 4: Chaînes logistiques de la pomme en Belgique. Source : enquête 2007-2008.



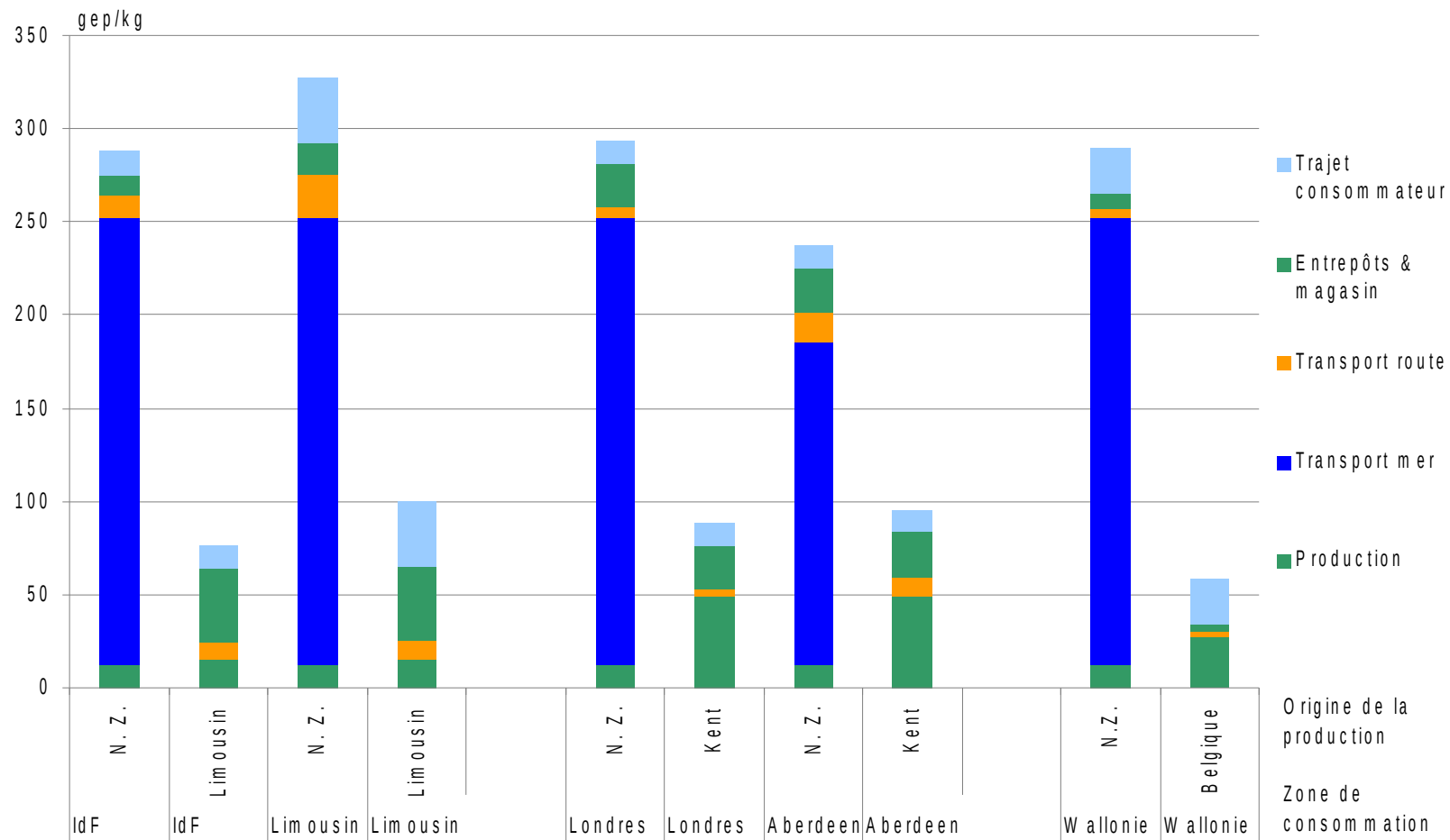
L'autre source de pommes en Belgique est l'importation de fruits venant de Nouvelle-Zélande. Ceux-ci sont importés soit par des importateurs, qui revendent leur marchandise aux grossistes belges et aux grandes entreprises de distribution, comme celle ayant participé à cette étude, soit par les chaînes de distribution elles-mêmes. Cette tendance, bien qu'encore minoritaire, augmente ces dernières années, dans une volonté manifeste de la part de ces entreprises de réduire les dépenses intermédiaires.

A l'étape B (criste et importateur), les pommes d'origine belge sont soit achetées par des grossistes qui iront les vendre à leur tour au marché matinal, soit sont achetées par les sociétés de distribution. Quant aux pommes importées, les importateurs les revendent soit aux grossistes belges qui iront les vendre par exemple au marché matinal de Bruxelles (Mabru) soit aux grandes sociétés de distribution.

A l'étape C, le marché matinal de Bruxelles regroupe des producteurs vendant directement leurs pommes à des détaillants, des collectivités, etc. ainsi que des grossistes qui vendent leurs produits aux mêmes personnes, mais en provenance dans ce cas de la cristie ou de l'importateur. La centrale du distributeur à Hal (Halle) est la plate forme nationale de la société, lieu par lequel tous les produits passent avant d'être chargés dans les camions qui approvisionnent les magasins du pays. Elle réceptionne quant à elle des pommes provenant de quatre sources, à savoir le producteur, la cristie (qui représente la majeure partie du circuit d'approvisionnement des pommes d'origine belge), les importateurs (principal canal d'approvisionnement des pommes d'origine néo-zélandaise) et enfin les producteurs en Nouvelle-Zélande.

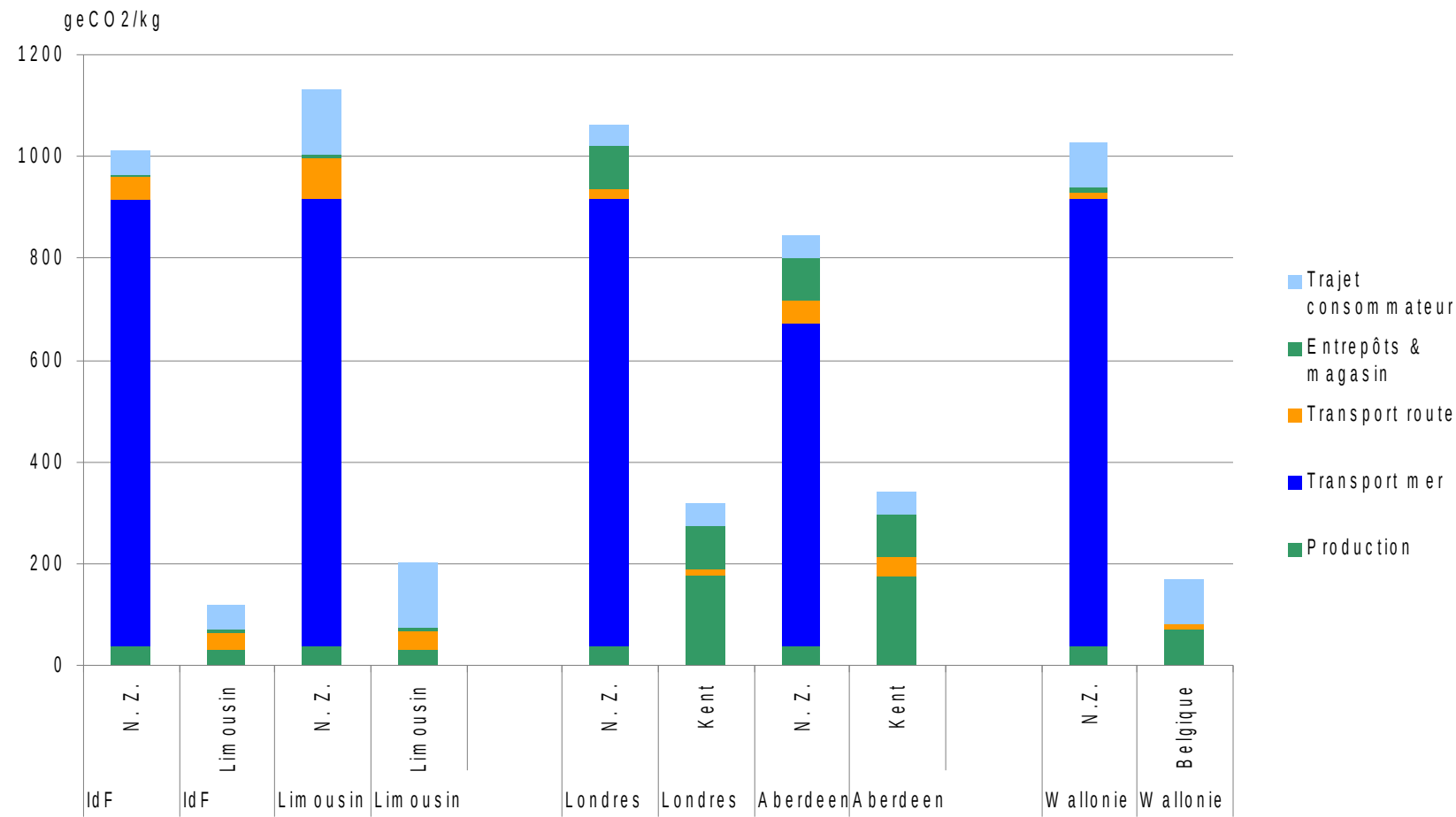
L'étape D est constituée des circuits de distribution analysés, un détaillant pour la région bruxelloise et un supermarché pour une zone périphérique, à savoir ici la Wallonie picarde. L'étape E regroupe enfin les consommateurs, à Bruxelles et en Wallonie picarde.

Figure 5: Consommation d'énergie de la pomme de l'hypermarché: résultats synthétiques pour les origines Hémisphère Sud et nationales, et les distributions en métropole et en zone à faible densité



Source : D'après les données de l'enquête 2007-2008

Figure 6: Émissions de CO₂ : résultats synthétiques des chaînes de la pomme distribuée en hypermarché



Source : D'après les données de l'enquête 2007-2008

Résultats pour les chaînes de la pomme distribuée en hypermarché

Les résultats varient pour un kilo de pommes entre 60 et 338 gep/kg, soit, pour le CO₂, entre 100 et 970 geCO₂/kg. Le détail pour chaque étape est quantifié dans les tableaux de l'annexe A.

L'étape de production agricole (fruits et légumes) présente de faibles valeurs, mais de grandes incertitudes sont liées aux émissions des milieux naturels

Le départ de la chaîne des fruits et légumes est la production agricole. Pour la pomme, les vergers européens et de l'hémisphère sud ne sont pas en concurrence réelle, car les produits du sud sont vendus hors-saison, c'est-à-dire surtout d'avril à juillet-août.

La consommation d'énergie directement utilisée pour la production est celle du chauffage (fuel et gaz), de l'électricité pour réfrigération, emballage et manutention, et du diesel pour les véhicules. Les chiffres obtenus, rapportés au tonnage annuel important des vergers (entre 470 et 18 000 tonnes de pommes/an, selon les producteurs enquêtés), sont étonnamment bas. De plus, sur les 30 à 40 gep/kg utilisés pour l'étape de production, 10 à 20 gep sont de l'énergie des véhicules (tracteurs, véhicules utilitaires).

Les contributions des milieux naturels aux émissions de GES comme CO₂, CH₄ et N₂O n'ont pas été prises en compte dans les chaînes, à cause de la complexité des processus (étude dans l'étude) et surtout de l'important débat international en cours produisant des valeurs quantitatives très controversées. Les données actuelles de la Nouvelle-Zélande donnent une contribution de l'agriculture dans les émissions totales de GES du pays de 25%, dont 75% sont dus au méthane des animaux (Ministry of Environment 2005). À un niveau national, la capture et le stockage de CO₂ dans les sols, calculées et évaluées dans le rapport du GIEC (IPCC 2007) montrent des chiffres très élevés pour un stockage potentiellement très important, si les bonnes techniques sont utilisées et les sols sont propices, de l'ordre de 50 tonnes de CO₂ de stockage net par ha et par an (IPCC 2007). Alors que la production de pommes est d'environ 20 tonnes/ha/an. Ces chiffres, qui équivaldraient à un stockage potentiel de 2500 geCO₂/kg, et paraissent très sérieux, montrent qu'il reste une très grande incertitude sur le bilan carbone des surfaces agricoles.

Les seuls éléments pris en compte pour la production sont donc les dépenses énergétiques directes. L'utilisation d'engrais génère en Nouvelle Zélande peu d'émissions, si l'on considère les facteurs d'émissions de l'Ademe (2007) de 1 kg de CO₂ par kg d'engrais. Pour 118 kg ha environ, et 35 tonnes de pomme par ha, le résultat est très faible avec 3,3 grammes de CO₂ par kg de pommes qui sont dus aux engrais. Ce chiffre est très éloigné de celui de Saunders et al (2006) (18 kg CO₂/tonne de pommes soit 18 geCO₂/kg), calculé avec une toute autre méthode. Les autres entrants agricoles, machines etc., n'ont pas été pris en compte du point de vue du bilan énergétique et GES de l'entreprise. Leur contribution potentielle, au vu des méthodes de travail et d'économie rurale très similaires dans les vergers européens et néo-zélandais, n'apparaît pas devoir générer des différences très grandes entre les chaînes.

Comme cette enquête Supply chain et énergie s'adresse surtout au transport, les chiffres obtenus pour l'étape 'production' dans les différents pays ne montrent pas de différences quantitatives importantes dans la consommation d'énergie totale. Il est surprenant de constater que l'énergie pour le transport à l'intérieur d'une exploitation agricole de vergers est aussi importante (entre 15

et 50% des émissions de GES directes). L'électricité est, de loin, l'origine la plus importante des émissions de l'étape production au Royaume-Uni et en Belgique, à cause des facteurs de conversion élevés. Donc le résultat principal de cette étude, pour l'étape de production, est l'importance du carburant et de l'électricité, ainsi que le faible niveau de la valeur absolue de la consommation d'énergie.

Logistique

À part la production, comme il est montré dans la Figure 5, les deux trajets les plus consommateurs d'énergie sont le trajet maritime et le trajet consommateur. Les 230 gep/kg et 881 geCO₂/kg pour le trajet maritime de la pomme d'importation en France, Royaume-Uni et Belgique sont des valeurs élevées, valables pour la plupart des chaînes de l'hyper et des grossistes de la pomme (chapitre 5.1).

Les autres parties de la chaîne, notamment la logistique intermédiaire (infrastructures portuaire, stockage intermédiaire en France, au Royaume-Uni et en Belgique, transports par camion semi-remorque entre différentes étapes), montrent des résultats faibles, donc une bonne efficacité.

Pour l'efficacité des émissions de CO₂, la différence entre le trajet maritime et les autres activités est forte (Figure 6). La différence entre la région parisienne et le Limousin est surtout provoquée par les plus longs trajets des consommateurs, beaucoup moins par la logistique.

Le transport routier de pommes vers l'Île de France, dans la chaîne de l'hypermarché

Pour les transports routiers de pommes, les trajets vers l'Île de France entre le producteur et l'expéditeur du Limousin et la plate-forme de l'hyper sont efficaces (10 gep/kg) ; et il en est de même pour les trajets pour l'importation Anvers-Rungis-plate-forme de l'hyper (environ 11 gep/kg) (voir Annexes, Tableau 46: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Trajets routiers). Pour les émissions de CO₂, le total de cette étape ne dépasse pas les 40 grammes par kg de produit dans les trois pays enquêtés.

En termes financiers, les coûts de carburant pour cette étape d'acheminement sont de l'ordre de 1 centime d'euro par kg. C'est un chiffre très similaire à celui observé au Royaume-Uni. En Belgique, les chiffres sont encore inférieurs, à cause des trajets plus courts.

Choix logistiques potentiels

Les chaînes logistiques que nous comparons sont complexes et de nombreuses interactions sont possibles entre les différentes parties de la chaîne : un transport maritime plus court peut se traduire par un rallongement de la distance terrestre, un navire plus spécialisé et plus efficace que le porte-conteneur peut avoir plus de difficulté à trouver du fret de retour, etc. Nous trouvons donc trois niveaux de décisions logistiques potentiels qui pourraient influencer l'efficacité énergétique de la chaîne : celui de l'acheteur de l'hypermarché, qui décide de l'origine de sa marchandise, celui du logisticien qui choisit un moyen de transport et un opérateur plus ou moins efficace et enfin celui du transporteur qui trouverait davantage de marchandise pour le trajet retour. Les autres acteurs, producteurs, expéditeurs, importateurs, n'ont que peu d'influence décisionnelle dans le choix des chaînes logistiques, et le transport routier. La logistique pourrait

encore accroître son efficacité GES en termes de taux de remplissage et de distance des trajets à vide, ou d'utilisation du fret ferroviaire réfrigéré. Néanmoins, ce potentiel n'apparaît pas dans ce bilan comme la plus grande source d'économies possibles.

4.2 Les chaînes de distribution des grossistes pour la pomme

La commercialisation des pommes, comme de la plupart des fruits et légumes frais en France, se fait à 40% en dehors des hypermarchés, et passe par un grossiste. Cette commercialisation est nettement plus complexe par le nombre d'acteurs et de constellations possibles pour les chaînes de distributions.

Afin de mettre en avant les grandes différences existantes et leur influence sur la consommation d'énergie, il s'agit de présenter ici sept chaînes de distribution pour la pomme d'origine française, une chaîne pour la pomme d'origine belge, ainsi que six chaînes de pommes d'importation en provenance de Nouvelle-Zélande dont une distribuée en Belgique. Pour le Royaume-Uni, les quantités distribuées sont nettement plus faibles et les chaînes des grossistes bien plus marginales sur le marché des produits frais : ce pays ne sera donc pas comparé ici. Les sept chaînes de distribution de la production française sont distribuées par l'intermédiaire d'un grossiste du Marché d'Intérêt National de Rungis, situé à environ 18 km au Sud de Paris. Ce grossiste est acheteur chez l'importateur de pomme de l'hémisphère sud. Il a de nombreux clients réguliers dans toute l'Île de France et les régions limitrophes, dans un rayon d'environ 250 km autour de Paris. Un de ses clients est une centrale d'achat, qui approvisionne des supermarchés et des magasins. Pour la production et la distribution en amont de cette centrale d'achat, il s'agit de la même chaîne d'approvisionnement que celle du grossiste de Rungis.

La plupart des clients du grossiste sont des commerçants indépendants qui vendent sur les marchés de plein air (ou couverts), quotidiens ou (bi-)hebdomadaires de la région. Les magasins primeurs et les magasins généralistes indépendants (épicerie de quartier ou supérettes) sont également des clients importants du grossiste. Afin de comparer les magasins situés à des distances différentes, nous présentons les résultats pour un magasin situé à 25 km de Rungis, et un autre situé à 100 km. Enfin, de nombreux « demi-grossistes » achètent leur marchandise et la distribuent dans des villes « secondaires » (Reims, Nemours etc.) ou bien dans des collectivités (écoles, restaurants d'entreprises, etc.). Les figures suivantes présentent les chaînes les plus fréquentes sur la gauche, celles sur la droite ayant une plus faible part de marché. Les données collectées comprennent aussi les chiffres de l'enquête consommateurs en ligne, et les informations des lieux de vente en zone urbaine de l'Île de France et de Bruxelles.

La chaîne des grossistes en Belgique: *La criée*

Les criées sont un maillon essentiel de l'approvisionnement en fruits et légumes frais en Belgique. En effet, dans une majorité de cas, la production locale y est amenée par les producteurs situés dans la région pour ensuite être vendue aux acteurs en aval de la chaîne. Il y a 10 criées en Belgique, implantées en Flandre surtout, allant de la région de Kortrijk (Courtrai) à celle de Sint-Truiden (Saint-Trond), en passant par le Brabant Flamand (Mechelen-Malines). Certaines d'entre elles sont assez généralistes, c'est-à-dire collectant des fruits et légumes variés, tandis que d'autres ne sont spécialisées qu'en fruits, qu'en légumes ou bien encore sur certains produits bien définis.

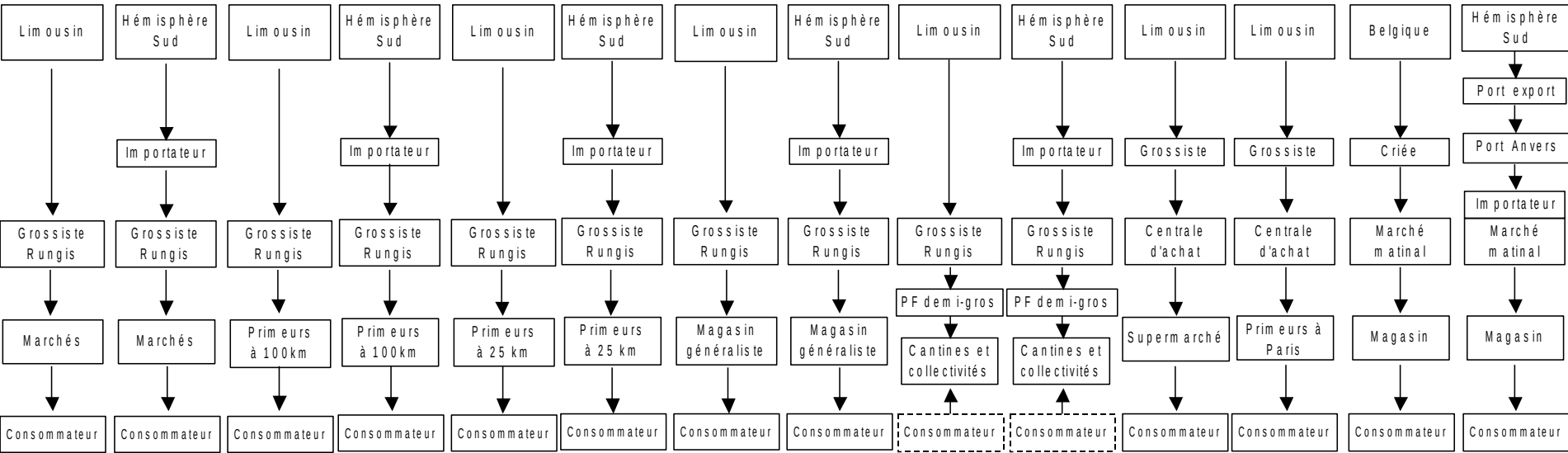
Le système de la criée fonctionne comme ceci : tout d'abord les producteurs locaux y amènent leur production en fin de journée par leurs propres moyens. Ce transport se fait essentiellement par camion. Arrivés à la criée, les fruits et légumes sont contrôlés et emballés. Le lendemain matin, très tôt, au lieu la vente proprement dite : les acheteurs potentiels (grande distribution, grossistes, etc.) voient passer les différents lots constitués de plusieurs palettes devant eux et les achètent au meilleur prix via un système de communication et d'ordinateurs. Ce système de vente relie toutes les criées par téléphone et système informatique, si bien qu'un acheteur à Sint-Truiden peut par exemple acheter un lot à Mechelen. Ceci ne peut se faire que grâce à une virtualisation des produits, permise par l'existence d'un label de qualité connu par les acheteurs et les vendeurs.

Résultats

Dans l'ensemble, les chaînes des grossistes n'émettent pas moins de CO₂ que celles de l'hypermarché. Les meilleurs résultats sont obtenus pour les marchés et les collectivités, les moins favorables pour le magasin primeurs situé à 100 km de Rungis. Les raisons sont expliquées en détails au chapitre 'analyse du type de distribution'. Comme il s'agit des mêmes importateurs et des mêmes trajets maritimes que pour les pommes de l'hypermarché, les pommes d'importation ont des valeurs nettement plus élevées que celles de la production nationale (Chapitre 5.1). Pour l'énergie, le rapport entre national et import est de 1 à 5 pour les pommes du marché et de 1 à 2,5 pour le magasin lointain; pour le CO₂, le rapport est de 1 à 10 pour les marchés et de 1 à 5 pour les magasins. Le stockage consomme un peu moins pour l'importation, à cause des quantités.

Parmi les magasins, celui qui est livré par la centrale d'achat consomme le moins d'énergie et produit le moins de CO₂. Son avantage est dû à une meilleure efficacité des transports de livraison (voir chapitre 5.2, analyses des types de distribution). Pour les autres magasins, le gérant se déplace lui-même à Rungis plusieurs fois par semaine pour voir la qualité des produits qu'il achète, l'appréciation de la qualité visuelle d'un produit restant déterminante pour la vente de fruits frais en France. Le gérant du magasin qui se déplace dépense donc plus que celui qui est livré par la centrale d'achat, du fait de la faible charge transportée.

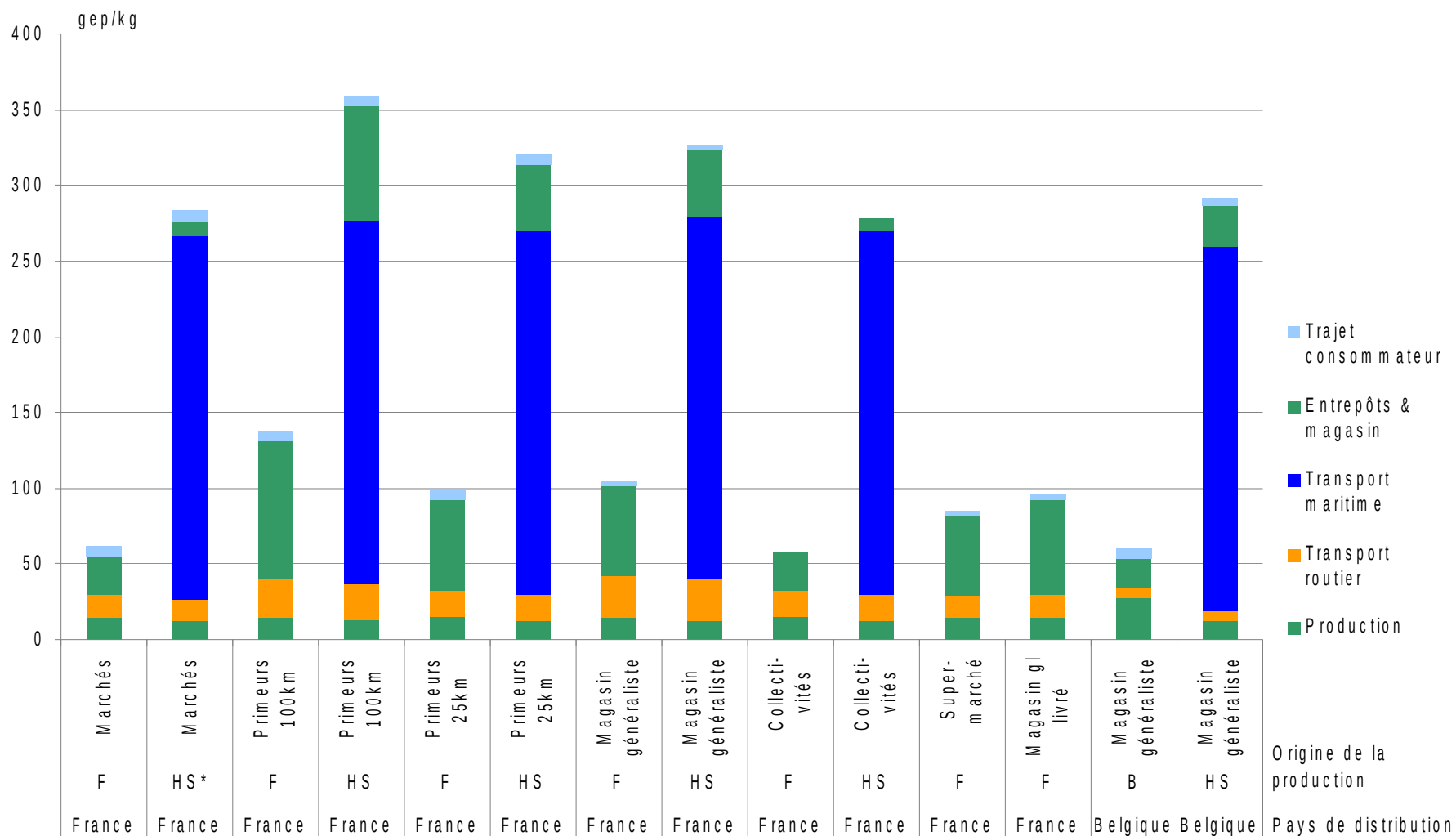
Figure 7: Description des chaînes des grossistes de la pomme enquêtées



Source: Enquête 2007-2008

Note: Pour les cantines, le consommateur se déplace pour un autre motif que l'achat et ce trajet ne fait donc pas partie de la chaîne

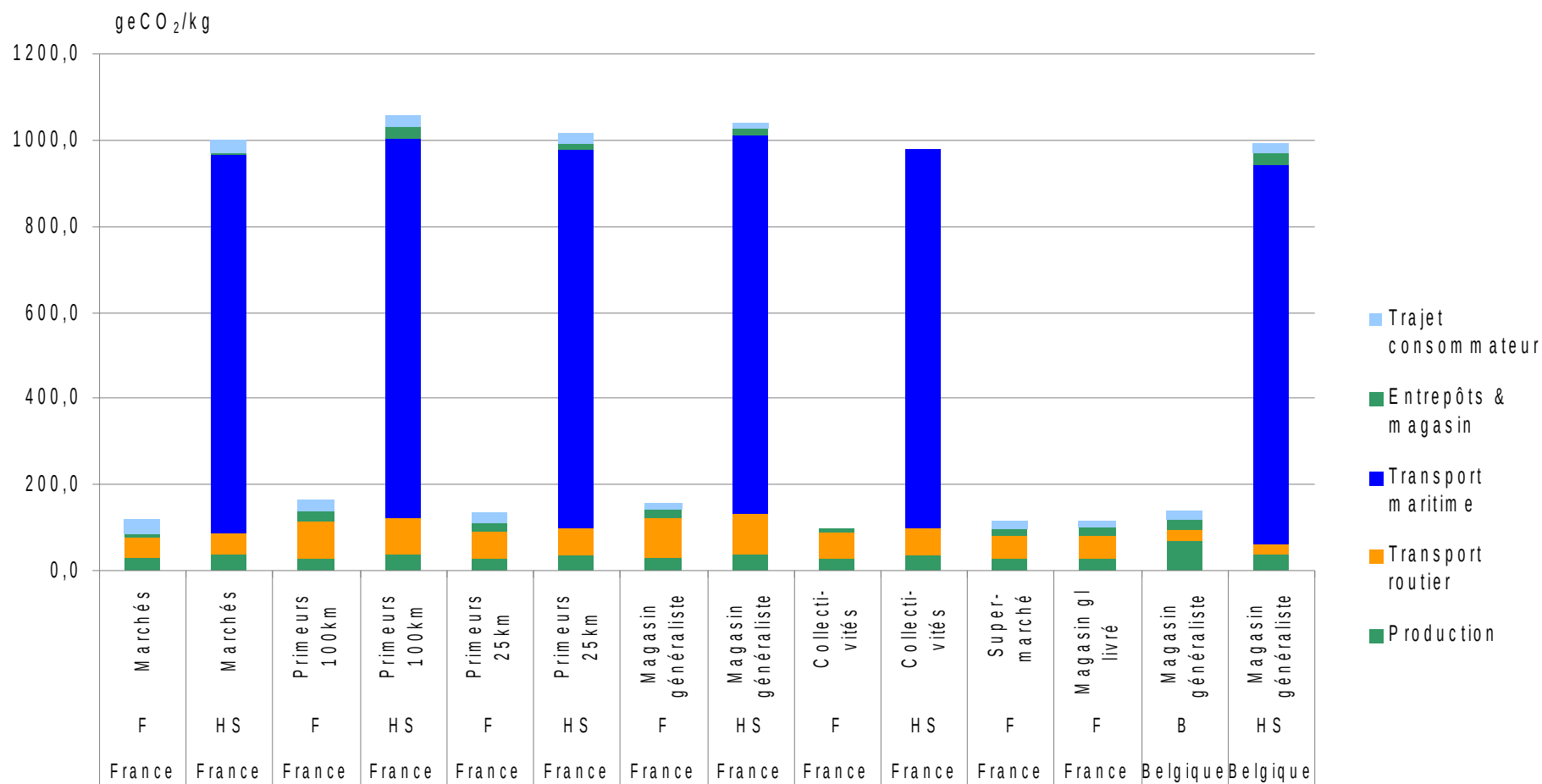
Figure 8: Résultats synthétiques pour l'énergie des chaînes de la pomme distribuée par un grossiste, vendue sur les marchés, dans les commerces de proximité et dans les cantines



*HS : Hémisphère Sud

Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

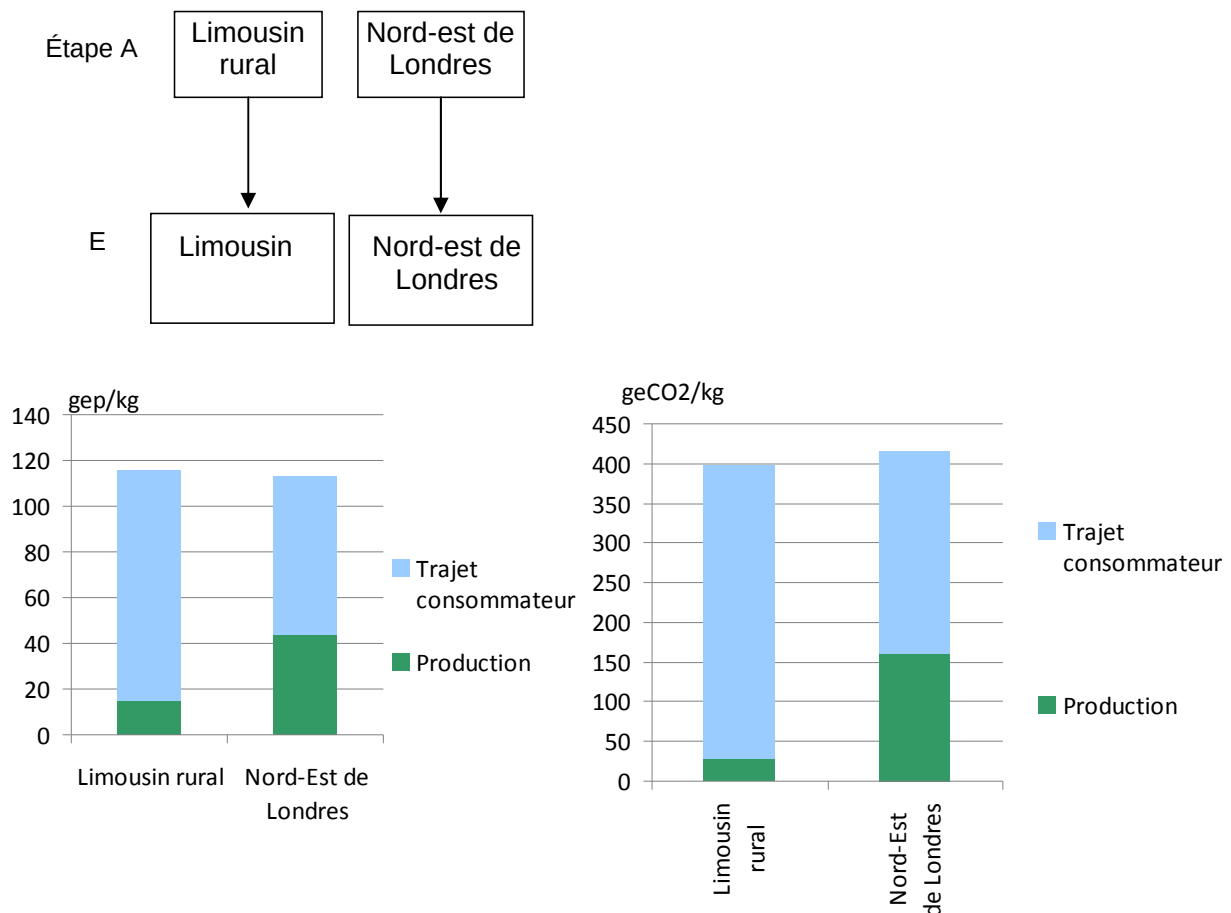
Figure 9: Résultats synthétiques pour les émissions de CO₂ des chaînes de la pomme distribuée par un grossiste, vendue sur les marchés, dans les commerces de proximité et dans les cantines



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

4.3 La vente directe de pommes à la ferme

Figure 10: Vente directe et résultats pour l'énergie et le CO₂



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Un cas particulier est celui de la vente sur le lieu de production (vente directe à la ferme ou « farmshop » au Royaume-Uni) qui, selon les statistiques, ne dépasse pas les 1 à 2% des ventes des marchés de produits frais. Pour le producteur, cela peut atteindre jusqu'à plus de 10% des ventes dans le cas enquêté en France et même 100% dans l'autre cas enquêté au Royaume-Uni. Cette chaîne semble extrême. Le cas du consommateur qui achète ses fruits sur le lieu de production correspond en effet plutôt à une absence totale de chaîne de transport.

Si l'on inclut les données moyennes du trajet consommateur de l'échantillon (enquête en ligne 2008), dans lequel seul un faible pourcentage des clients ne vient pas faire ses achats à la ferme en voiture, les sommes des deux entreprises sont pratiquement identiques, mais le plus surprenant est que le total soit aussi élevé (environ 115 gep/kg et 400 geCO₂/kg). C'est le fait des faibles quantités transportées.

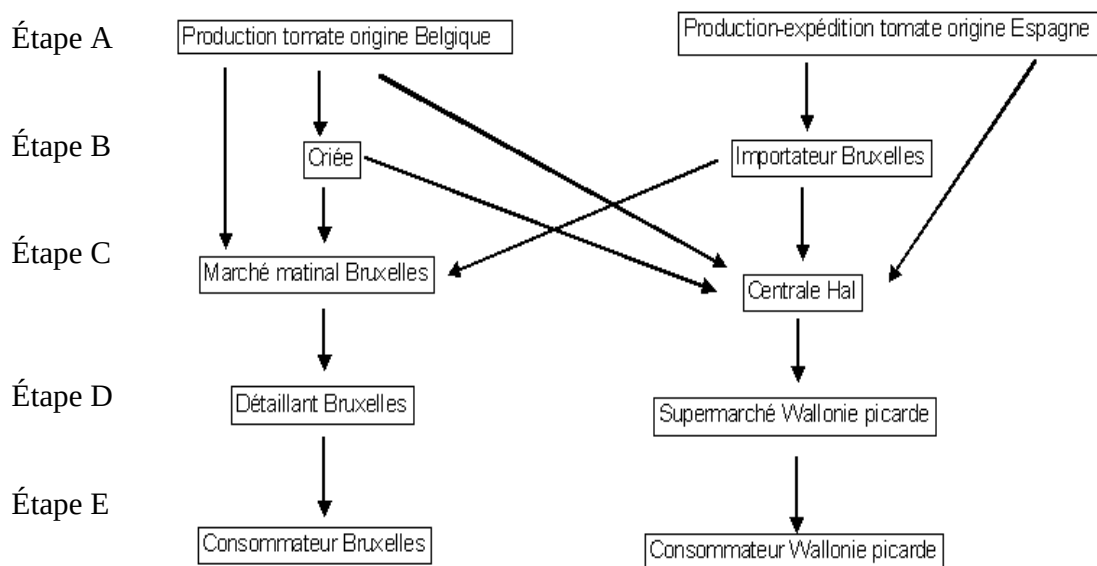
4.4 Les chaînes de distribution des grossistes pour la tomate

Chaînes nationales et internationales des grossistes de la tomate

Pour la tomate, il s'agit en France du même marché de gros de Rungis, mais de grossistes différents, spécialisés dans la vente de ce fruit frais. L'origine retenue est soit l'importation du Maroc, soit la production française. La commercialisation est tout aussi complexe que celle de la pomme, mais, pour simplifier, seul un grossiste, un vendeur sur marché, un magasin et un supermarché ont été retenus pour la France. Dans ces chaînes, une possibilité de décision logistique concerne l'importation du Maroc, avec une traversée maritime de la Méditerranée soit très courte vers l'Espagne, soit plus longue vers Port-Vendres. Cette dernière prend bien plus de temps et n'est pas fréquente, car la tomate est un produit qui ne supporte qu'un très court temps de stockage. Le cas normal retenu est celui du trajet Agadir Tanger-Algesiras Rungis.

En Belgique, les deux lieux de vente sont un détaillant à Bruxelles et un supermarché en Wallonie (figure.11).

Figure 11: Chaîne logistique de la tomate en Belgique



Source : enquête 2007-2008.

On remarque la forte similitude de cette chaîne avec celle de la pomme. De nouveau, il y a deux origines de production des tomates consommées en Belgique (étape A).

La production belge est tirée des récoltes de producteurs amenant leurs légumes, cultivés sous serres (chauffées ou non) dans les différentes criées du pays ou bien aux marchés matinaux (Mabru). Les distributeurs s'approvisionnent aussi en tomates chez le producteur, comme pour la pomme. Cette production belge représente environ 90% de la consommation totale de tomates en Belgique sur l'année.

La seconde origine des tomates que l'on trouve en Belgique provient d'Espagne. Les légumes sont importés par des importateurs, qui revendent leur marchandise aux grossistes belges et aux

grandes entreprises de distribution comme celle interrogée ou par les chaînes de distribution elles-mêmes.

À l'étape B (criée et importateur), les tomates d'origine belge sont achetées d'une part par des grossistes qui iront les vendre à leur tour au marché matinal, d'autre part par les sociétés de distribution. Les tomates importées sont quant à elles revendues par les importateurs aux grossistes belges qui iront les vendre par exemple à Mabru et aux grandes sociétés de distribution.

Mabru regroupe des producteurs qui vendent leurs produits à des détaillants, des collectivités, etc. sans passer par la criée ainsi que des grossistes qui vendent des produits venant de la criée ou de l'importateur.

La centrale de la chaîne de distribution diversifie autant ses sources que dans le cas de la pomme. Elle s'approvisionne en effet chez le producteur, à la criée (la majeure partie du circuit d'approvisionnement des tomates d'origine belge), chez les importateurs (principal canal d'approvisionnement des tomates d'origine espagnole) et enfin chez les producteurs en Espagne (minoritaire mais en augmentation). Ces deux acteurs sont représentés à l'étape C.

L'étape D regroupe un détaillant pour la région bruxelloise et un supermarché pour la Wallonie picarde. L'étape E représente les consommateurs, à Bruxelles et en Wallonie picarde.

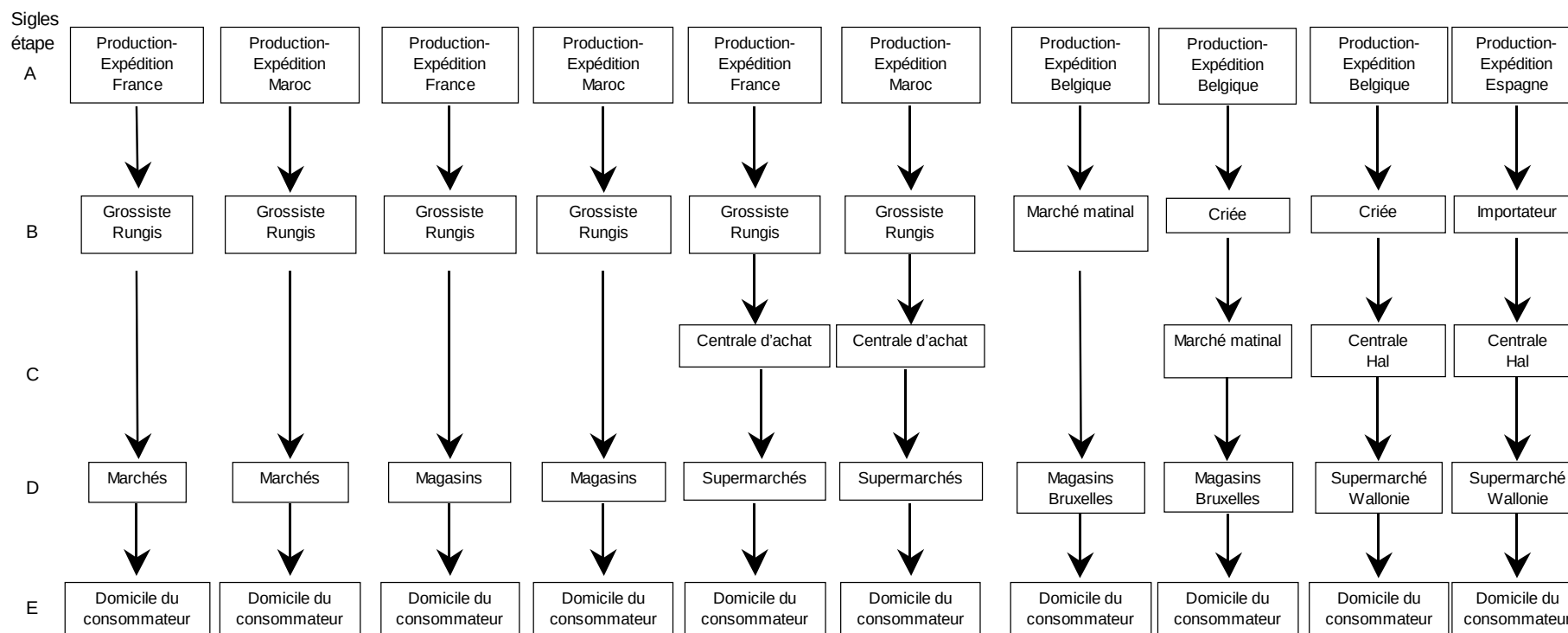
Résultats

On remarque, à cause de tonnages importants, un niveau général bien plus faible pour la tomate que pour la pomme, avec une consommation d'énergie totale par chaîne de 20 à 95 gep/kg. Sont à noter:

- l'importance du transport routier pour les tomates d'importation,
- la bonne performance énergétique et GES pour les marchés, magasins et supermarchés en France pour la tomate d'origine nationale
- et le taux assez élevé du trajet consommateur pour le supermarché en Belgique.

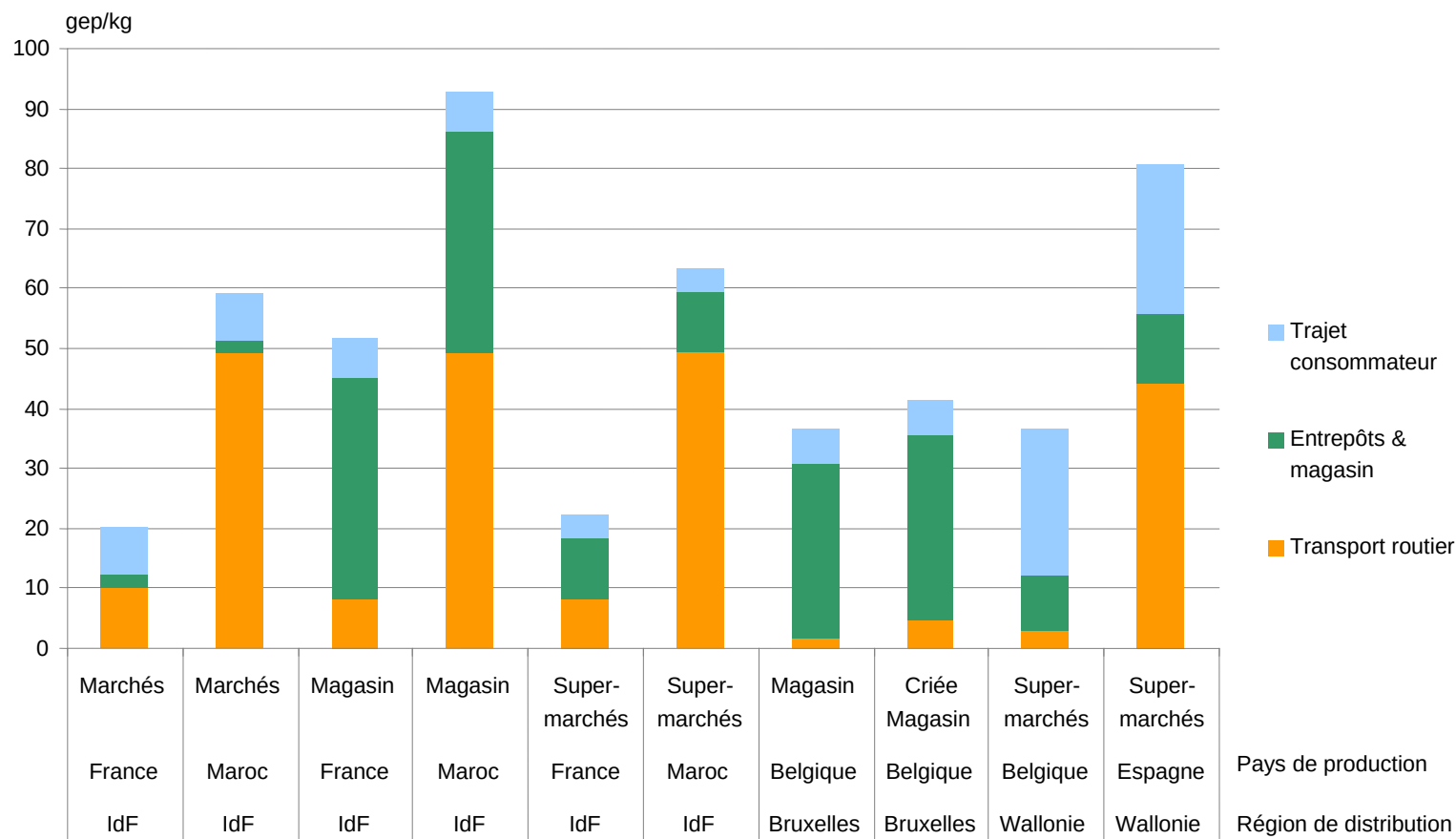
Pour expliquer les meilleurs résultats, il est clair que la part très faible du transport routier pour la tomate de Belgique trouve son origine dans les courtes distances. Ensuite, pour les faibles émissions de GES du supermarché en France, l'origine est le très fort tonnage par surface, environ le triple de la pomme. Les longs trajets d'importation ne produisent pas une très mauvaise efficacité de GES, car les camions sont très lourdement chargés (plus de 20 tonnes), la tomate étant un produit lourd. Néanmoins, l'écart entre la tomate d'importation et la tomate d'origine nationale en Belgique est de 1 à 2.

Figure 12 : Description des chaînes des grossistes pour la commercialisation de la tomate



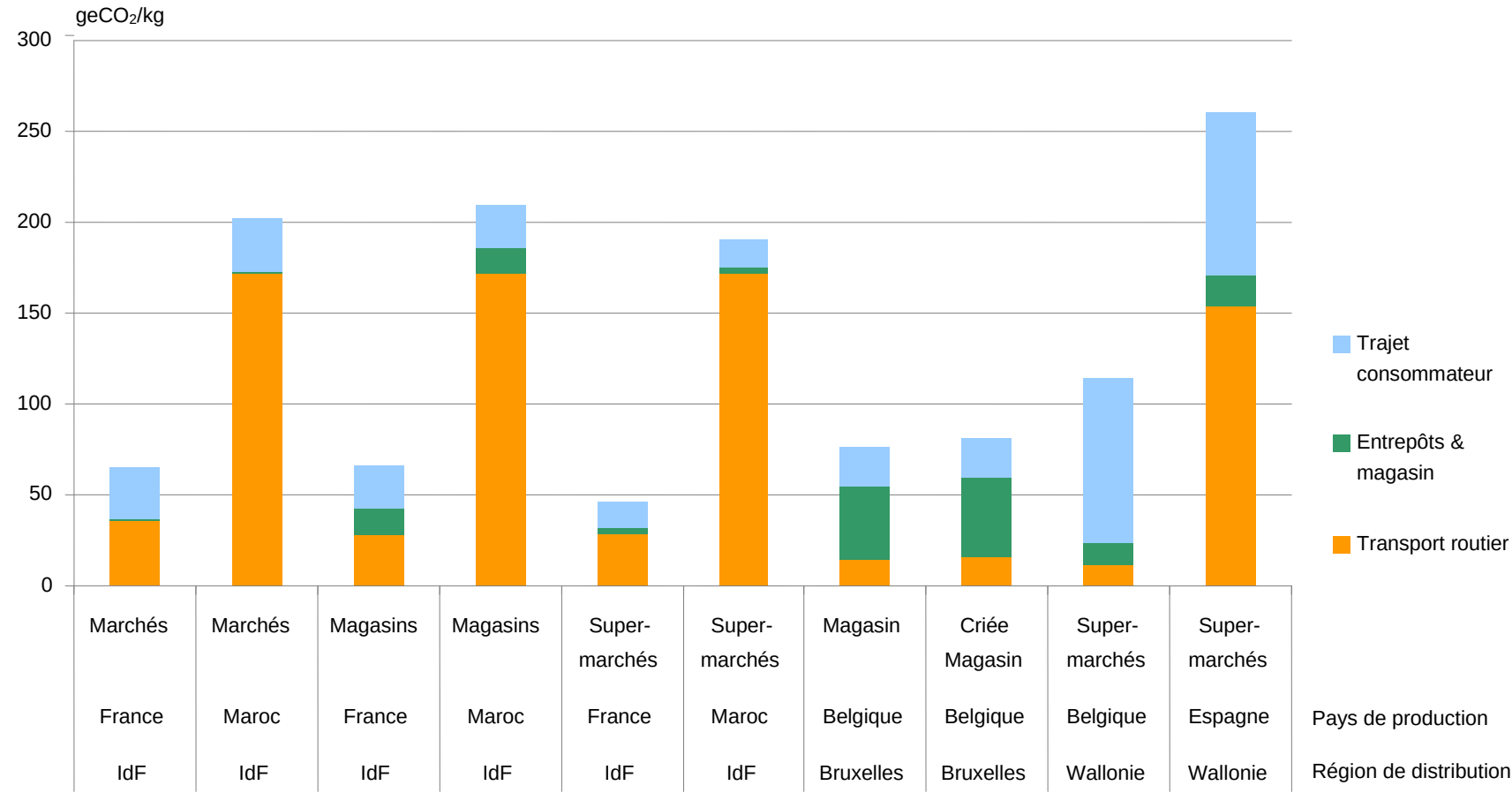
Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 13: Résultats synthétiques pour l'énergie des chaînes de la tomate distribuée par un grossiste en France et en Belgique, vendue sur les marchés, dans les magasins et supermarchés



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 14: Résultats synthétiques pour les émissions de CO₂ des chaînes de la tomate distribuée par un grossiste en France et en Belgique, vendue sur les marchés, dans les magasins et supermarchés



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

4.5 Chaînes du Limousin rural:

Panier Paysan, marchés, vente à la ferme, supermarché, magasin

Les chaînes étudiées concernant la distribution en milieu rural l'ont été pour deux produits: la tomate bio de saison et la tomate 'standard' vendue toute l'année. La tomate bio est produite dans le Limousin et la tomate standard en Aquitaine. Le lieu de vente est une bourgade du Limousin (environ 4000 habitants) pour toutes les chaînes. Du fait de la relative proximité entre régions de production et région de consommation, les trajets routiers ne sont pas très importants.

Les chaînes de la tomate bio observées partent du producteur enquêté, qui commercialise ses produits de trois façons différentes:

- Panier Paysan: un nouveau concept de distribution directe décentralisée,
- marchés de producteur,
- vente à la ferme.

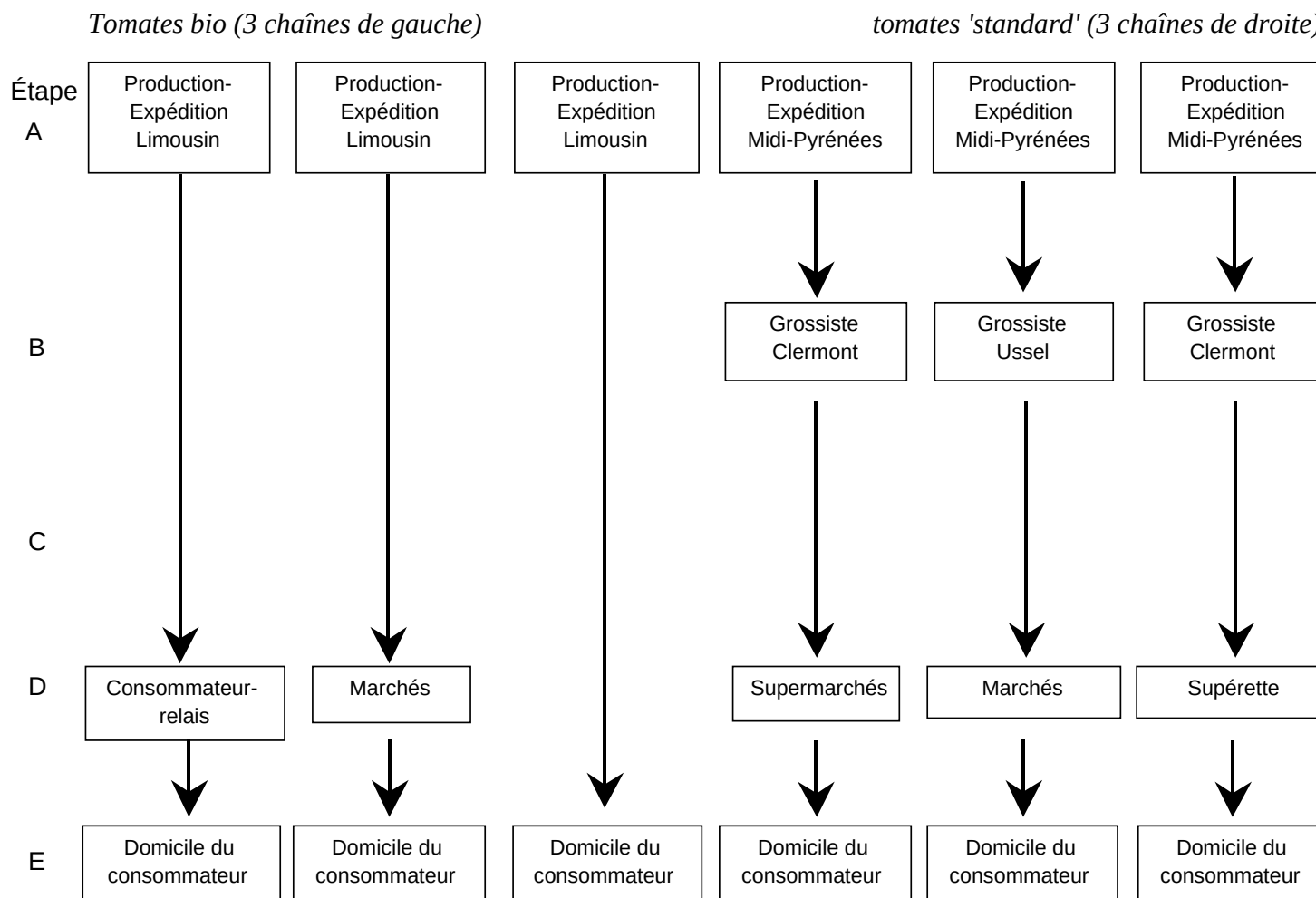
Les chaînes de la tomate 'standard' observées partent d'un gros producteur en Aquitaine, et arrivent chez trois commerçants de la même bourgade:

- supermarché: livraison passant par la plate-forme régionale, livrée en semi-remorque,
- marché de plein air: livraison passant par le MIN de Clermont-Ferrand puis la plate-forme du grossiste en Limousin, puis le petit entrepôt du commerçant vendeur sur marché,
- magasin généraliste (supérette): livraison passant par la plate-forme régionale.

Deux particularités de ces chaînes méritent mention: Le Panier Paysan est un mode de distribution innovant dont le principe est d'assurer une distribution décentralisée la plus directe possible entre producteurs et consommateurs. Il existe plusieurs cadres juridiques, de l'entreprise à l'association, pour gérer la structure commerciale. Dans le cas étudié, en France, dans une zone rurale à faible densité, les clients sont livrés au domicile d'un consommateur relais toutes les deux semaines, le vendredi. Lors de la livraison des produits, tous les producteurs se rassemblent en un point central. Les produits sont échangés, puis chaque producteur livre les paniers d'un ou plusieurs secteur(s) en fonction de son lieu d'origine. Contrairement à d'autres structures (AMAP), il n'y a pas d'obligation d'achat ni de frais supplémentaires pour les clients pour les livraisons, les transports étant réalisés par les producteurs. Le transport type du producteur part du site de production vers le point relais central, où les paniers commandés sont constitués pour la vente. Vient ensuite le second trajet avec les paniers vers deux ou plusieurs consommateurs relais. Ensuite, le retour vers le site de production s'effectue à vide.

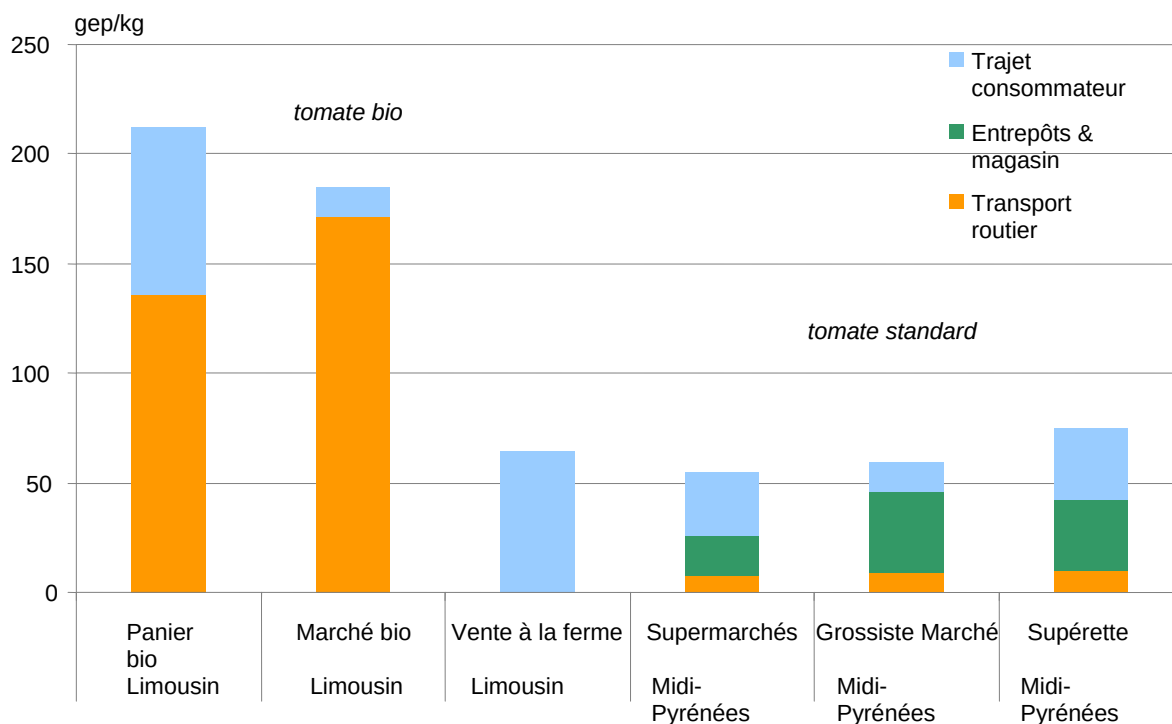
Le magasin généraliste (supérette) enquêté en Limousin est de type standard. Selon le gérant, l'électricité n'est utilisée que pour les réfrigérateurs, et il n'y a pas de frais de chauffage, grâce à la chaleur de ces installations réfrigérantes. Malgré le fait qu'il est certain que les fruits et légumes frais de ce magasin n'utilisent donc aucune énergie directe, il a néanmoins été retenu qu'il est nécessaire de disposer du magasin. Nous avons donc retenu sa consommation. Tous les résultats des chaînes du Limousin font l'objet d'une description et d'une analyse détaillée au chapitre 5.

Figure 15 : Description des chaînes du Limousin rural pour la commercialisation des tomates (bio et 'standard')



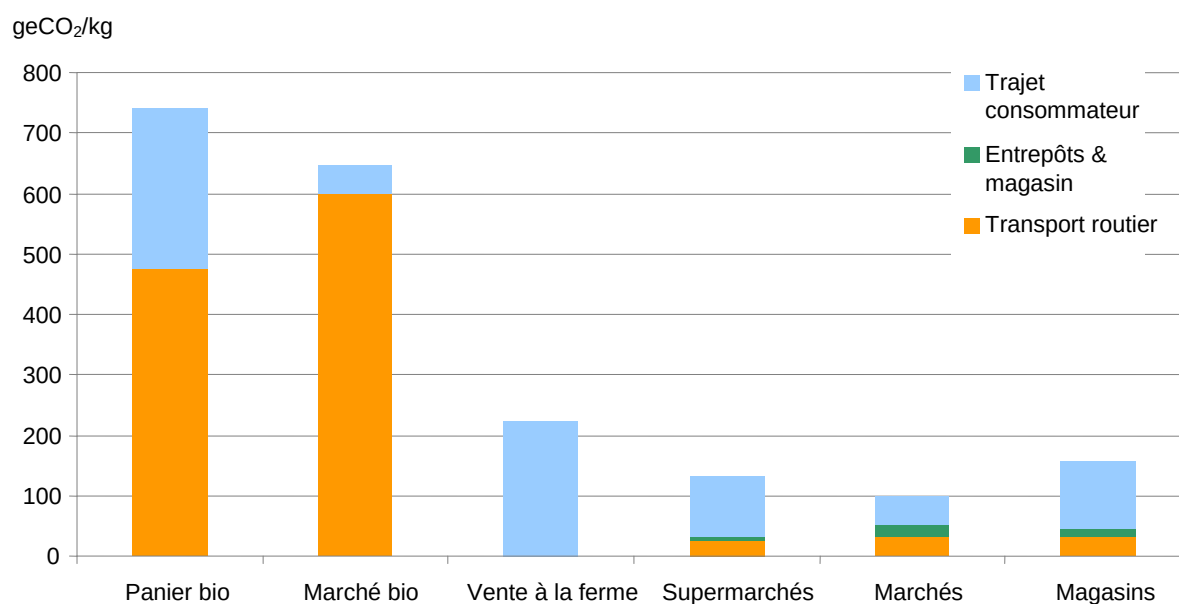
Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 16: Énergie des chaînes de la tomate distribuée en Limousin rural : Panier Paysan, marché bio, vente à la ferme, supermarché, marché par grossiste, magasin



Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 17: Émissions de GES des chaînes de la tomate distribuée en Limousin: Panier paysan, marché bio, vente à la ferme, supermarchés, marché par grossiste, magasin



Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

De nombreux produits offerts au 'Panier' sont en vente toute l'année. La tomate est produite de mi-juillet à fin octobre. Pour la production, la quasi-totalité des fruits et légumes frais et des produits offerts sont issus de l'agriculture biologique et sont produits par des petits producteurs. La palette de produits comprend : F&L frais, produits laitiers, viandes, épicerie, produits du commerce équitable. La chaîne s'est mise en place chez les producteurs comme complément des circuits de distribution traditionnels (marchés de primeurs, vente à la ferme), depuis 2004.

Chez le producteur enquêté, les ventes du 'Panier' représentaient, en 2006, 22% du chiffre d'affaire, avec une croissance forte les trois premières années. Environ 1300 paniers ont été vendus en 2006, avec une stagnation en 2007. Il y a eu d'une part de mauvaises conditions météorologiques en été, mais aussi trop de demandes et pas assez de produits proposés pour satisfaire l'attente des consommateurs. Pour l'interlocuteur, le problème de croissance du panier est le manque de terrains agricoles et de surfaces disponibles pour l'agriculture biologique en Limousin.

D'après l'interview avec le producteur et l'organisateur du 'Panier', autant que possible, le trajet vers le point relais central s'effectue en lien avec d'autres activités. Ceci est une caractéristique des trajets en zone rurale. Pour le calcul des données sur la dépense énergétique, l'hypothèse la plus haute a été retenue, soit le cas du trajet exclusivement destiné au transport de produits du 'Panier'.

Le bilan énergétique pour la production de tomate bio

Pour la tomate du producteur enquêté, la production consiste en 630 kg/an de tomates fraîches, 75 kg de jus, produit de la transformation, ainsi que la vente des plants de tomates (400 pieds). Cette quantité produite nécessite différentes sources de consommation d'énergie. Pour l'utilisation de véhicules pour la production, les transports vers les marchés et pour le 'Panier', la consommation annuelle des véhicules de l'entreprise est de 4000 l. Les calculs de l'efficacité énergétique de la production ont été effectués à partir de ces données. Pour une production totale d'environ 6 tonnes, cela correspond à 577 gep/kg, avec le transport du 'Panier' en hypothèse haute inclus.

Nous présentons tout d'abord la synthèse générale comparant les choix des consommateurs d'acheter leurs produits dans trois chaînes différentes du Limousin : Panier paysan, marché de plein air et supermarché (figure 15, 3 chaînes de gauche). Ici, nous excluons les chiffres de la production agricole et ne sont considérés que les aspects transport, depuis les cultures de production jusqu'au domicile du consommateur. Les différences ne sont pas faibles.

Transports de commercialisation

Dans une petite entreprise agricole comme celle d'un maraîcher, les transports sont difficilement différenciables selon leur propos. Les trajets réservés à la vente, dans notre cas, sont de deux types :

- le trajet aller-retour pour desservir les marchés,
- les trajets du 'Panier Paysan'.

Pour les transports du producteur, la distance moyenne avec paniers est de 52 km, le trajet à vide est de 15 km ; donc le trajet total est de 67 km. Pour se déplacer, le maraîcher doit principalement

assurer des trajets pour les travaux de production, mais, comparativement, il réalise pour ceux-ci moins de kilomètres et donc génère moins de consommation de carburant que, par exemple, pour ses trajets domicile-école.

Le trajet du producteur au consommateur relais est un poste de consommation important. Les causes sont la faible densité, les distances importantes, le relief et les infrastructures routières rurales, enfin les faibles quantités transportées.

Trajets du consommateur : Comparaison des trajets pour le panier paysan, les marchés et les supermarchés

Les trajets des consommateurs du Panier Paysan ont été analysés dans une enquête du CIVAM du Limousin pour le compte de l'ADEME. Les réponses de 50 ménages, tous clients, ont été analysées (FRCIVAM 2005).

Les consommateurs qui adhèrent au Panier Paysan ont pour autre mode d'approvisionnement: le supermarché à 98 %, le marché à 83 %, l'épicerie locale à 75 %. Parmi les personnes enquêtées, 42 % s'approvisionnent occasionnellement en magasins de produits biologiques, par l'intermédiaire de marchands ambulants ou grâce à leur propre potager.

Les consommateurs du Panier Paysan vont en moyenne 3 fois par mois au supermarché et 2,4 fois par mois au marché. Cet approvisionnement nécessite en moyenne de parcourir 75 km motorisés par mois et par consommateur. Plus de 41 % des consommateurs réalisent moins de 50 km par mois pour faire leurs courses alimentaires, 19 % réalisent entre 50 et 100 km, 17 % font 100 à 150 km et 15 % réalisent plus de 150 km par mois.

La modification du mode de consommation depuis l'adhésion au Panier Paysan

L'adhésion au Panier Paysan a modifié le rythme d'approvisionnement par les circuits classiques pour 51 % des consommateurs. En effet, en règle générale, depuis qu'ils participent au Panier Paysan, les consommateurs font un ou plusieurs déplacements en moins vers le supermarché ou le marché.

Toutefois, certains d'entre eux effectuent leurs achats à pied ou à vélo. Pour d'autres le détour exigé pour aller chercher le Panier chez le relais compense la diminution des transports vers les grandes surfaces. Enfin, certains groupent systématiquement leurs déplacements «courses» avec un autre déplacement (travail, école des enfants...) et ne font donc aucun déplacement propre aux courses.

Ainsi, seulement 29 % des consommateurs estiment réaliser globalement moins de kilomètres pour faire leurs courses depuis qu'ils adhèrent au Panier Paysan et 12,5 % d'entre eux estiment en faire plus.

Malgré tout, la majorité des consommateurs estimant que le fait de commander un Panier Paysan n'a pas modifié leur rythme de déplacement vers les autres modes d'approvisionnement, expriment le fait qu'ils achètent moins de produits, et notamment plus du tout de produits frais au supermarché. Toutefois, ils n'ont pas modifié leur fréquence d'approvisionnement.

Les distances et la consommation d'énergie du consommateur

L'enquête du CIVAM fait apparaître que plus de la moitié des consommateurs enquêtés (52,1%) ne font pas de détour motorisé pour aller chercher leur Panier chez leur relais. Parmi ceux qui font un détour, 61 % font moins de 10 km pour aller chercher leur Panier Paysan. En tout, 407 km sont effectués par les consommateurs enquêtés pour aller chercher leur Panier chez leur relais, soit 8,85 km/consommateur en moyenne. Sachant que les distances moyennes des trajets pour achat de cette région sont élevées, ce résultat est surprenant.

Il faut mettre en relation le faible poids moyen de 7 kg environ par panier pour l'année 2006, et le fait que les approvisionnements sur les circuits de distribution traditionnels (marchés de plein air et supermarchés) continuent en parallèle. Donc le résultat énergétique pourrait gagner en efficacité, à condition que la demande de produits par panier augmente. L'étude du CIVAM (2005) a montré que le trajet consommateur pour le panier paysan comprend 9 km de trajet supplémentaire tous les 15 jours et s'effectue dans le cadre d'un autre trajet (surtout domicile-travail ou domicile-école). Malgré l'absence du trajet à vide, les 9 km de trajet en voiture pour 7 kg de marchandises demande une quantité d'énergie assez élevée. L'augmentation du poids de l'achat apparaît comme un potentiel pour augmenter l'efficacité énergétique du trajet consommateur.

Comparaison avec les trajets des consommateurs pour s'approvisionner sur les marchés

Pour comparer cette chaîne, nous avons effectué une enquête auprès du marché de cette localité. La distance moyenne est de 5 km aller en voiture particulière, pour un trajet domicile-marché et retour. Le poids moyen de tous les achats sur le marché est environ 10 kg, un peu plus que le poids moyen des paniers. Dû au fait que les acheteurs viennent pour moitié de la localité et pour moitié des environs peu éloignés, la distance est relativement faible, ce qui explique une efficacité énergétique légèrement supérieure du trajet consommateur du panier.

Comparaison avec la chaîne du supermarché en Limousin

Nous avons enquêté dans un petit supermarché afin de comparer les choix des consommateurs. Comme auparavant, nous avons exclu le bilan énergétique de la production agricole. La chaîne n'a ici que deux parties : le trajet production-supermarché et le trajet consommateur.

Les pommes en vente dans le supermarché proviennent de la principale région de production de pommes, le Sud-ouest. La plateforme régionale est à Tulle et la réfrigération ne concerne pas la pomme, car le transit y est court. Donc l'énergie consommée sur la plateforme n'est pas incluse ici. La distance totale est de 250 km aller, avec retour à vide. Le poids de la charge est de 20 tonnes en moyenne. Le résultat énergétique est très efficace : 7 grammes équivalent pétrole par kg de pommes.

Le poids moyen de l'achat en supermarché est de 20 kg ; la distance du trajet domicile-supermarché (aller simple) est de 15 km. D'après ces résultats (environ 100 gep/kg), l'efficacité du trajet consommateur pour un supermarché en zone à faible densité est moindre que celle de la visite du marché et moindre que celle du Panier.

Comparaison avec les trajets des consommateurs pour s'approvisionner directement à la ferme

Nos recherches ont donnés les résultats suivants : 10% des ventes totales sont réalisées à la ferme, principalement à des clients locaux, et aussi à des touristes de passage. Les quantités achetées par achat (10 kg) sont assez faibles, comparées à un producteur de pomme du Limousin qui propose la cueillette à la ferme. Ce dernier nous a présenté un poids moyen par cueillette et visite de 80 kg. Pour ce cas du producteur bio, l'achat à la ferme s'effectue typiquement sur un trajet domicile-ferme d'une distance aller de 8 km. Pour le calcul, il est considéré que le trajet aller est sans charge et le retour chargé.

Choix logistiques potentiels

Les circuits courts observés sont pénalisés par les très faibles quantités vendues qui induisent des émissions importantes rapportées au kg de produit vendu. Il faut noter que les trajets peuvent être réalisés en groupant différents motifs (achats ou autres livraisons, visites, etc.) mais que ceci n'a pas toujours pu être pris en compte. Ces résultats montrant une faible efficacité, reposent donc sur une hypothèse haute pour la consommation d'énergie par kg de produit. Si l'on considère une hypothèse basse, comme un déplacement qui se fait en partie pour ramener les enfants de l'école, la distance et l'efficacité énergétique peuvent s'en trouver considérablement améliorées. Ces résultats n'ont donc pas valeur définitive, notamment les circuits courts (paniers paysans, marché bio, ..) qui sont récents et en cours d'organisation. Il s'agit bien plutôt d'illustrer des cas et de souligner les problèmes rencontrés. Il est important, pour ces circuits, de bien comprendre les conditions qui pourraient les conduire à une efficacité énergétique égale ou supérieure à celle des circuits classiques de la grande distribution. Ces circuits courts (dont les distances parcourues sont très faibles) auraient besoin de volumes vendus bien inférieurs à ceux de la grande distribution pour que l'efficacité carbone de leurs chaînes logistiques soit comparable.

Les gains potentiels portent donc d'abord sur les quantités vendues, sans augmentation notable de la fréquence d'achat ni de la distance des trajets, ou, ce qui revient au même compte tenu du mode de calcul, sur le regroupement des motifs pour un même déplacement. En Limousin, les quantités d'énergie et de GES calculées pour les chaînes des supermarchés et magasins ne sont pas très supérieures à celles de l'Île de France, malgré des quantités plus faibles ; en revanche, les trajets consommateurs sont très défavorables au Limousin. Pour les trajets de commercialisation de tomates 'standard', il est à noter que la vente sur marché est très favorable au niveau du CO₂, grâce à de faibles valeurs pour les trajets consommateurs, une logistique efficace et de grandes quantités vendues. Dans le cas analysé de la tomate bio, le principal obstacle à une augmentation forte des quantités commercialisées est la difficulté à produire davantage.

4.6 Les chaînes de distribution du meuble : cas de la bibliothèque à base de panneaux de particules

Configuration des chaînes et données

Les chaînes de l'ameublement peuvent être définies à partir du donneur d'ordre principal, le fabricant. À partir du fabricant, la configuration s'établit en incluant ses fournisseurs en amont et la distribution en aval. L'enquête a simplifié les réseaux professionnels existants et n'a retenu, comme pour les fruits et légumes, que les acteurs principaux et les principaux flux de transport.

Rappelons que les critères de sélection des produits retenus sont les suivants :

- simplicité relative du nombre de matières premières entrant dans la fabrication, pour éviter d'avoir à remonter vers un grand nombre de fournisseurs ;
- identification facile des Supply Chains (en particulier origine du bois) ;
- et un produit 'important' que l'on pourra retrouver dans les trois pays.

Le choix s'est arrêté sur la bibliothèque à base de panneaux de particules et la commode en bois originaire d'Amérique du Sud, qui fera, quant à elle, l'objet de la section suivante. En France, le fabricant des panneaux et meubles interrogé est en Charente, la colle vient de Belgique, le bois est principalement de Charente. Pour la vente, seuls ses magasins sont considérés, les ventes de ses bibliothèques dans d'autres établissements ou livrées à domicile par d'autres distributeurs ne sont pas pris en compte. Une autre usine de panneaux a été visitée, ce qui a confirmé les chiffres de production et transport. Pour celle-ci, la fabrication est en Meurthe-Et-Moselle, le bois provient des Vosges et d'Allemagne, la colle de Belgique et d'Allemagne.

Au Royaume-Uni, la chaîne comprend un gros marchand de meubles, ses sites de production nationaux, son fournisseur de panneaux, ses entrepôts ainsi que ses magasins de distribution à Londres et en Écosse. La quasi totalité des trajets se fait en camion de 38 tonnes entre les divers sites de production et de logistique et les magasins.

Dans le cas des meubles en panneaux de particules, on assiste de plus en plus à une concentration entre fabricants de panneaux et fabricants de meubles, les premiers complétant leur activité de panneaux par la fabrication de produits finis ; cette concentration pourrait être une tendance lourde en raison de l'optimisation logistique qu'elle permettrait. Les principaux intrants qui rentrent dans la fabrication des panneaux (fournisseurs du fabricant de panneaux) sont les particules (déchets de bois), la colle (industrie chimique) et la mélamine. Le coût de transport est important dans la valeur du produit, aussi les particules voyagent peu. Dans la division classique (fabricant de meubles séparé du fabricant de panneaux), le principal produit nécessaire au fabricant de meubles, outre les panneaux (qui viennent généralement de France ou d'Europe), est la quincaillerie.

Dans ces chaînes de la bibliothèque des trois pays, les trajets du dernier kilomètre ne sont pas effectués par le distributeur livrant à domicile : le consommateur achète la bibliothèque en kit et vient chercher sa marchandise au magasin.

Description des chaînes de la bibliothèque en Belgique

De manière générale, nous constatons la simplicité des chaînes logistiques des meubles en Belgique. Ceci provient essentiellement du fait qu'il a été impossible de déterminer l'existence d'importation de bibliothèques/commodes et quelle serait son importance. Dès lors, les chaînes décrites ci-dessous sont toutes issues de la production nationale.

Il y a au départ la production forestière qui se fait uniquement en Belgique dans les chaînes étudiées. Dans le cas de la bibliothèque, on doit ajouter la production de colle nécessaire à la fabrication des panneaux. La production forestière en Belgique se fait presque exclusivement dans les Ardennes. Les arbres sont transportés dans les différentes scieries locales (région d'Eupen), puis le bois obtenu est acheminé soit, ici dans le cas de la bibliothèque, dans une usine de fabrication de panneaux, soit, dans le cas de la commode, directement chez un fabricant de meubles, ce qui explique la différence du nombre d'acteurs entre les deux types de meubles.

Le bois est donc acheminé, dans le cas de la bibliothèque, par camion entre la scierie et la transformation en panneaux. Cette activité, contrairement à la production forestière, est très développée en Flandre : l'usine que nous avons analysée se situant dans la région de Kortrijk (Courtrai). La colle est elle aussi acheminée par semi-remorque, et ce depuis la région beaucoup plus proche d'Audenarde.

Ensuite vient la production des meubles en tant que tels. Dans le cas de la bibliothèque, le fabricant de meubles a été choisi dans le Tournaisis, tandis que pour la commode, le fabricant est situé dans la région de Couvin.

L'étape suivante est constituée des lieux de vente des meubles, à savoir ici des magasins de meubles « standard », l'un étant situé dans la région bruxelloise et l'autre en Wallonie picarde. Les livraisons de meubles finis se font de nouveau par camion.

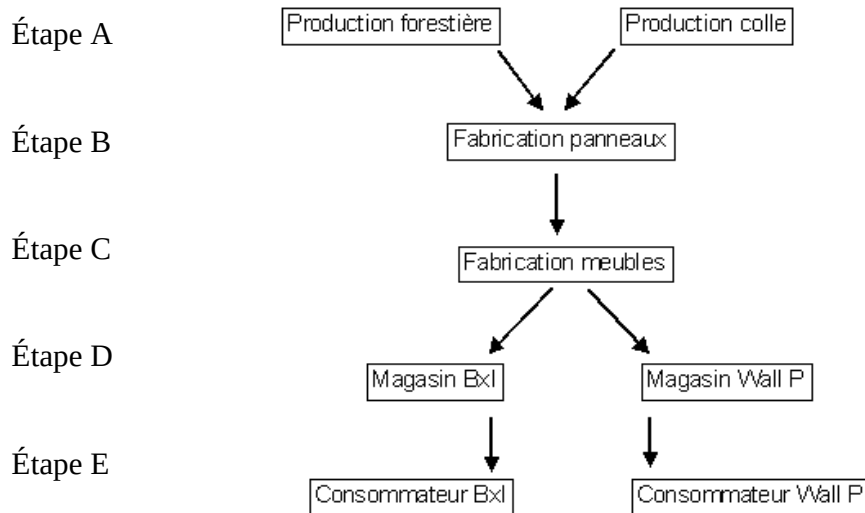
Enfin, dernière et importante étape, le trajet du consommateur qui prend ici une dimension encore plus particulière par le fait que pour faire ses achats de meubles, le consommateur se déplace au moins deux fois : une fois pour comparer les meubles, voir les prix et ensuite, une fois le choix réalisé, un deuxième aller-retour pour acheter le meuble. De plus, le consommateur peut visiter plusieurs magasins avant de se décider, ce qui rend cette estimation d'autant plus importante.

Les chaînes de la bibliothèque et de la commode ne sont pas fondamentalement différentes : la seule différence notable est l'existence de deux niveaux de production pour la bibliothèque (panneaux d'une part et meuble en lui même d'autre part), alors qu'il y en a qu'un pour la commode (la fabrication du meuble). Une autre différence est la production de colle nécessaire à la fabrication des panneaux pour la bibliothèque, la colle n'intervenant pas pour la commode.

Pour l'estimation de la charge transportée dans la partie "trajet consommateur", ce sont les valeurs issues de l'enquête consommateurs qui ont été retenues pour ce type de magasin.

L'étape A de la chaîne ci-dessous reprend la production de colle et la production forestière. Par production forestière, on entend le tronçonnage, le transport jusque la scierie et la découpe. En Belgique, la scierie ne se trouve en général qu'à quelques kilomètres du lieu de tronçonnage.

Figure 18: Chaîne logistique de la bibliothèque en Belgique.



Source : enquête 2007-2008.

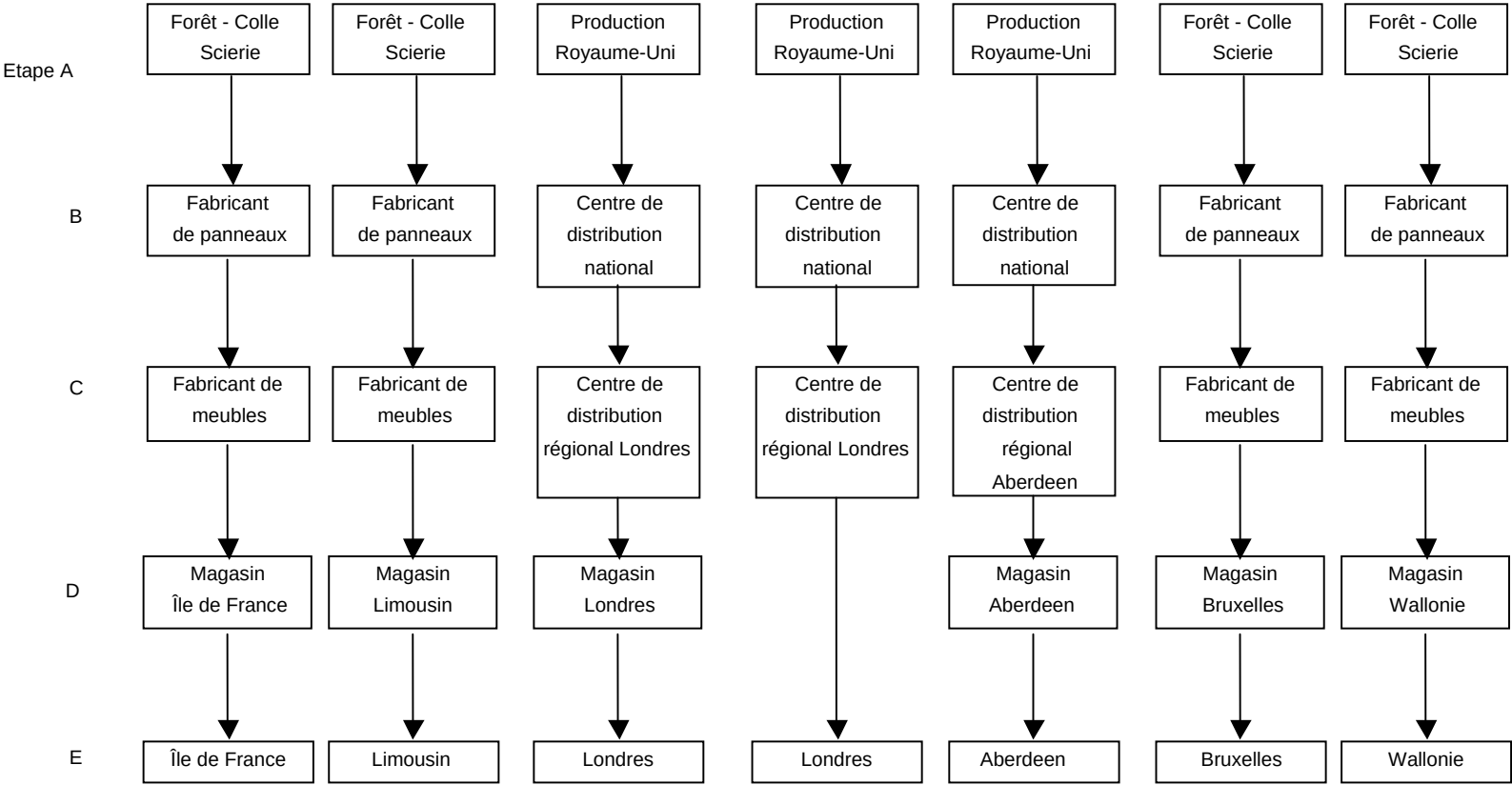
Enfin, il a été impossible d'estimer la consommation d'énergie concernant la production de colle. Cela correspond à la même difficulté méthodologique rencontrée pour la France.

Seul le transport de cette colle vers le fabricant de panneaux a été estimé. L'étape B est constituée par la fabrication de panneaux qui seront à la base de la production de la bibliothèque qui est reprise à l'étape C. À l'étape D, nous avons sélectionné deux magasins vendant des bibliothèques: un dans la région bruxelloise et un dans le Tournaisis. Enfin, à l'étape E, nous reprenons les trajets des consommateurs venant acheter une bibliothèque dans chacun de ces magasins.

Résultats : Synthèse de la chaîne de bibliothèque à base de panneaux

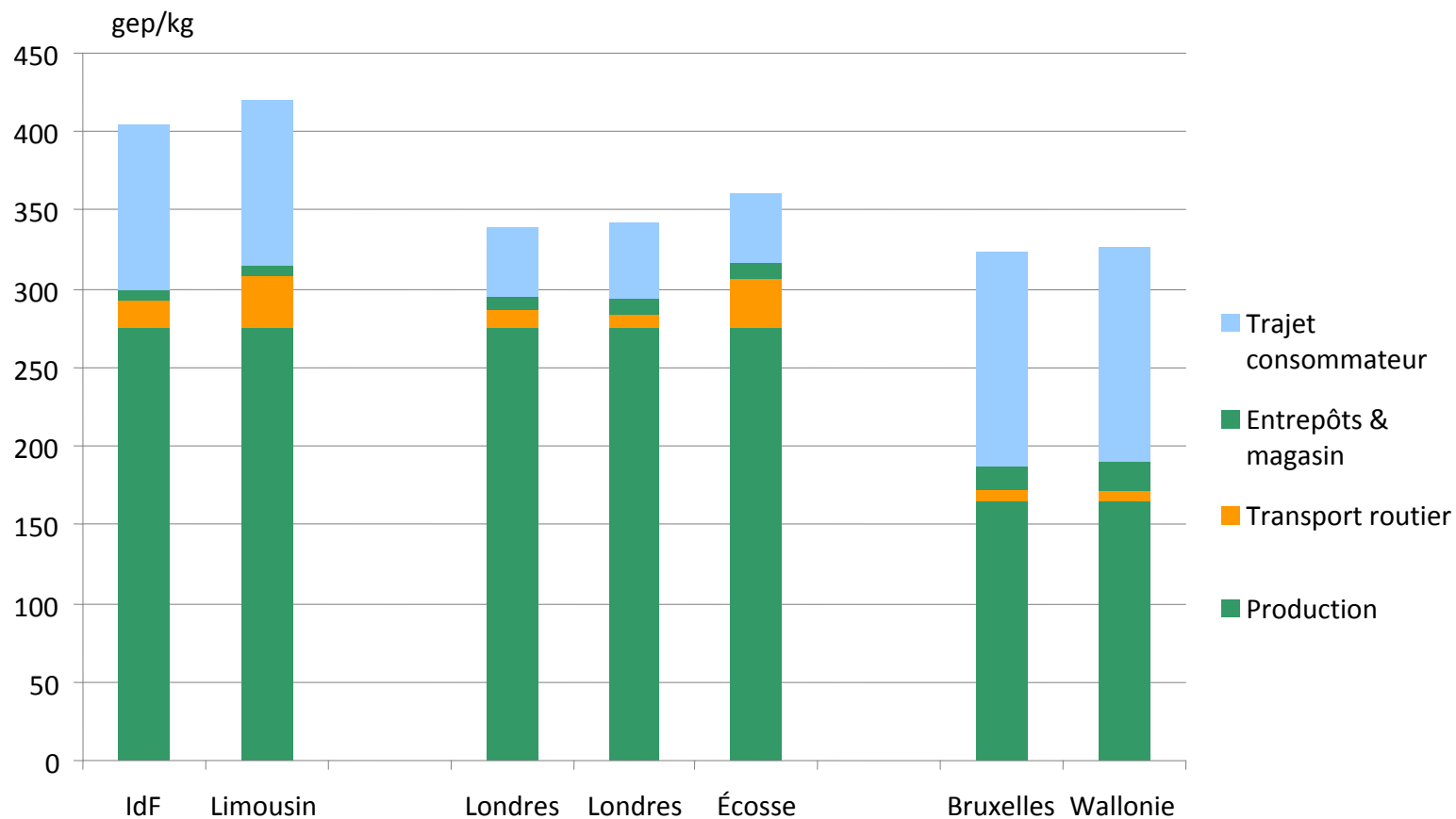
Les figures ci-dessous présentent les différentes étapes de la Supply chain pour les meubles du type 'bibliothèque en panneaux de particules'. La grande quantité d'énergie utilisée et d'émission de CO₂ lors du trajet final correspond au fait que le consommateur visite au moins un magasin avant d'acheter.

Figure 19: Description de la chaîne de distribution de la bibliothèque à base de panneaux



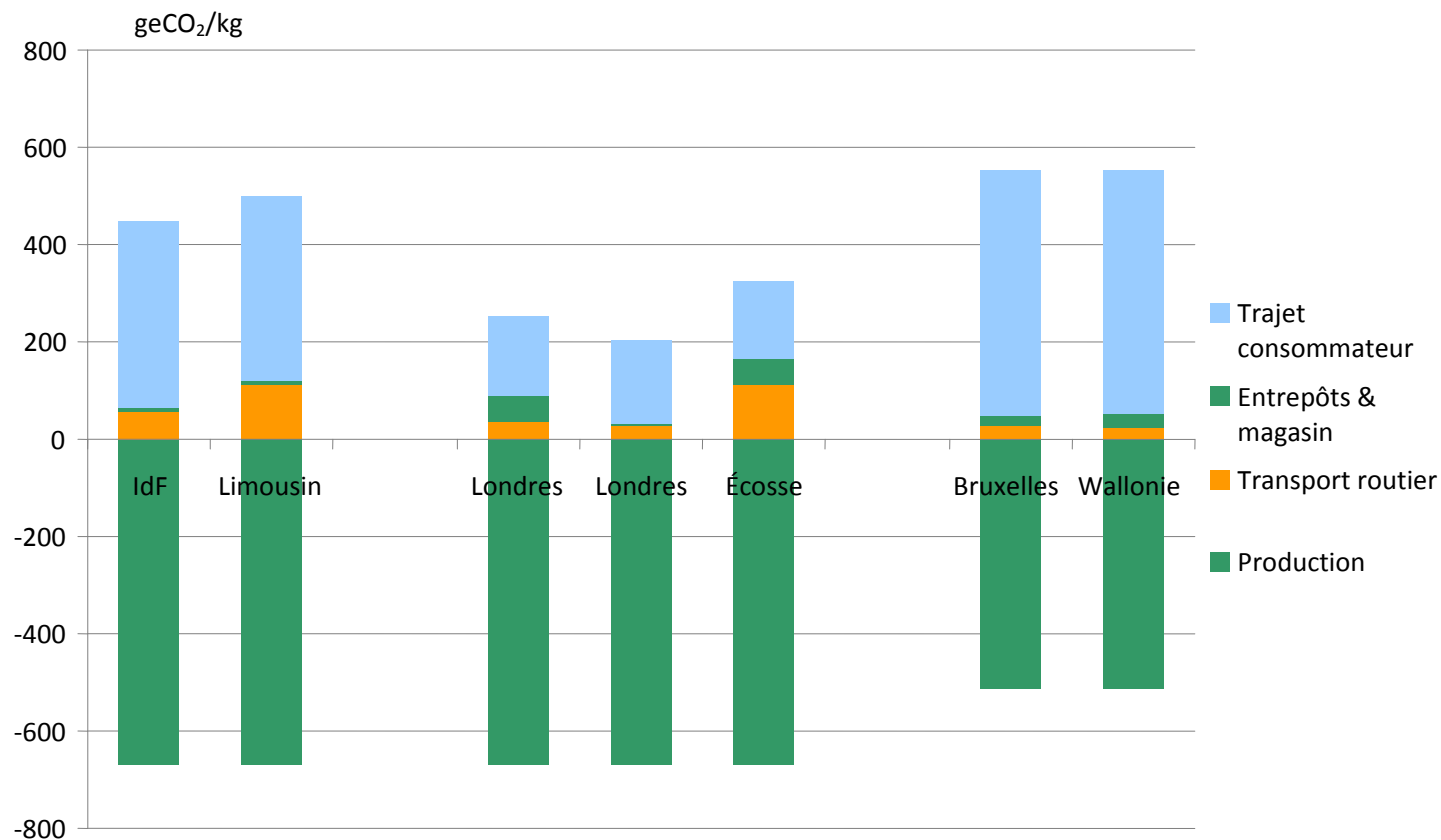
Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 20 : Chaîne de la bibliothèque à base de panneaux: bilan énergétique de la production, de la logistique et du trajet du consommateur



Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 21: Chaîne de la bibliothèque à base de panneaux: bilan énergétique et CO₂ de la logistique fournisseur-fabricant-magasins



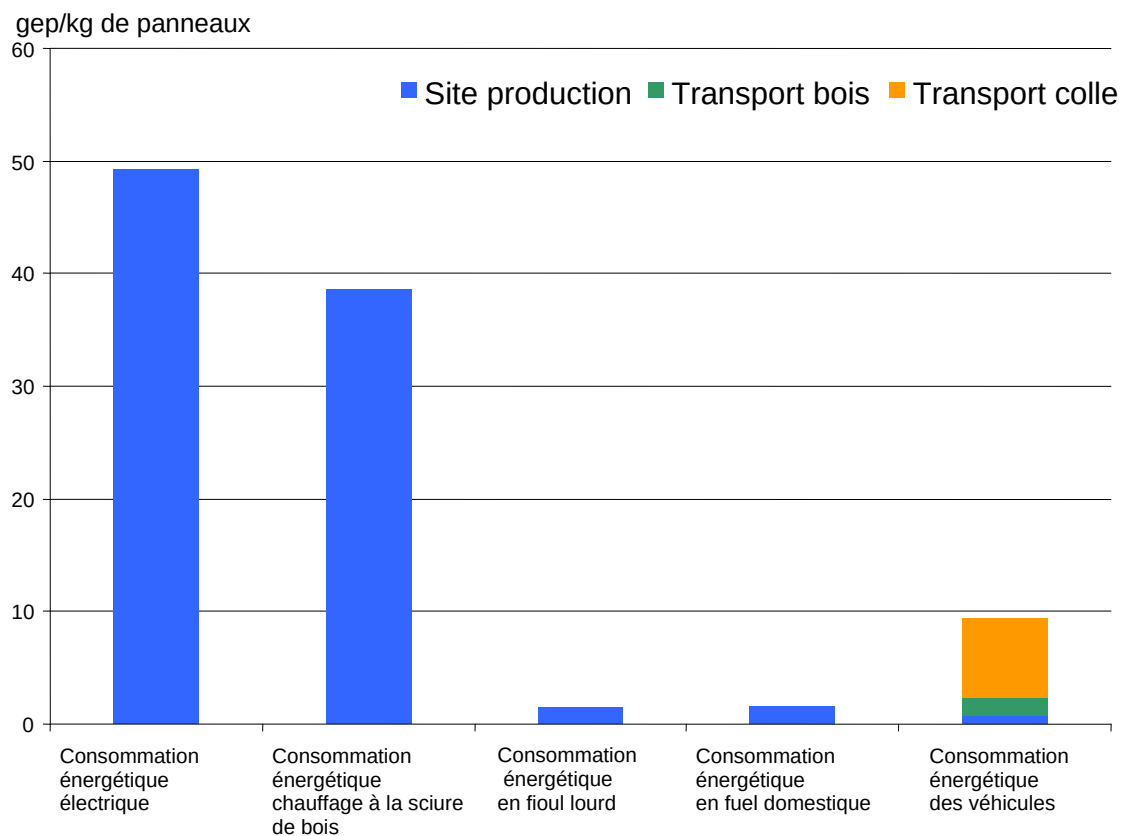
(le bilan CO₂ de la production forestière est inclus dans la production)

Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Pour la bibliothèque, le bilan GES global est négatif, et correspond à un 'puits' de CO₂, sauf dans le cas des magasins en Belgique qui induisent de longs trajets consommateurs.

Il est surprenant que, grâce au chauffage à la sciure¹, les émissions de CO₂ restent très faibles sur l'ensemble de la chaîne logistique du meuble à base de panneaux en France, si l'on exclut l'observation de la production forestière et le trajet consommateur. Les -734 geCO₂/kg de la production forestière (voir méthode de calcul dans le chapitre 2, Ademe 2007) restent très importants, comparés aux 124 g de la production plus trajets vers Paris ou des 178 geCO₂/kg pour production plus trajets vers le magasin en Limousin. Les mêmes chiffres ont été retenus pour la production en Belgique et au Royaume-Uni. Pour l'étape 'fabrication de panneaux' uniquement, la décomposition de la consommation d'énergie montre une part assez faible liée aux transports entre les différents sites de production et aux transports de colle en amont (Figure 22).

Figure 22: Analyse énergétique détaillée de l'étape 'production de panneaux' en France

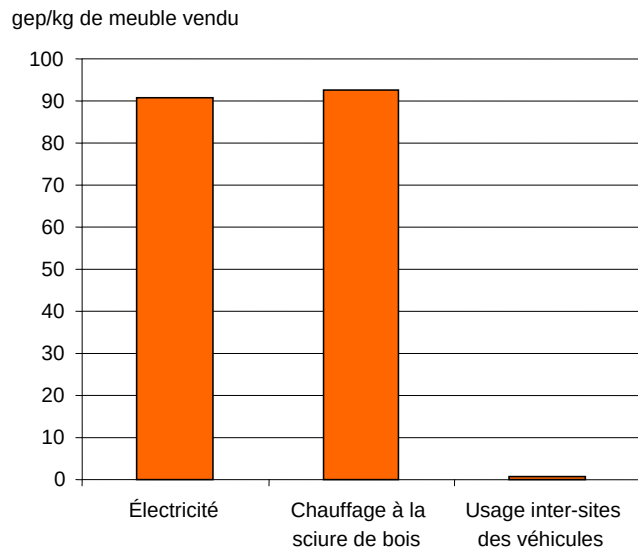


Source : Enquête 2007-2008

¹ Voir notes méthodologiques de la figure 23

Pour l'étape de fabrication de la bibliothèque, les transports inter-sites, qui concernent la quasi-totalité de la production, ne montrent pas d'importantes dépenses énergétiques (3 gep/kg). Les données pour l'énergie de la production de colle n'ont pas été prises en compte.

Figure 23: Bilan énergétique de la fabrication d'une bibliothèque



Source : Enquête 2007-2008

Notes méthodologiques sur la figure 23 et le calcul de la consommation d'énergie de fabrication

Facteur de conversion énergétique de la sciure de bois

1 tonne de sciure = 18,2 Gigajoule

Source: Ademe 2007: Guide des facteurs d'émissions Bilan carbone entreprises et collectivités Paris, page 201

Conversion énergétique GJ/gep:

42 Giga joule = 1 tonne équivalent pétrole

1 tonne de sciure = $18,2/42 = 0,433$ tep; 1kg de sciure = 433 gep

Source: DGEMP (2003): Les équivalences énergétiques et la nouvelle méthodologie d'établissement des bilans énergétiques de la France

Émission de CO₂ de déchets de bois: 92 kg CO₂/GJ

Source: Ademe 2007

Calculs de l'efficacité CO₂ à partir de ces sources et des données de l'entreprise :

1 tonne de sciure = $18,2 * 92\ 000 = 1\ 674\ 400$ geCO₂

Ces émissions de CO₂ de l'utilisation du bois ne sont pas comptabilisées, car l'exploitation forestière est considérée comme production de matériaux renouvelables avec un bilan production-combustion égal à 0.

Le transport est considéré dans les trajets forêt vers scierie et forêt vers fabrication panneaux.

Sources: Interviews enquête 2007-2008, Ademe 2007, DGEMP 2003

Les trajets vers les domiciles des consommateurs

Ces trajets sont difficiles à cerner, car le trajet vers le magasin de l'achat a souvent été précédé de plusieurs autres trajets.

Tableau 38: Magasins visités avant l'achat: moyenne française

en % des ménages	Commode	Bibliothèque
1 magasin	41%	44%
2 à 4 magasins	43%	41%
5 magasins et plus	12%	10%

Source : IPEA 2007

La distance moyenne par achat est relativement élevée en France.

Tableau 39: Distance parcourue pour l'achat d'un meuble

en % des ménages	Commode	Bibliothèque
Moins de 10 km	24%	29%
De 10 à moins de 50 km	49%	42%
De 50 à moins de 100 km	13%	15%
Plus de 100 km	12%	14%

Source : IPEA 2007

Pour un trajet d'achat de meuble, les chiffres communiqués par l'IPEA (2007) confirment ceux obtenus par notre enquête en ligne 2008 (Chapitre 3), dans lesquels il apparaît qu'un consommateur fait au moins une autre visite en magasin par achat, le trajet d'achat de meuble est surtout un trajet aller-retour domicile-magasin-domicile, et le trajet est effectué principalement avec un véhicule personnel.

4.7 Les chaînes de distribution du meuble : cas de la commode en pin

Pour la commode en pin, la principale différence est que trois cas de chaînes se terminent par des livraisons à domicile: Paris, Limousin et Londres (figure 24). Pour les autres chaînes, les clients viennent chercher eux-mêmes le produit en magasin.

Pour la France, les chaînes d'importation de commode en pin du Brésil, passent par les ports d'Itajai dans le sud du Brésil et du Havre pour transiter par une plate-forme d'importation du centre du pays. À partir de cette plate-forme, les chaînes sont éclatées dans toute la France, dont Paris et le Limousin.

Pour le Royaume-Uni, l'arrivée des conteneurs d'importation se fait au port de Felixstowe ou de Southampton, puis le container est acheminé par route vers le centre de distribution national de Northampton.

La distribution finale se fait par route. Vers le centre régional en Écosse, d'abord avec une semi-remorque vers la plate-forme régionale (RDC Regional Distribution Centre), puis par un camion plus petit vers le client. Pour Londres, le trajet client se fait directement par un petit transporteur de 3,5t depuis le centre national vers le consommateur. Les clients font en moyenne deux visites par achat, et il y a un écart très important entre l'achat en ligne sans visite et l'achat en ligne avec visite de magasin.

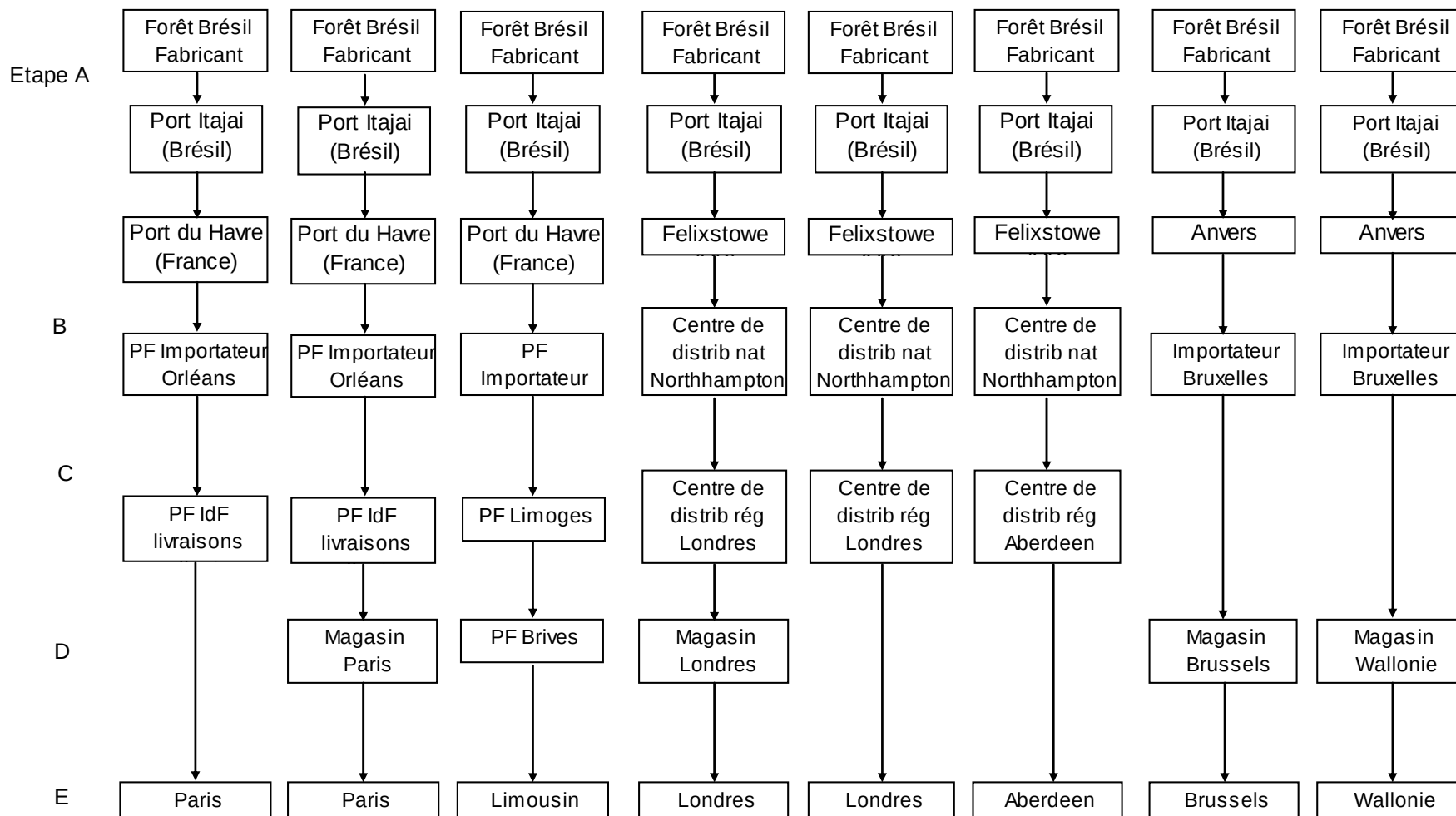
La chaîne de la commode en Belgique ressemble à celle de la France. Les meubles en provenance du Brésil arrivent à Anvers par conteneurs, puis vont chez l'importateur, qui les expédie directement vers les magasins de Wallonie et de Bruxelles. Enfin, le trajet consommateur présente les mêmes caractéristiques de fréquence et de distance que pour la bibliothèque. Le consommateur se déplace donc assez loin (37 km aller) pour une charge assez faible (25 kg).

Résultats : Synthèse de la chaîne de la commode en pin d'importation du Brésil

Le trajet supplémentaire par achat pris en compte, on obtient 91 km au total pour l'achat d'un meuble en Belgique (75 pour la France et 49 pour le Royaume-Uni), ce qui induit une valeur assez élevée pour la consommation énergétique du trajet (144 gep/kg).

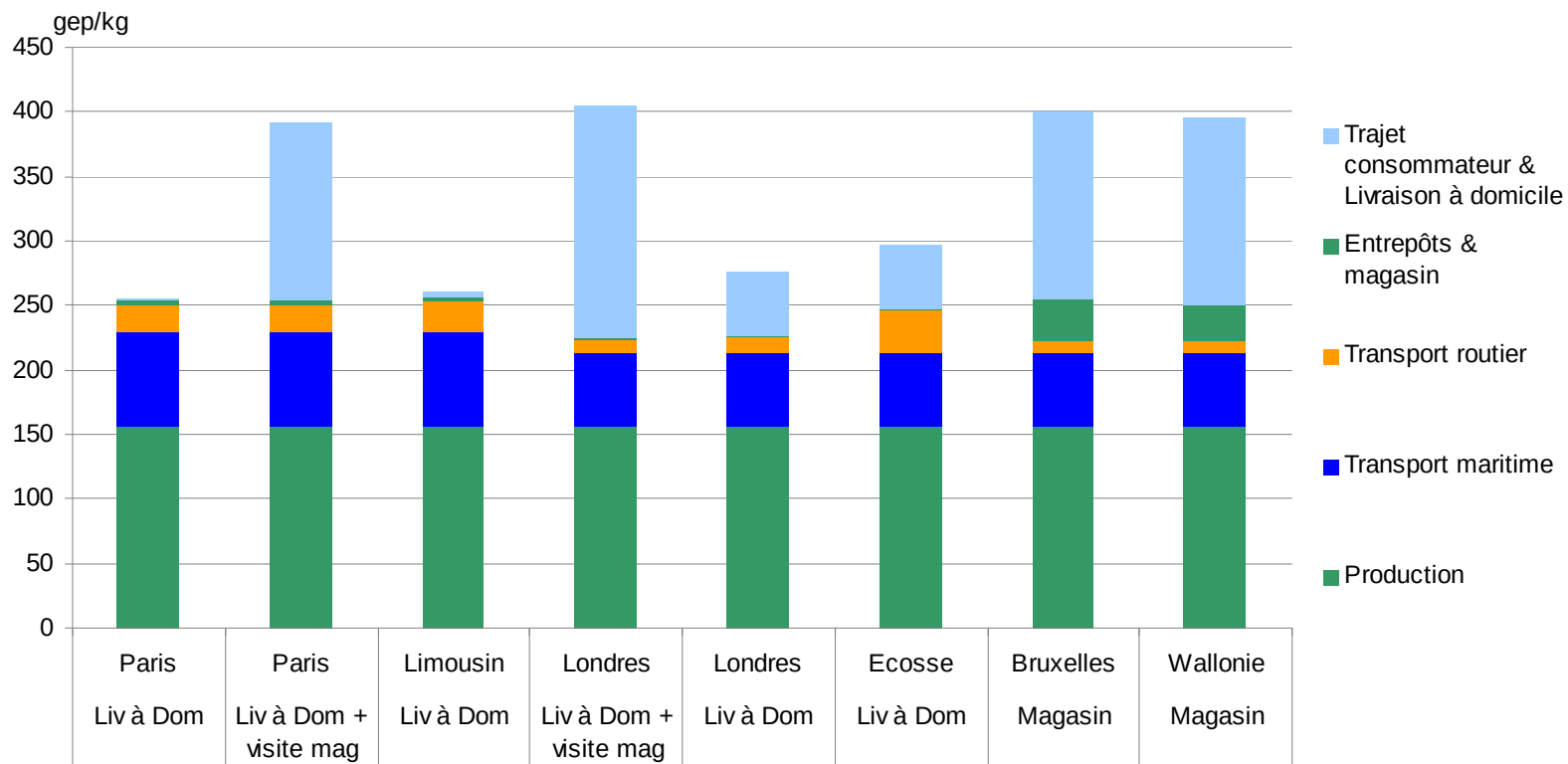
Confirmant les précédentes données sur l'importation, le trajet maritime et celui du consommateur sont les principales causes de dépenses énergétiques dans la chaîne logistique de ce meuble (figure 25).

Figure 24: Description de la chaîne de la comode en pin massif d'importation



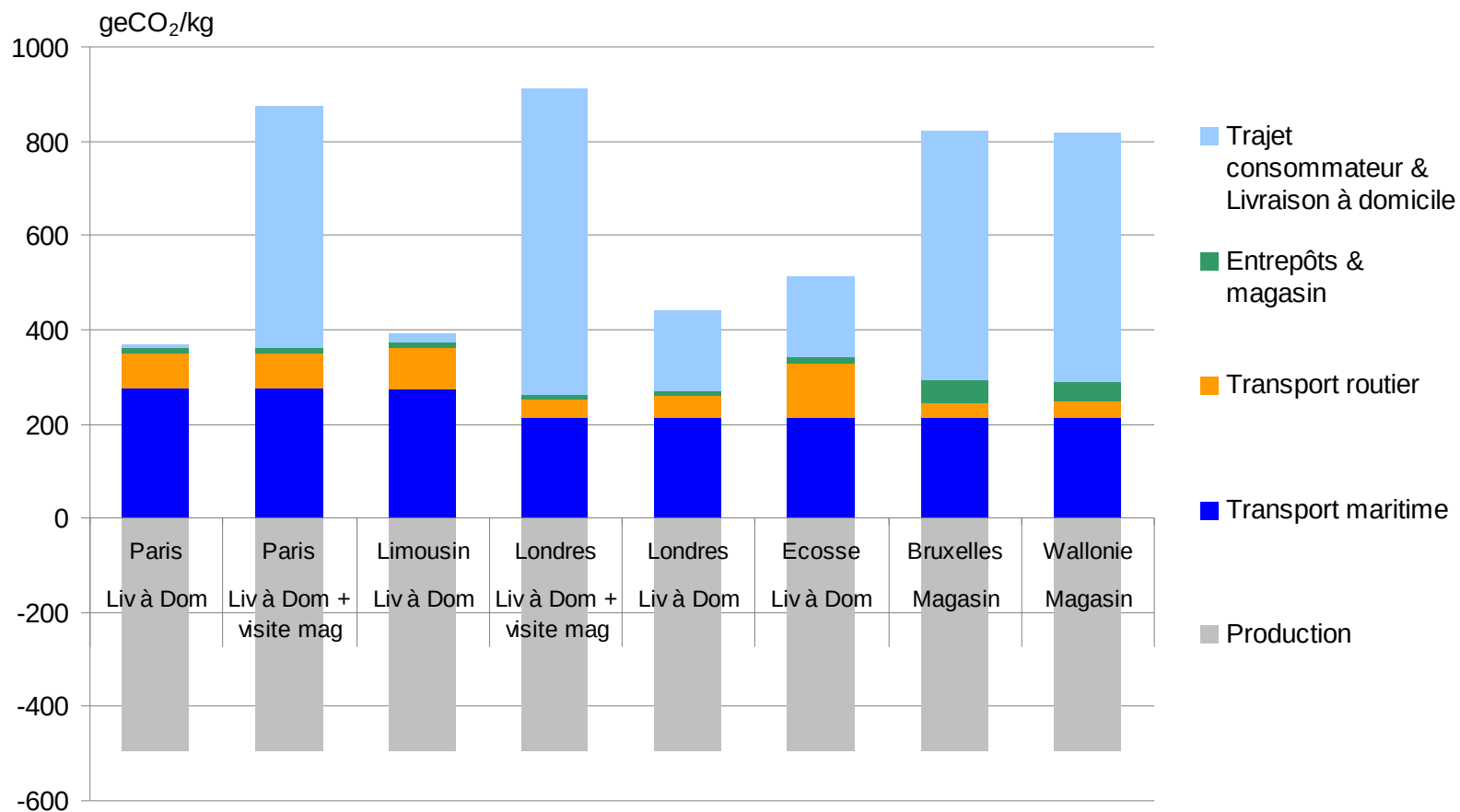
Source : D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 25: Vue d'ensemble de la chaîne de la commode en pin: bilan énergétique, logistique et trajet du consommateur



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Figure 26: Vue d'ensemble de la chaîne de la commode en pin: bilan CO₂ de la logistique et des trajets des consommateurs



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Livraison de meuble à domicile, le trajet final vers le consommateur (Paris, Limousin, Londres et Ecosse)

Pour l'analyse des livraisons à domicile, nous utilisons les données de deux entreprises de vente à distance, un distributeur français et un britannique. Nous ajoutons les données de l'enquête consommateur dans le cas où le client se déplace pour aller voir le produit en show-room.

Pour l'achat d'une commode en pin d'importation du Brésil, chez le distributeur retenu en France, 50% des consommateurs ne font aucune visite en magasin. Pour les autres, il est considéré que 50% des achats ont nécessité un trajet ou plus vers le magasin; donc un trajet moyen de 2 visites par achat est appliqué pour le calcul du trajet moyen des 50% des consommateurs qui se déplacent. La distance moyenne entrepôt de livraison de meuble - domicile du consommateur pour Tulle et ses environs est de 20 km, pour Paris de 10 km, pour Londres de 121 km.

Le trajet de visite de magasin de meuble est surtout un trajet aller-retour domicile-magasin-domicile, effectué avec un véhicule personnel. Pour calculer la consommation du trajet sans achat, il est considéré que le poids du chargement est de 25 kg. Les différences sont très fortes selon la région: 9 gep/kg pour la livraison à domicile en Limousin et 4 pour Paris, 49 gep/kg pour Londres. La différence est principalement due à un poids de charge très élevé en France, et aux grandes distances des tournées au Royaume-Uni.

Nous obtenons 138 gep/kg si le consommateur se déplace vers un magasin avant d'acheter en ligne à Paris, 180 gep/kg pour Londres (tableau 90). Dans les résultats, deux types de consommateurs, 50% qui se déplacent et 50% qui restent à domicile, sont pris en compte, en distinguant les deux cas (voir analyses au chapitre 5).

Comparaisons entre pays pour les chaînes de la commode en pin

De nouveau, on constate que les émissions liées au transport routier sont plus faibles en Belgique que dans les deux autres pays : la taille du pays intervient de nouveau. En effet, la distance maximale entre deux étapes des chaînes de la commode et de la bibliothèque est d'environ 225 kilomètres. Si on compte l'ensemble des trajets pour chaque chaîne, on tourne autour de 400 kilomètres pour la commode de la production jusqu'au domicile du consommateur et 370 kilomètres pour la bibliothèque.

À titre d'exemple, dans la chaîne de la bibliothèque, en France, la distance entre le fabricant de meuble et les magasins en Île-de-France d'une part et dans le Limousin d'autre part sont respectivement de 450 et 1600 kilomètres, car il s'agit d'une livraison lors d'une tournée hebdomadaire de plusieurs sites. Cela correspond entre 1,2 et 4 fois le trajet total parcouru par une bibliothèque fabriquée en Belgique !

On remarque également l'énorme consommation d'énergie et les émissions liées aux trajets des consommateurs en Belgique, par rapport à ces mêmes valeurs pour la France et le Royaume-Uni.

Le trajet consommateur a une dimension particulière pour les meubles : pour faire ses achats, le consommateur se déplace en moyenne au moins deux fois : une fois pour comparer les meubles et les prix puis, une fois le choix réalisé, un deuxième aller-retour pour acheter le

meuble. De plus, le consommateur peut visiter plusieurs magasins avant de se décider, ce qui rend cette estimation d'autant plus importante.

La distance à laquelle habite le client du magasin, la faible charge que représente le meuble acheté par rapport à la charge utile du véhicule, la consommation du véhicule et le nombre de trajets réalisés (quatre ici, deux fois deux allers-retours) sont autant de variables qui expliquent ces valeurs très élevées. Les valeurs pour ce trajet consommateur à Bruxelles sont par exemple plus de deux fois supérieures à celles de Londres (gep/kg et geCO₂/kg).

On remarque également que les consommations énergétiques issues de la production de la bibliothèque sont beaucoup moins importantes en Belgique que pour les deux autres pays : de l'ordre de deux fois inférieures. Cela résulte de meilleurs procédés de fabrication en Belgique, moins énergivores, et aussi de l'absence de sciure de bois pour le chauffage, qui a une efficacité énergétique assez faible. Par contre, cet avantage ne se retrouve plus de façon aussi marquée au niveau des GES.

À cause des émissions très élevées liées aux trajets consommateurs, ces bons résultats dans le domaine de la production sont réduits à néant, et cela induit que la Belgique n'a finalement pas des résultats significativement différents des pays voisins.

Afin d'approfondir l'analyse des principales différences, il est nécessaire de se pencher, au chapitre suivant, sur les principaux thèmes de cette étude, qui se retrouvent dans toutes les chaînes.

5. Analyses comparatives des résultats obtenus

5.1 Comparaisons des trajets maritimes

Les descriptions et résultats sommaires du chapitre 4, et la méthode pour obtenir les données chiffrées pour le trajet maritime, développée dans le chapitre 2, n'expliquent pas tous les résultats. Les différences mises en avant rendent nécessaire une analyse comparée et thématique des valeurs obtenues. Pour certains sujets, le niveau de détail doit être assez fin et précis, car la consommation est élevée, ainsi que les émissions, comme il a été montré plus haut pour le transport maritime des pommes d'importation et de la commode.

Il y a tout d'abord une grande différence dans les types de navires et de lignes maritimes utilisés. Pour la France, le trajet observé pour la commode en provenance du Brésil s'est effectué sur un porte-conteneurs de taille moyenne (3 430 EVP), le Santa Cristina (voir figure 27).

Pour le Royaume-Uni, le trajet passe par Algesiras, et les navires utilisés sont de taille inférieure (2 400 EVP). Les résultats des différentes étapes des trajets sont détaillés plus précisément dans le Tableau 84 en Annexe G. La principale différence est à trouver dans la réduction du temps de transport en mer, de deux jours pour le trajet Itajaí-Felixstowe, par rapport à Itajaí-Le Havre, grâce notamment à un nombre d'escales plus réduit.

Pour le transport de pomme de la chaîne d'importation de l'hypermarché, les bateaux transitent entre la Nouvelle Zélande et Anvers ou Felixstowe, et l'importation de la pomme suit la route Nelson → Auckland (NZ) → Johor Pelabuhan (Malaysia) → Felixstowe/Anvers (photos figure 28).

Une autre route, en trajet direct, est utilisée deux fois par an entre Nelson et Sheerness (UK, Est de Londres) avec un cargo vrac réfrigéré, en passant par le canal de Panama, ce qui économise environ 4000 km en distance. Cette chaîne a été précisément quantifiée pour la livraison de pommes d'importation, et se retrouve dans la chaîne hypermarché 'Écosse' (figure 5).

L'efficacité énergétique du trajet maritime varie de 60 à 230 gep/kg de produit (figure 29).

Une consommation du trajet maritime plus élevée que prévu

En plus du type de produit, de navire et de route, cette consommation par kg de produit varie selon la distance totale (12 000 à 25 000 km), le nombre d'escales, l'utilisation, ou non, du hub d'Algesiras, et varie aussi selon le taux de remplissage.

Dans la littérature, les résultats pour le transport maritime varient très fortement. Cela se retrouve également dans nos calculs, selon les hypothèses utilisées. Celles-ci ont pu être vérifiées, mais ne sont pas immuables. Par exemple, nous avons considéré un taux de remplissage des navires à 60% de leur capacité nominale en EVP, et un poids moyen de 20 tonnes pour un container de 40'.

Figure 27: Photo: Porte-Container utilisé pour l'importation de la comode entre Itajaí (Brésil) et Le Havre : Santa Cristina 2007



Source: Claus Offen Reederei 2007

Figure 28: Porte-Containers utilisés pour le trajet de la pomme entre Nelson (NZ) et Felixstowe (UK): Spirit of Resolution (Nelson-Auckland), Maersk Dunafare (Auckland-Johor), Maersk Kuantan (Johor-Felixstowe/Anvers)



Source: SPIRIT OF RESOLUTION <http://www.harren-partner.de/>



Maersk Dunafare(anciennement P&O Nedlloyd Botany), source: Sheepvaartwest (2007)



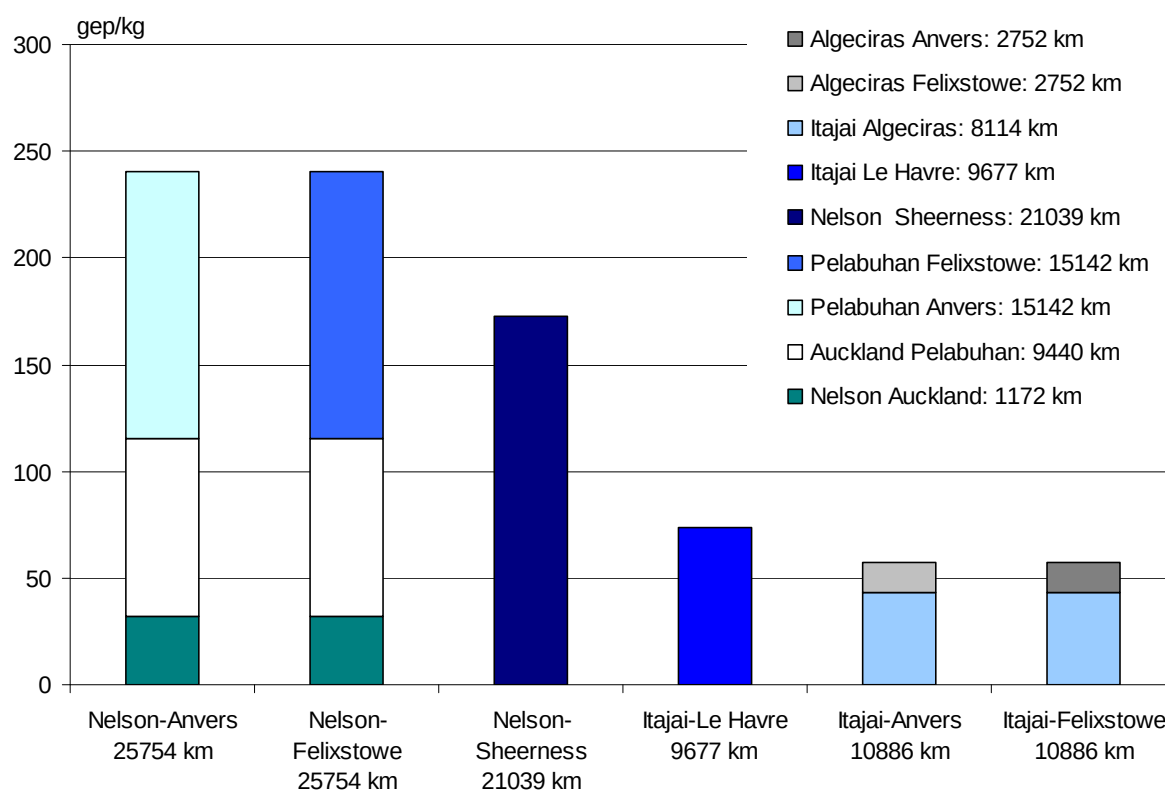
Maersk Kuantan, delivered 2007, source: Maersk 2007

L'analyse présentée à la Figure 29 montre que l'efficacité pour l'un des plus longs trajets maritimes mondiaux existants peut être améliorée, car la solution d'utiliser les lignes maritimes régulières ou celle faisant appel au conteneur réfrigéré augmente la distance et surtout, diminue le taux de chargement moyen du navire et donc son efficacité par kg transporté ainsi que son facteur d'émission par tkm. Les deux colonnes de gauche montrent les caractéristiques du trajet pour les navires porte-conteneurs en provenance de Nouvelle-Zélande, la troisième colonne (Nelson-Sheerness) présente l'autre type de navire: le vraquier réfrigéré.

Le résultat de ce transport maritime, même plus efficace, reste en valeur absolue (173 gep), très supérieur à n'importe quelle autre étape de la chaîne de la pomme. En revanche, si l'on

regarde un autre produit, comme la tomate bio en zone rurale ou certains trajets du consommateur pour l'achat de meuble, cette valeur n'est pas excessive.

Figure 29: Transport de conteneurs maritimes: efficacité énergétique des trajets



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Pour la consommation, calculée en tonnes par jour de mer, les données recueillies sont confirmées par Herbert Corp. Engineering 2006 (figure 30).

Par contre, nos résultats sur l'intensité des GES, qui varie entre 28 et 35 gCO₂/tkm, sont plus élevés que les sources des entreprises, qui mentionnent une moyenne de 8,4 grammes de CO₂ par tkm (Maersk 2007). Elles sont également plus élevées que celles fournies par le guide des facteurs d'émission de DEFRA (2005) (7 gCO₂/tkm pour un grand cargo, 14 gCO₂/tkm pour un petit cargo). Les facteurs d'émission les moins favorables indiqués par l'Ademe (2007) pour les petits vraquiers sont de l'ordre de 7 gCO₂/tkm, ce qui est également une valeur très en dessous de nos résultats. La raison est sans doute le faible taux de remplissage observé.

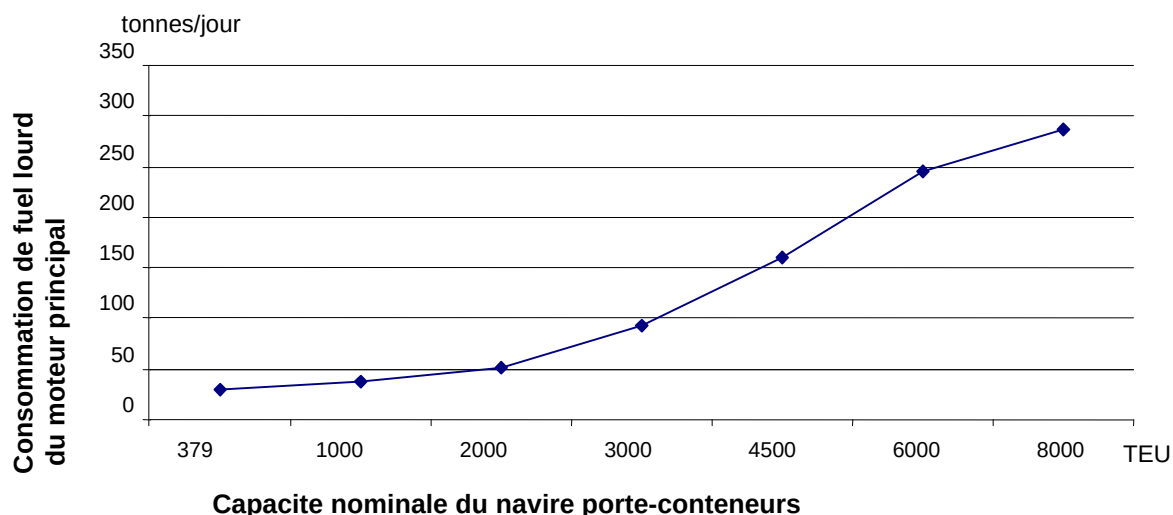
Prises de décision possibles au niveau du transport maritime

Pour un chargeur, il est important que son container soit chargé avec 20 tonnes de pomme, mais il ne peut pas influencer le taux de chargement moyen d'une ligne maritime. Par contre, il peut parfois décider d'utiliser un charter en ligne directe, ou un vraquier réfrigéré, et de raccourcir le trajet par le choix des routes des navires, mais il faut noter qu'il a déjà de fortes incitations financières à agir ainsi.

Pour le transporteur, le coût du conteneur reste le même, rempli ou pas, et n'influence pas le taux de remplissage du navire. L'efficacité qui intéresse le transporteur peut, en revanche, être

de mieux charger ses bateaux, de réduire le nombre d'escales et donc de jours de navigation en utilisant un hub, mais pas de mieux remplir les conteneurs.

Figure 30: Comparaison avec d'autres données de consommation des porte-conteneurs



Source: Herbert Corp. Engineering 2006

Incertitudes sur le taux de remplissage des navires et le poids moyen des conteneurs

Pour le poids des conteneurs, l'étude Herbert Corp Engineering (2006) confirme les 20 tonnes pour un conteneur de 40 pieds, valeur obtenue par interview des managers des lignes maritimes et des importateurs. Une des incertitudes reste le poids moyen d'un conteneur maritime, sur le réseau mondial, qui peut néanmoins être calculé à partir des statistiques commerciales des ports britanniques (MDS Transmodal 2007). À partir des tonnes et du nombre de TEU, il est possible d'estimer le poids moyen/TEU. Les références et le vocabulaire statistique employé, deep sea container pour le conteneur et tonnage import-export pour les tonnes, sont cependant trop spécifiques pour obtenir une valeur certaine. Les chiffres trouvés varient entre 5,4 et 14 t/TEU (MDS Transmodal 2007). De plus, en raison d'importantes distorsions dans le commerce Europe - Extrême Orient, un nombre très important de conteneurs est transporté à vide. Ce taux n'est pas connu précisément mais pourrait se situer entre 30 et 50% de la capacité d'un navire.

Du fait de ces incertitudes, un taux de remplissage de 60% de la capacité nominale et de 10 tonnes par EVP semblent réalistes pour la pomme.

Analyse du coût du carburant sur le trajet maritime

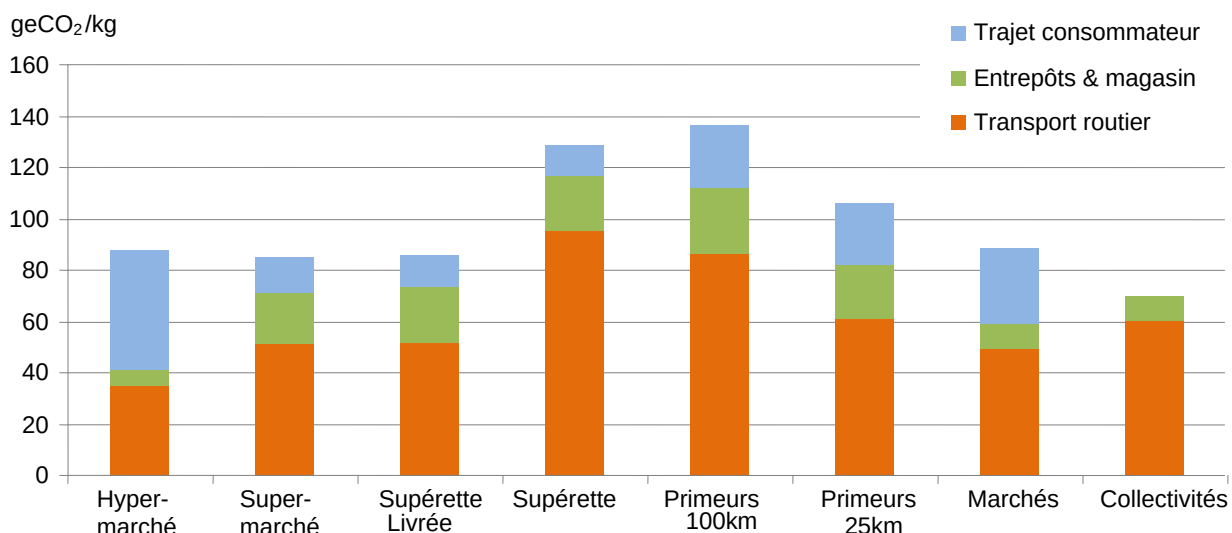
Considérant un prix d'achat de marché de 450 €/t pour le fuel lourd (type IFO380) fin 2007 (bunkerworld.com), les 73 gep/kg du trajet maritime Brésil-Anvers/Felixstowe correspondent à un coût de carburant d'environ 4 centimes par kg de produit. Pour le trajet maritime le plus long possible (25 000 km), le coût des 230 gep/kg ne dépasse pas les 12 centimes par kg de produit. Le prix du kilo de pomme vendu au consommateur dépassant 2 €, l'incitation aux économies d'énergie reste donc assez faible.

5.2 Comparaison des émissions entre types de distributions

Comparaison pour la pomme produite en Limousin et vendue en Île de France

La figure ci-dessous compare les émissions de GES, en geCO_2/kg , pour des pommes produites en Limousin et vendues en Île de France par différents circuits de distribution.

Figure 31 : Comparaison des émissions de GES de la pomme selon le type de distribution en IdF



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Les émissions à la production, identiques par construction dans les différentes chaînes, sont ignorées et les émissions sont regroupées en trois grandes catégories, selon qu'elles proviennent du transport routier entre la production et le magasin, du magasin ou d'un entrepôt, ou du trajet du consommateur.

- Les collectivités étudiées (cantines, 70 geCO_2/kg) ont une bonne efficacité énergétique car, dans la plupart des cas, les clients ne se déplacent pas vers la cantine de leur entreprise, et donc aucune émission due au trajet du consommateur n'est affectée à ce type de chaînes.

Viennent ensuite quatre chaînes logistiques qui ont des émissions faibles et proches entre elles, entre 85 et 88 geCO_2/kg :

- l'hypermarché a une très bonne efficacité de sa chaîne logistique (transport routier, magasin et entrepôt) mais la plus forte émission du trajet du consommateur;
- le supermarché en centre ville a une logistique moins efficace que l'hyper mais un trajet du consommateur beaucoup plus court;
- les marchés hebdomadaires sont représentés ici par le cas d'un commerçant qui s'approvisionne à Rungis à 25 km de son marché, ce qui explique la part du transport routier;
- la supérette qui se fait livrer ses pommes par son grossiste a une efficacité proche de celle du supermarché pour sa logistique aussi bien que pour son trajet consommateur ;
- il faut noter que la supérette perd toute son efficacité (129 geCO_2/kg) lorsqu'elle n'est pas livrée par son grossiste mais va s'approvisionner elle-même, en faible quantité et avec un retour à vide systématique ;
- pour les boutiques de primeurs, qui s'approvisionnent elles mêmes pour des raisons de fraîcheur et d'exigence de qualité et de fraîcheur vis-à-vis du client, la distance à

laquelle elles se trouvent de Rungis est un élément clef de leur efficacité : de 106 geCO₂/kg à 25 km de Rungis jusqu'à 136 à 100 km. Elles ont aussi une forte consommation d'électricité rapportée au kg vendu.

Ainsi pour la pomme produite en un même point, dans le Limousin, et vendue dans une même région, l'Île de France, les émissions de GES varient entre 80 et 140 geCO₂/kg selon l'organisation de la chaîne logistique.

Comparaison pour la tomate vendue dans le Limousin

Dans le cas du Limousin (figure 17 p. 47), la comparaison entre les différentes filières porte sur le cas de la tomate et les formes de distributions analysées sont :

trois chaînes courtes de tomates biologiques produites et consommées dans un rayon de 50 km : Panier Paysan, producteur vendant sa production au marché d'une part et à la ferme d'autre part ;

trois distributeurs plus classiques (supermarché, supérette et marchés) de tomates du Sud-ouest (distances 230 à 400 km)

Les trois circuits courts sont pénalisés par les très faibles quantités vendues : de 26 à 50 kg par marché ou par livraison, qui induisent des émissions très importantes par kg de produit vendu. Le Panier Paysan, destiné à améliorer la performance du système de livraison, est un peu plus efficace que le marché bio pour sa partie logistique mais le trajet du consommateur y est aussi nettement plus important. De ce fait, l'ensemble de la chaîne logistique est plus émetteur (740 geCO₂/kg) que la chaîne du marché bio (599 geCO₂/kg). Dans le cas de vente directe à la ferme, seul le trajet du consommateur est pris en compte.

Les performances des trois circuits classiques, avec des émissions entre 100 et 160 geCO₂/kg, sont beaucoup plus proches de celles que nous avons déjà rencontrées pour l'Île de France : elles se différencient principalement par le trajet du consommateur (distance, pourcentage de trajets réalisés en voiture et poids des achats) et la comparaison est donc très sensible à la précision de ces estimateurs.

Nous avons vu (p.47) qu'un moyen simple d'améliorer l'efficacité énergétique des circuits courts, consisterait à augmenter les quantités vendues par transaction 'caeteris paribus', c'est-à-dire notamment sans augmenter les distances parcourues ni les fréquences. Dans les cas analysés de la tomate au Limousin, pour que l'efficacité des circuits courts (tomates bio produites localement) soit supérieure à celle de la chaîne des supermarchés (tomates produites en Midi-Pyrénées), il faudrait

que le poids moyen passe de 7 à 28kg pour le panier paysan ;

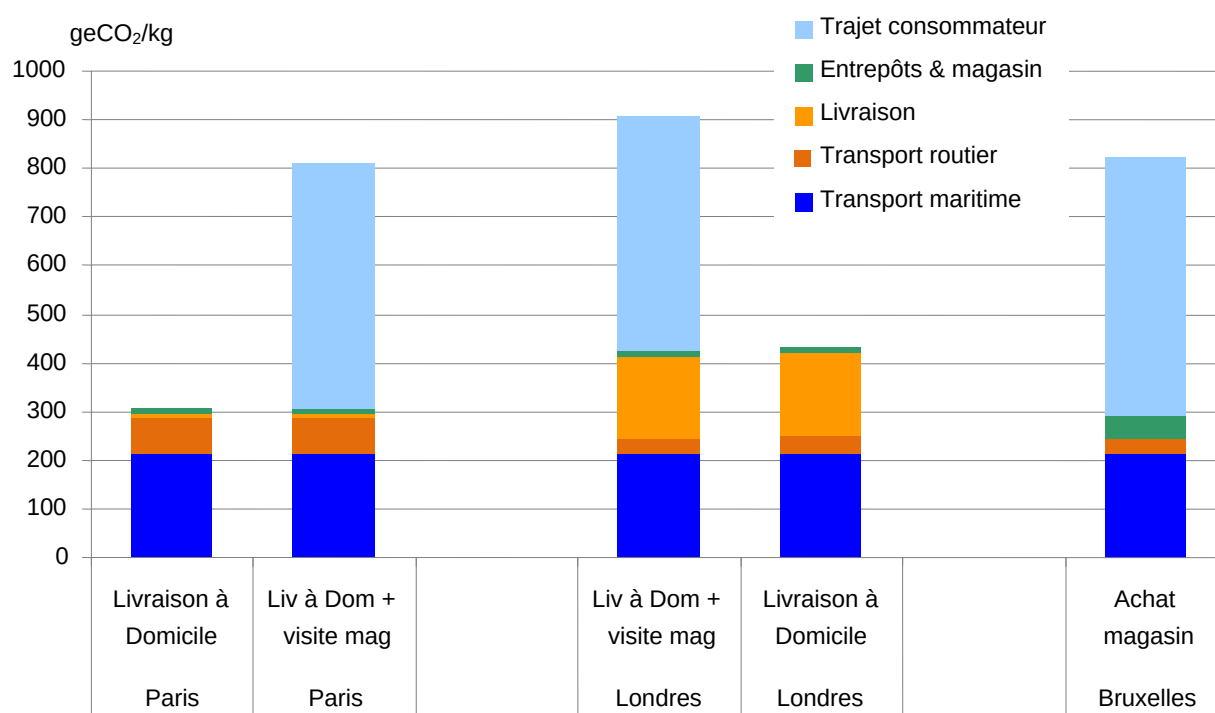
que le maraîcher vende, en moyenne, 90 kg de produits bio par marché, contre 26 kg actuellement. Notons que, pour le producteur en question, au moment de l'enquête, la difficulté à produire davantage (en bio) constitue le principal obstacle à une telle augmentation des quantités commercialisées.

Comparaison pour la commode en pin importée

En France et au Royaume-Uni, la commode en pin importée du Brésil est vendue par correspondance mais le client peut aller visiter le magasin avant d'acheter. Nous avons donc retenu ces deux cas dans le graphique ci-dessous pour Paris et Londres : un consommateur qui achète sur catalogue sans visite au magasin et un autre qui visite le magasin avant d'acheter et se fait également livrer à domicile. En Belgique, nous avons retenu le cas d'un client qui va visiter les magasins, achète et revient avec la commode achetée. Par construction, les

émissions du transport maritime sont ici identiques pour les trois pays. Les émissions de la livraison à domicile sont séparées des autres trajets et le trajet du consommateur, quand il est retenu, résulte de l'enquête en ligne présentée au chapitre 3.

Figure 32 : Émissions de GES de différentes chaînes de commercialisation d'une commode en pin



Source: Enquête 2007-2008

Les émissions varient, selon la chaîne, de 306 à 907 geCO₂/kg (tableau 40). Quand le trajet du consommateur est retenu, il représente plus de la moitié des émissions de la chaîne, avec un peu plus de 500 geCO₂/kg. En France, le transport routier est relativement important mais la livraison à domicile très faible alors qu'au Royaume Uni c'est l'inverse, principalement à cause, d'une part, des forts taux de charge et des courtes distances pour le trajet final en France, et, d'autre part, des longues distances et des très faibles chargements constatés au Royaume-Uni.

Tableau 40 : Émissions de différentes chaînes de commercialisation d'une commode en pin en geCO₂/kg

	Paris		Londres		Bruxelles
Distribution	Livraison à Domicile	Liv à Dom + visite mag	Liv à Dom + visite mag	Livraison à Domicile	Achat en magasin
Maritime	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0
Routier	75,8	75,8	29,3	37,2	31,5
Livraison	5,4	5,4	171,4	171,4	0,0
Entrepôts & magasin	11,6	11,6	11,6	11,6	48,1
Consommateur	0,0	504,3	481,4	0,0	530,0
Total	305,9	810,1	906,8	433,2	822,7

Source: D'après résultats de l'enquêtes 2008

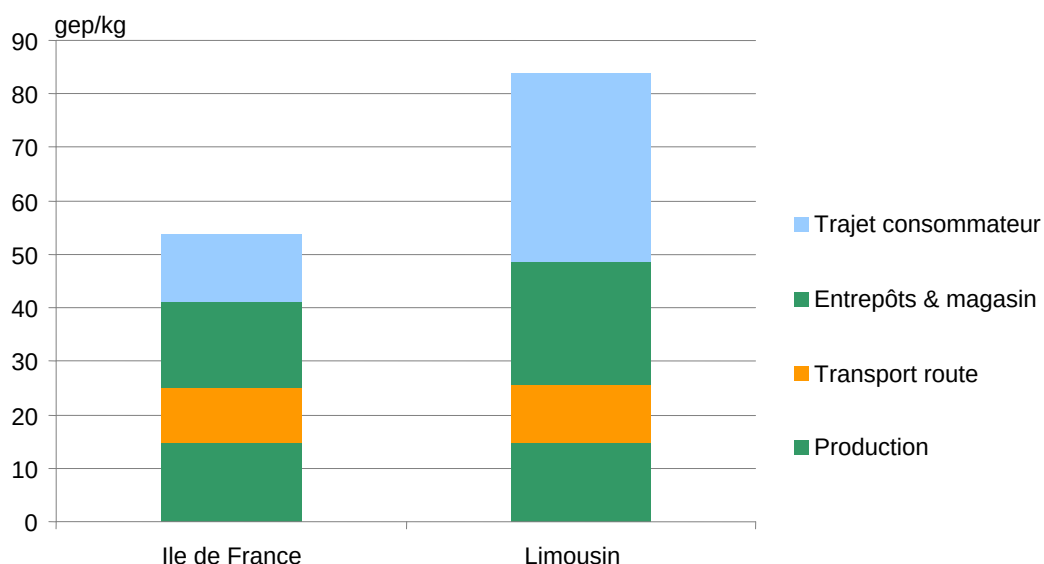
5.3 Comparaisons: influence de la densité de consommateurs

Pour analyser l'impact de la densité de population sur l'efficacité énergétique des chaînes logistique nous comparons les chaînes de l'Île de France avec les mêmes types de chaînes dans le Limousin.

Chaînes de la pomme hypermarché

Les chaînes de l'hypermarché sont les plus significatives à comparer, d'une part parce qu'elles représentent toujours une part importante des achats de pommes et, d'autre part, parce qu'elles sont plus 'stables' que bien d'autres chaînes, telles que les marchés, dont l'organisation peut varier selon l'opérateur considéré. La figure ci-dessous résume ces résultats, déjà présentés dans la Figure 5, pour le cas des pommes vendues en hypermarché.

Figure 33 : Consommation d'énergie des chaînes de la pomme vendue en hypermarché en France selon la région.



Source: Enquête 2007-2008

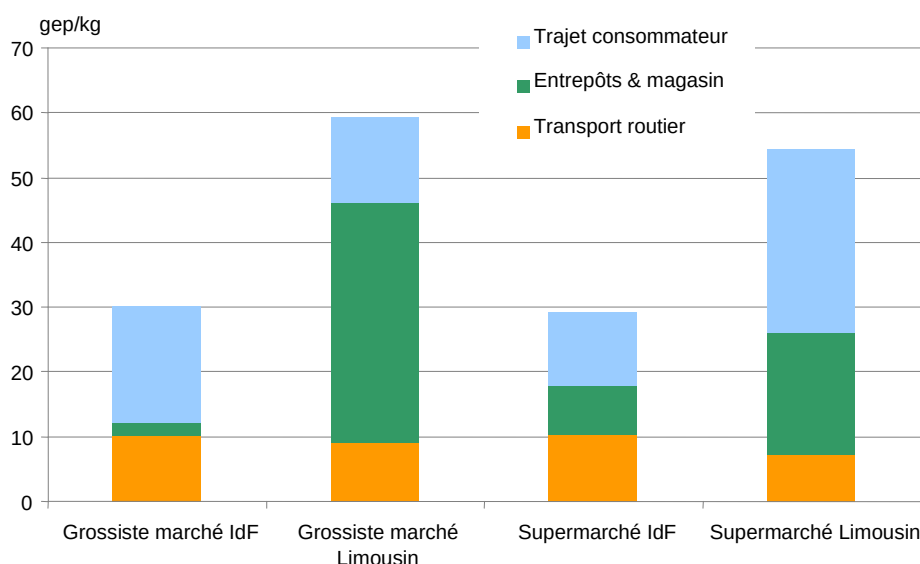
Par construction, la production est identique dans les deux chaînes. Il apparaît que la logistique, en amont du magasin (transport routier), n'est pas sensiblement différente dans les deux cas : alors que les pommes viennent du Limousin elles transitent, pour aller dans le Limousin, par une plate-forme régionale située près de Bordeaux et, pour aller en Île de France, par une plate-forme qui ne rallonge pratiquement pas la route². La dépense énergétique des bâtiments (entrepôts et surtout magasins) est très légèrement supérieure dans le Limousin, en raison principalement de plus faibles quantités vendues. Mais c'est surtout le trajet du consommateur qui pénalise le Limousin.

² Au Royaume-Uni, la comparaison entre la chaîne aboutissant à Londres et celle aboutissant en Écosse est plus défavorable à cette dernière.

Chaînes de la tomate

Le graphe ci-dessous compare, entre le Limousin et l'Île de France, la consommation d'énergie de deux types de chaînes de la tomate : les chaînes qui passent par un grossiste et un marché de plein air et les chaînes du supermarché.

Figure 34 : Consommation d'énergie de chaînes de la tomate vendue en France selon la région.



Source: D'après les résultats de l'enquête 2007-2008

Pour les deux types de chaînes analysés sur ce graphique (marchés de plein air et supermarchés), la consommation énergétique du Limousin est nettement supérieure à celle de l'Île de France mais pour des raisons différentes.

- L'énergie consommée en transport routier est peu différente entre les deux régions et plutôt favorable au Limousin, en raison de distances plus courtes, pour les marchés de plein air comme pour les supermarchés.

- La consommation des entrepôts et magasins est très faible en Île de France comparée au Limousin à cause des volumes très importants, tant chez le grossiste que pour le marché ou le magasin. Dans le Limousin, le commerçant du marché a un entrepôt climatisé avec une forte consommation d'électricité alors que celui d'Île de France n'a pas d'entrepôt.

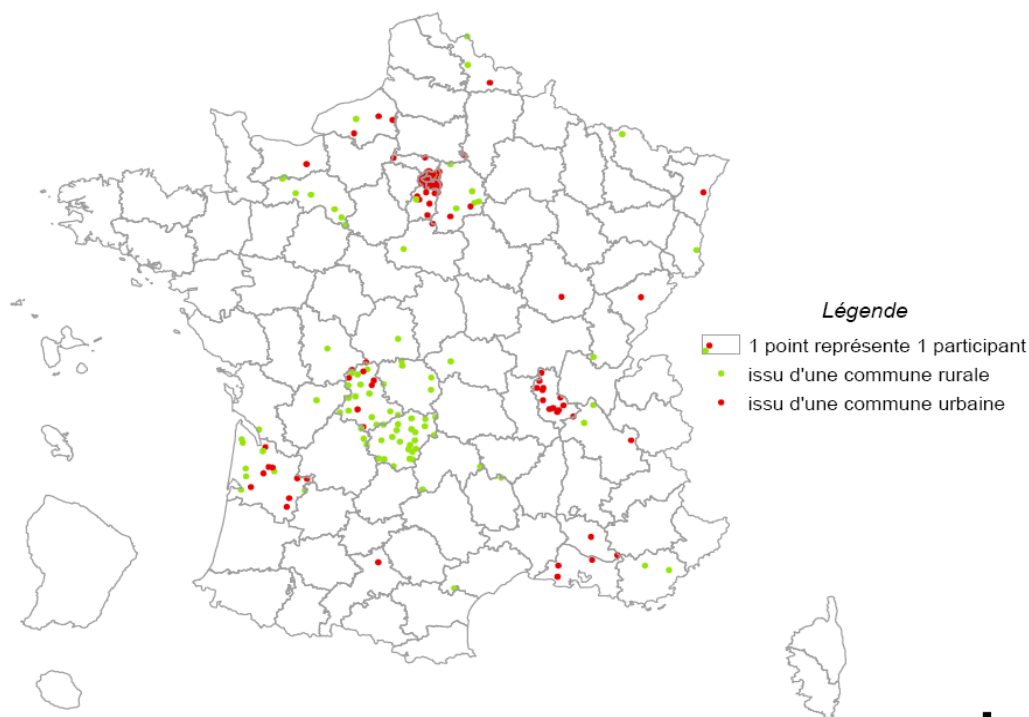
- Le trajet des consommateurs est plutôt favorable au Limousin dans le cas des marchés (quantités achetées plus importantes) et plutôt favorable à l'Île de France pour les supermarchés (distances moins importantes).

Le trajet du consommateur apparaît bien souvent comme l'origine principale de la différence d'efficacité énergétique entre les chaînes qui aboutissent au Limousin et celles qui aboutissent en région parisienne. Il est donc important de comprendre ce qui différencie la consommation énergétique du trajet du consommateur dans ces deux cas. L'analyse des résultats de l'enquête en ligne auprès des consommateurs distingue, en France (le nombre de réponses ne le permettait pas dans les deux autres pays) les consommateurs habitant une commune de faible densité (R comme rurale) des consommateurs urbains (U), selon la définition de l'INSEE. Pour les analyses qui suivent, nous avons donc réparti les réponses françaises entre ces deux catégories : celles provenant des habitants des centres urbains (comme Bordeaux ou Marseille) ou de la région parisienne [186 répondants] et celles issues

de zones rurales de plus faible densité [88 réponses]. La figure 36 situe ces répondants sur la carte de France.

Figure 35 : Répartition entre zones urbaine et rurale des répondants français

Répartition géographique des participants à l'enquête selon le type de commune



Source fond de carte : www.ign.fr
Réalisation : GRT - FUNDP (Université de Namur)



Le tableau ci-dessous analyse les résultats de l'enquête pour la consommation d'énergie et les émissions de GES des trajets consommateurs pour les achats de fruits et légumes selon le lieu de résidence (R rural ou U urbain) et selon le type de distribution.

Tableau 41: Comparaison des déplacements d'achat en France, suivant la commune de résidence

	Distance (km)		% déplacem. en voiture		% déplacem. un seul motif		Poids des achats (kg)		Energie (gep/kg)		GES (gégCO ₂ /kg)	
	Rural	Urbain	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U
Supermarché en ville	3,5	1,4	73%	26%	33%	73%	13,9	20,0	20	19	75	71
Épicerie de quartier	8,1	0,75	63%	8%	75%	83%	6,8	4,2	77	1	281	4
Hypermarché	9,3	4,4	91%	86%	65%	39%	23,0	21,9	46	26	168	95
Marché de plein air	3,5	2,3	48%	30%	52%	41%	8,8	13,0	44	26	160	96
Vente directe du producteur	10,0	0,83	100%	0%	50%	100%	7,4	12,3	158	0	578	0
Boutique fruits & légumes	10,7	0,90	92%	33%	46%	44%	17,3	6,4	42	5	156	19
Supermarché en périphérie	7,4	3,3	97%	92%	55%	60%	24,6	18,8	56	14	205	50
Supérette du centre	2,8	1,0	100%	29%	50%	71%	12,5	6,5	13	3	49	13
Ensemble	6,8	2,2	80%	40%	54%	53%	16,9	15,0	49	20	180	72
Rapport R/U pour l'ensemble	3,0		2,0		1,0		1,1		2,5		2,5	

Source: Enquête en ligne du trajet consommateur 2008

Ainsi par rapport au consommateur vivant dans une commune urbaine, celui qui vit 'à la campagne', lorsqu'il va acheter ses fruits et légumes :

- parcourt en moyenne une distance 3 fois plus importante,
- prend deux fois plus souvent la voiture
- mais a aussi souvent d'autres motifs pour son déplacement,
- achète 10% de plus,
- consomme donc en moyenne 2,5 fois plus d'énergie et émet 2,5 fois plus de CO₂ par kilo de fruit acheté.

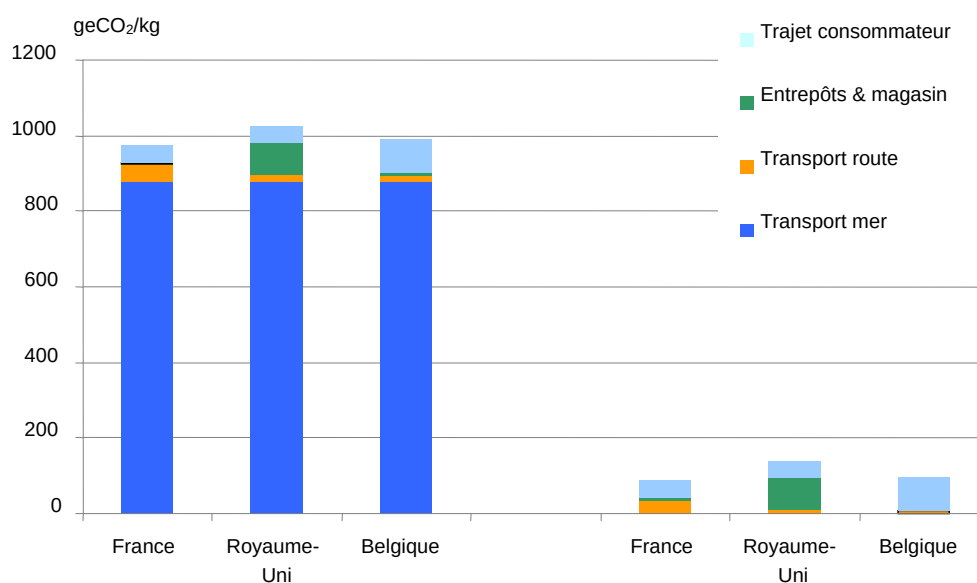
Par type de commerce, c'est surtout les distances parcourues pour aller aux boutiques 'de quartier' qui sont très différentes entre l'Île de France et le Limousin, alors que, pour les chaînes de l'hypermarché, le ratio des distances est proche de 2.

On peut aussi s'interroger sur le choix du type de chaîne qui serait plus favorable (ou moins défavorable) au Limousin dans la comparaison avec des régions de plus forte densité de population. L'analyse indique que, parmi les cas qui ont été étudiés pour la tomate, c'est bien la grande distribution (ici le supermarché) qui a la meilleure efficacité énergétique au Limousin : le Panier Paysan et le 'marché producteur' sont fortement pénalisés par les très faibles volumes vendus par le producteur commerçant, qui se traduisent par une forte consommation énergétique des trajets routiers, en gep/kg.

5.4 Comparaison des émissions entre pays: peu de différence

Pour comparer l'efficacité des chaînes logistiques entre les trois pays étudiés, en geCO₂/kg, nous analysons les performances des chaînes de la pomme vendue pour deux origines de pommes : celle importée de Nouvelle Zélande d'une part (à gauche de la figure 36) et celle produite dans le pays de consommation d'autre part (trois colonnes à droite). Ces pommes sont vendues en Belgique et en France dans un hypermarché, et, à Londres, dans un supermarché. Les émissions sont regroupées en quatre grandes catégories, selon qu'elles proviennent du transport maritime, du transport routier, d'un bâtiment (magasin ou entrepôt) ou du trajet du consommateur. Les émissions à la production sont ignorées dans ce graphique.

Figure 36 : Comparaison des émissions de GES de la pomme vendue en grande surface, selon le pays



Source: Enquête 2007-2008

Pour la pomme importée de nouvelle Zélande, le trajet maritime a, par construction, les mêmes émissions pour les trois pays.

- Le transport routier émet plus en France que dans les deux autres pays principalement en raison de distances plus importantes (pour la France et la Belgique, ces importations passent par le port d'Anvers; pour le Royaume Uni par celui de Sheerness, à quelques 80 km de Londres) et par des retours à vide plus systématiques.
- Les magasins et entrepôts sont nettement plus émetteurs au Royaume Uni, en raison d'une consommation d'électricité importante et surtout de l'origine de la production de cette électricité.
- Le trajet du consommateur émet nettement plus en Belgique (84 geCO₂/kg) qu'au Royaume Uni (44 geCO₂/kg) et qu'en région parisienne (47 geCO₂/kg) mais ces émissions augmenteraient pour la France si l'on considérait simultanément la France rurale (129 geCO₂/kg) et, au Royaume-Uni si l'on retenait la valeur d'un hypermarché (73) au lieu d'un supermarché en centre ville (44). Le trajet consommateur n'est donc pas significativement différent entre les chaînes de ces trois pays.

Au total, les émissions sont donc peu différentes entre les trois pays.

Les résultats sont très similaires pour les pommes produites dans le pays de consommation. En France, la distance parcourue entre le producteur et l'hypermarché est proche de celle parcourue à partir d'Anvers pour les pommes d'importation, alors qu'elle est nettement plus courte dans les deux autres pays ; les autres maillons de ces chaînes sont identiques par construction.

La principale différence entre les trois pays est donc celle du facteur d'émission de l'électricité : 268 geCO₂/kWh en Belgique, 84 en France et 455 au Royaume Uni.

6. Conclusions

Ce rapport présente la seconde phase d'une recherche sur la consommation d'énergie et les émissions de GES des chaînes logistiques. La méthode utilisée ici est très proche de celle de la première phase, mais les produits étudiés sont différents. Il est donc important, dans cette conclusion de tenir simultanément compte de ces deux phases, tant sous l'angle de la méthode que des leçons que l'on peut tirer des résultats pour réduire les émissions de GES

6.1 La méthode

Dans les deux phases, la méthodologie est basée sur la reconstitution physique des chaînes logistiques des produits étudiés : d'abord le yaourt et le jean (Rizet & Keita 2005), puis les meubles et les fruits et légumes, depuis le fournisseur de matière première en amont et jusqu'au domicile du consommateur en aval, et sur l'analyse de leurs consommations d'énergie et émissions de GES par unité de produit vendu. Une fois les différentes étapes de la chaîne reconstituées, la consommation d'énergie et les émissions de GES sont quantifiées à chaque étape par des enquêtes de terrain auprès de multiples acteurs pour comprendre le fonctionnement de ces chaînes logistiques pour les produits étudiés. L'analyse des consommations comprend, d'une part, la comparaison entre les mêmes fonctions des différentes chaînes (le transport routier, les plates-formes, les magasins, etc.) et, d'autre part, l'analyse des consommations par type de chaînes selon leur organisation. Ces grands principes d'analyse des consommations d'énergie des chaînes logistiques ont été mis au point au cours de la première phase de cette recherche. Dans cette seconde phase, les coefficients de conversion des différentes énergies rencontrées, en gep ou en geCO₂, ont été légèrement modifiés pour tenir compte des publications récentes en ce domaine, notamment la méthode Bilan Carbone ; pour l'électricité, des facteurs de conversion par pays ont été calculés en tenant compte des recommandations de l'Agence Internationale de l'Énergie. Mais la principale innovation de cette seconde phase est d'avoir conçu, réalisé et exploité une enquête par internet pour l'analyse des déplacements du consommateur. La principale difficulté de cette enquête en ligne s'avère le contrôle de l'échantillon.

Le périmètre étudié.

Lorsque l'on considère les émissions des chaînes logistiques, il ne faut pas perdre de vue que, pour certains produits, l'essentiel des émissions est lié à la production, maillon que nous n'avons pas considéré en détails dans cette analyse focalisée sur la logistique mais qui peut aussi être très différent selon l'origine du produit. Ce point a déjà été examiné dans la première phase avec le cas du jean (Browne & al. 2005). Dans cette seconde phase, ce point concerne en particulier les tomates, qui à la mi-saison, peuvent être produites soit en Europe dans des serres chauffées mais avec une faible dépense énergétique en transport, soit en Espagne ou au Maroc, sans chauffage pour la production mais avec une dépense énergétique importante pour le transport. Dans une moindre mesure, c'est aussi le cas des pommes qui peuvent venir d'Europe toute l'année, avec des dépenses énergétiques modérées pour la réfrigération ou être importées de l'hémisphère Sud, avec de fortes dépenses énergétiques pour le transport.

Spécificité de la méthode et possibilité d'en généraliser l'usage

L'intérêt croissant pour le calcul des émissions de CO₂ rend nécessaire l'harmonisation des méthodes de calcul. La tendance très nette vers un affichage de l'impact environnemental des

biens de grande consommation, en France notamment après le 'Grenelle de l'environnement', mais aussi en Europe et dans le monde, pousse les acteurs concernés à mettre au point, chacun de leur côté, des méthodes d'évaluation et d'affichage de « l'empreinte écologique » des produits. Plusieurs enseignes (par exemple Tesco, Casino et E. Leclerc), expérimentent l'affichage du CO₂ de leurs produits mais les valeurs affichées aujourd'hui sont calculées avec des méthodes non harmonisées et non publiées : elles ne sont donc pas comparables. Il est grand temps de normaliser les méthodes pour le calcul, et l'affichage des émissions de CO₂.

Au-delà de la méthode de calcul des émissions par transport, cette harmonisation pourrait-elle concerner l'ensemble de la supply chain ? Il existe déjà plusieurs méthodes qui englobent la supply chain, notamment celles du Carbon footprint et de la Life Cycle Analysis (la méthode Bilan carbone, centrée sur l'établissement et non par produit, n'est pas comparable). La spécificité de l'approche développée ici est de se limiter à la logistique tout en prenant en compte le trajet du consommateur. Elle permet notamment, avec un investissement en temps nettement inférieur aux deux autres méthodes, d'indiquer l'importance relative dans la chaîne logistique des maillons les plus émetteurs et de focaliser l'analyse sur eux.

6.2 Un outil pour faire baisser les émissions

Préciser les maillons les plus émetteurs

L'approche par maillons ou par grandes fonctions de la chaîne logistique (transport par mode, stockage, magasins, ...) a permis, dès la première phase, de mieux cerner le fonctionnement de certaines étapes encore peu analysées et de quantifier leur consommation d'énergie : les plates-formes logistiques et surtout les magasins, grands consommateurs d'énergie, où le volume des ventes (par m² de surface) est l'élément clef. La consommation en transport a été largement analysée et commentée pour la route; elle reste insuffisamment connue pour les autres modes. L'étude des chaînes des fruits et légumes confirme, après celle des jeans dans la première phase, que c'est le maillon maritime qui génère le plus de consommation énergétique et d'émissions pour les produits importés d'outremer. Ceci renforce l'idée qu'il vaut mieux, dans une perspective de développement durable, consommer des fruits produits dans le pays de consommation et respecter les saisons. À l'opposé, le cas des tomates bio vendues sur place mais en très faibles quantités et avec de fortes émissions par kg, indique qu'un compromis est nécessaire entre ce principe de 'consommer local' et un minimum de productivité de la chaîne.

Les émissions de GES engendrées par le transport maritime pour les produits importés d'outremer sont très variables. Deux éléments importants ont été mis en évidence : la distance (qui peut varier sur une origine – destination selon le service) et le type de navire : le trajet en bateau d'un kilo de meubles importé du Brésil émet entre 213 et 276 geCO₂ pour une distance comprise entre 9700 et 10 900 km, selon l'itinéraire et le navire, alors qu'un kilo de pommes importées de Nouvelle Zélande émet 640 geCO₂ pour un transport à la demande de 21 000 km et 880 geCO₂ pour un transport en porte-conteneurs, ligne régulière avec deux transferts et une distance totale de 26000 km.

L'importance du trajet du consommateur a été soulignée dès la première phase de cette recherche. Ce maillon a fait l'objet d'analyses plus approfondies dans cette seconde phase avec l'enquête en ligne et c'est dans le cas des meubles qu'il peut être le plus important (440 geCO₂/kg), en raison de visites multiples qui conduisent à des distances parcourues très

importantes : près de 80km par achat en moyenne. Enfin nous avons vu que le trajet consommateur est aussi un élément important dans la comparaison entre Île de France et Limousin : la faible densité de population du Limousin conduit souvent le consommateur à parcourir des distances plus importantes et donc à émettre plus de GES.

Fréquence d'achat des produits

Les émissions générées par la logistique (transport, stockage et magasins) par kilo de fruits et légumes sont de l'ordre d'une centaine de geCO_2/kg et environ 10 fois plus pour les produits importés de l'autre bout de la planète, contre 200 à 500 geCO_2/kg pour l'achat d'un kilo de bibliothèque en panneaux de particules fabriquée en Europe. Mais lorsque l'on s'intéresse au volume annuel d'émissions ou au volume qu'il est possible d'éviter, la disparité des fréquences d'achats entre les produits étudiés devient très importante : on achète beaucoup plus souvent des fruits que des meubles. Au vu des données de l'enquête auprès des consommateurs, nous estimons, en première approximation, qu'un ménage achète 56 kg de pommes et 37 kg de tomates par an alors qu'il n'achète un meuble qu'une fois tous les dix ans soit environ 3 kg de meuble par an. Cela conduit donc à des émissions annuelles quatre fois plus élevées pour les fruits et légumes que pour les meubles. Un moyen simple de réduire les émissions des trajets consommateurs est de grouper les achats, afin de réduire leurs fréquences.

Efficacité des systèmes de distribution

La comparaison des différentes formes de distribution menée dans ce rapport confirme en partie les résultats de l'analyse des chaînes du yaourt menée dans la première phase : plus le magasin est important en superficie et en volume de ventes et plus sa logistique amont est efficace mais plus il reporte ses émissions sur le trajet du consommateur. La plus faible émission de la logistique amont est compensée par la plus forte émission du dernier kilomètre et, au global, il n'apparaît pas que le format du magasin (hypermarché, supermarché ou boutique de proximité) soit déterminant pour l'efficacité en CO_2 . Toutefois certaines formes de distribution peuvent se différencier : dans la première phase, la chaîne d'achat en ligne, avec absence de magasin et parcours client remplacé par une livraison à domicile, montrait une meilleure efficacité énergétique dans le cas du yaourt et, dans cette seconde phase, il apparaît que les systèmes de ventes directes du producteur au consommateur, lorsque le volume des transactions est très faible, ont une faible efficacité énergétique.

Utilisations possibles de l'outil

L'outil développé s'adresse aux différents acteurs de la supply chain, qui peuvent influencer la configuration de ces chaînes logistiques, et aux décideurs publics.

Chargeurs, acheteurs en gros (responsables 'sourcing') et managers de la supply chain peuvent intervenir à plusieurs niveaux : choix des produits, choix des origines et de la qualité des produits, mise en concurrence des transporteurs et logisticiens sur des critères incluant l'énergie et le CO_2 . Ils disposent d'un certain nombre de mesures pour réduire les émissions : autoriser des horaires de livraisons plus flexibles, favoriser l'utilisation des achats en ligne et réduire la nécessité pour les clients de se déplacer avec de longs trajets pour leurs achats comme pour voir préalablement les produits.

Transporteurs et logisticiens peuvent influencer la consommation d'énergie du transport de multiples façons, notamment en améliorant le taux de remplissage des véhicules :

groupage des envois et mutualisation des moyens de transport, optimisation des itinéraires et des horaires notamment avec l'aide de GPS et d'outils informatisés, dimensionnement et gestion temporelle de la flotte et entraînement des chauffeurs à l'éco-conduite.

Le consommateur peut également influencer la chaîne logistique par son comportement d'achat. Dans cette optique, un affichage du type 'Carbon footprint' ou 'analyse cycle de vie', prenant en compte également la production, l'utilisation et le recyclage du produit, serait plus complet, donc mieux approprié que l'outil développé ici. Cependant cette recherche montre l'intérêt de grouper ses achats afin de réduire le nombre et la distance de ses déplacements d'achats. Grouper également ses achats en ligne afin de limiter le nombre de livraisons et donc le transport est également efficace du point de vue de l'énergie et des émissions.

Mais surtout ce travail montre que pour tous les 'décideurs' y compris les consommateurs, il est primordial de pouvoir disposer d'une bonne information sur les émissions des différents choix qui s'offrent à eux, et donc d'une bonne comptabilité carbone.

ANNEXES

A - Analyse bibliographique

1) Documents généraux

Browne M., Allen J. and Anderson S. (2001): **Overview of home deliveries in the UK**, DTI & Transport Studies Group, University of Westminster, 83 p.

http://home.wmin.ac.uk/transport/download/dti_final_report.pdf

The study gauge current knowledge about business to consumer (B2C) home deliveries, identify gaps in current understanding of B2C home deliveries and consider future research needs related to B2C home deliveries. Total UK home delivery market estimated to be £21.1 billion in 2000 of which £12.4 billion for home shopping (primarily small package), £0.5 billion for grocery products and £8.2 billion for large items: Large items and traditional small package home shopping are relatively mature markets, whereas grocery home delivery is a relatively new market with significant growth potential. Total home delivery sales of grocery products, small packages and large items are approximately 11.0% of total UK retail sales. Total number of home deliveries in the UK estimated to be 427 million in 2000: 400 million deliveries for home shopping (small package), 6.6 million for grocery products and 20.5 million deliveries per year for large items. Potential growth in the use of home delivery services could lead to significant delivery vehicle trip generation. There is currently a lack of evidence about whether the overall impacts of replacing customers' shopping trips with home delivery operations are positive or negative. As home delivery operations take place in sensitive residential areas, their traffic, social and environmental impacts tend to be high. The report identifies the market opportunities that home delivery offers and those topics that require future research. The list of research needs identified comprises fundamental research into understanding impacts of different activities and investigating design issues, market research to better understand needs and requirements, and other forms of data and information collection.

Browne, M., Rizet, C., Anderson, S., Allen, J. et Keita, B. (2005): **Life Cycle Assessment in the Supply Chain: A Review and Case Study**, Transport Reviews, Vol. 25, No. 6, 761–782

Carbon Trust (2006): **Carbon footprints in the supply chain- the next step for business**; Carbon Trust, 24 p.

<http://www.carbontrust.co.uk/publications/publicationdetail?productid=CTC616>

The report highlights the financial and environmental value of reducing carbon emissions across the supply chain. To demonstrate the value of this approach, the Carbon Trust completed two pilot studies with Walkers and Trinity Mirror. With Walkers, the study focused on the supply chains of Quavers, Doritos and Walkers Crisps whilst with Trinity Mirror the focus was the Daily Mirror and weekend Celebs on Sunday magazine. Each pilot built a picture of the carbon footprint of each product by measuring life-cycle emissions across the entire supply chain, identified the largest emissions sources both within their own operations and across the activities of other companies operating in the supply chain, developed and prioritised opportunities that will reduce emissions, cut costs and create new commercial opportunities. The two pilot projects have identified savings opportunities worth 28,000 tonnes of CO₂ and £2.7 million per annum, as well as developing an understanding of

the carbon implications of different business decisions across each supply chain. Carbon saving opportunities are categorised into 3 different types : Correcting a market failure, where there is a perverse incentive between companies in the supply chain and so extra cost and extra carbon emissions are artificially created because of that perverse incentive ; Product change, where changing the final product mix or product configuration can reduce the emissions across the supply chain ; Supply chain reconfiguration, where changing specific processes or the way processes are completed can reduce emissions at key stages in the supply chain. Many companies are traditionally quite inward-focused about energy consumption and carbon emissions. The pilots show that if they are willing to broaden their horizons to work collaboratively with other companies in their supply chain, then there are additional opportunities to build influence, create knowledge, reduce carbon emissions and generate financial returns. The Carbon Trust is rolling out a supply chain product to develop this opportunity and encourage all companies to work collaboratively with their own supply chains to reduce emissions and capture the commercial opportunities that arise.

Beauvais JM. (2005) : **Evolution du commerce et utilisation de la voiture** ; Beauvais consultant & DRAST, 150 p.

L'ensemble super et hypermarchés a vu sa part dans le total alimentaire passer de 68 % en 1990 à 79 % en 1999. On assiste à la fois à une augmentation des surfaces de vente totales, à raison d'environ 2 millions de m² supplémentaires par an en moyenne, et à une réduction du nombre de points de vente, d'environ 1 % par an. Pour l'ensemble 'super et hypermarchés', la taille moyenne passe de 560 m² en 1958 à 1 602 m² en 1996. La concentration se retrouve à plusieurs échelles géographiques. Il existe plus de 1 200 hypermarchés en France, mais aucun dans la Lozère. Les hypermarchés se localisent de préférence en franges d'agglomération, délaissant non seulement les centres d'agglomération mais aussi le périurbain. Le commerce électronique a vu son chiffre d'affaires passer de 0,2 milliard d'euros en 1999 à 1,6 milliard en 2001, mais pour les cyber-épiciers, l'heure est plutôt à la stagnation avec un chiffre d'affaires d'environ 150 millions d'euros car Téliemarket et Cmescourses ont arrêté leurs activités et il ne reste plus que Ooshop, Houra et Auchandirect (et encore, ce dernier a réduit le nombre d'agglomérations desservies). La livraison au particulier à domicile gagne du terrain dans le domaine de l'alimentaire, les distributeurs y voyant une manière d'augmenter le panier moyen. Les cyber-épiciers, testent des formules telles que la livraison en un point-service à proximité du travail. La part de la voiture dans les déplacements pour motif «achat» est fortement liée à la localisation du magasin : pour un format donné de magasin, elle varie du simple au double, aussi bien dans le secteur alimentaire que dans le secteur non-alimentaire, entre une localisation en zone dense et une localisation en zone peu dense. Par exemple, la part de marché de la voiture relative à l'hypermarché situé en zone dense était de 37 % alors que celle de celui situé en zone peu dense atteignait 85 %. Dans le cas des magasins non-alimentaires franchisés, les chiffres étaient respectivement de 42 % et de 95 %. L'évolution de la localisation des magasins entraîne donc une augmentation de la part de marché de la voiture pour les déplacements d'achat, de 40 % pour les déplacements domicile-achat ou achat-domicile en 1982 à 62 % en 1994. La longueur des déplacements en voiture pour motif « achat », est fortement liée à la taille des magasins : de 2,5 km à 8,7 km lorsqu'on passe du supermarché à l'hypermarché, dans le centre et de 3,1 km à 10,5 km en périphérie. Dans les deux cas, la distance imputable à l'achat est multipliée par 3,4. La taille des grandes surfaces à dominante alimentaire augmentant, on peut s'attendre à une augmentation dans le temps des distances. Quant au commerce électronique et aux livraisons aux particuliers, il est trop tôt pour dresser un bilan mais ces services pourraient réduire l'usage de l'automobile dans quelques cas de figure tels que la livraison à domicile des pondéreux (boissons, ...).

Deux scénarios contrastés ont été construits à l'horizon 2010 pour apprécier les enjeux de ces évolutions, l'un dit « tendanciel » où les parts relatives des différentes formes de commerce évoluent comme dans le passé récent, c'est-à-dire au profit des grandes surfaces et où les paniers moyens en francs constants évoluent, eux aussi, comme dans le passé récent ; dans le scénario « infléchi », on suppose d'une part que pas le moindre euro du chiffre d'affaires supplémentaire d'ici 2010 ne se porte sur les hypermarchés ou sur les grandes surfaces spécialisées et, d'autre part que la mise en place d'un service de livraison à domicile des pondéreux auprès de 15 % de la clientèle fait que cette clientèle vient deux fois moins souvent dans la grande surface mais en repart avec un panier ayant deux fois plus de valeur. La circulation imputable aux achats dans les agglomérations, est estimée dans le scénario tendanciel à 36,4 milliards de voitures x km, (soit 19 % de la circulation en voiture) et dans le scénario infléchi à 23,8 milliards de voitures x km (soit 13 % de la circulation en voiture).

Claus Offen Reederei (2007) : **Ship overview, MS santa carlotta, santa cristina, etc.**
<http://www.offenship.de/overview.htm>

Croft S., Mangan J. & Grant D. (2008): **Supply chain performance measures - an environmental perspective** ; in "Supply Chain Innovations: People, Practice and Performance". Proceedings of the Logistics Research Network Annual Conference 2008, University of Liverpool, UK 10th-12th September, pp 382-388.

Over the last few decades there has been a transition from more traditional, stand-alone performance measures to more sophisticated and balanced ways of measuring supply chain performance. This has been driven by the increased complexity and globalization of supply chains and an attempt by supply chain managers and others to increase visibility over areas that are not directly within their control. Supply chain performance measures have conventionally been orientated around cost, time and accuracy. However, organizations are now coming under increased scrutiny from customers and governments regarding their compliance to environmental and social responsibility. Yet there is only limited extant research into incorporating an environmental measure or metric into the existing bank of supply chain performance measures. There is a danger that environmental and traditional supply chain measures will disappear along divergent paths. This paper reviews the relevant literature and set out a research agenda to examine whether an environmental measure could be integrated within an existing supply chain performance framework, to explore what an industry recognized environmental measure should look like, and to understand the direct benefits of incorporating this measure within one framework.

Defra (2008): **Guidelines for Company Reporting on Greenhouse Gas Emissions Annexes**
Annex 1 - Fuel Conversion Factors, Defra

DGEMP (2003) : **Les équivalences énergétiques et la nouvelle méthodologie d'établissement des bilans énergétiques de la France.** Paris

DGEMP OE (2007) : **Bilan énergétique de l'année 2005 en France.** Paris
<http://www.industrie.gouv.fr/energie/statisti/bilans-factures.htm>

DGEMP OE (2006) : **Les émissions de CO2 liées à la combustion d'énergie dans le monde en 2003-2004.** Paris

Delaporte et Courel J. (2006): **Les déplacements pour achats - Analyse des comportements des franciliens en matière de déplacements pour achats** ; Les cahiers de l'Enquête Globale de Transport Juillet 2006 n°7, 12 p. <http://www.ile-de-france.equipement.gouv.fr>

Dans l'Enquête Générale Transport (EGT), les déplacements pour achats sont caractérisés par la périodicité de l'achat (quotidienne, hebdo ou bi-hebdomadaire et exceptionnelle) et le type de lieu où s'effectue l'achat (neuf types de lieu d'achat : petit commerce, supérette, supermarché, grande surface, hypermarché, centre commercial, grands magasins, marché, marché aux puces). Cette double caractérisation des déplacements pour achats permet, en utilisant les ressources habituelles de l'EGT (moment, origine et destination, mode, caractéristiques des individus effectuant les déplacements...) de quantifier cette mobilité, sa géographie et son évolution depuis 1976.

Helm D., Smale R., Phillips J. (2007): **Too Good To Be True? The UK's Climate Change**, Britain greenhouse gas emissions fell in the 1990s and the country has already surpassed its 2012 Kyoto target. The energy ratio has improved, reflecting a decoupling of economic growth from energy demand and these sharp reductions have been achieved at low cost. Indeed, the Stern Report reinforces the British argument that, with early action, combating climate change might cost as little as 1% GDP, and that it can be tackled without significant harm to GDP growth. This paper shows that Britain's success owes much to the accounting methodology for measuring emissions. It sets out the UK's official record in managing the production of greenhouse gases within the UK's borders and considers the drivers of its performance to date—notably the 'dash-for-gas' in electricity generation; and deindustrialisation, as the UK moved away from energy-intensive manufacturing towards services. Then it builds, block by block, a more complete picture of the greenhouse gas consumption of the UK economy, adding in omitted emissions from international transport and net imports—including energy-intensive manufactured goods replacing those previously provided in the UK. Though the empirical evidence is anything but complete, the result is a rather different, and more complex, picture—of rising greenhouse gas consumption—with implications for policy towards developing countries that supply the UK economy with raw materials, manufactured goods and services, some of which were previously produced in the UK.

Hendrickson C., Cicas G., Matthews H. S. (2006): **Transportation Sector and Supply Chain Performance and Sustainability**; Transportation Research Board of the National Academies, Volume 1983/ 2006, pp.151-157.

Indicators of sustainability and environmental performance can be useful for comparing modes, discerning trends, and formulating appropriate policies. This paper considers the performance of U.S. transportation service sectors through use of 1992 and 1997 benchmark input-output models. Use of these models permits assessment of not only the direct performance of the sectors but also the supply chain impacts required for operation of the transportation sectors. Consideration of indirect impacts is critical for assessment of the overall costs and impacts of particular products or services. Six transportation service sectors (air, rail, water, truck, transit, and pipeline) are examined. Economic impact, energy, greenhouse gas emissions, and toxic emissions are examined. The transportation sectors use large amounts of energy, both in total and per dollar of output and on a per service basis. Pipeline and water transportation have particularly large energy requirements per dollar of output, likely reflecting higher energy intensity and lower labour intensity in these modes. Truck transportation is the most energy intensive of the freight transportation modes per ton-mile of service, but it has a trend toward greater energy efficiency. For greenhouse gas

emissions, truck, water, and air transportation have the highest emissions per dollar of output. Water transportation freight rates are sufficiently low that emissions on a per ton-mile basis would be correspondingly low. Finally, the supply chain (indirect) toxic emissions per dollar of output are highest for rail and pipeline transportation. There is considerable work to be done to improve the overall sustainability of the different transportation modes.

Hubert, J-P. Toint, P. (1999) : La **mobilité quotidienne des belges en 1999**, PUN, 352 p.

IEA – International Energy Agency (2006) Key World Energy Statistics 2006. Paris

IEA -International Energy Agency (2002) CO2 Emissions from Fuel Combustion.
<http://www.iea.org/stats/files/co2.htm>

Jancovici (2007) : **Guide pour le calcul des facteurs d'émissions et sources bibliographiques utilisées** (version 4.0) ; ADEME Juin 2006, <http://www2.ademe.fr/>

L'emploi du bois comme matériau d'œuvre peut engendrer un "puits de carbone", et donc être crédité d'émissions négatives, si le carbone contenu dans les arbres coupés ne retourne pas dans l'atmosphère (il reste dans l'ouvrage réalisé avec du bois) et si, dans le même temps, d'autres arbres poussent à la place de ceux qui ont été coupés. Les deux conditions expresses pour que le bois d'œuvre corresponde à un puits sont : qu'il provienne d'une forêt "bien gérée" (replantée) et que l'objet contenant le bois ait une durée de vie supérieure à 30 ans. Sous ces deux conditions, la valeur retenue est de **-500 kg équivalent carbone par tonne de bois**

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): **Climate Change 2007 - Mitigation**. Cambridge University Press. Cambridge

Mason, R., Simons, D. Peckham, C. et Wakeman, T. (2002): **Wise Moves Modelling Report**, Final Report to Transport 2000.

Rizet, C. et Keïta, B. (2005) **Chaînes logistiques et consommation d'énergie : Cas du yaourt et du jean**. INRETS-Prédit-ADEME, Arcueil, 82 p.

Williams, S., Baldwin, J., Sarana, M., Naim, M. et Sanchez Rodrigues, V. (2006): **Coping with product variety in “fabric to furniture” supply chains**, paper presented at the LRN Conference

Yano Y., Hayashi K. (2007): **Typology of efforts by Japanese companies to address logistics related environmental issues**, Proceedings of the fifth Conference on City Logistics, 11-13 Juillet 2007, Crete, Greece, pp 263-275

The paper surveys Japanese companies' efforts to address environmental problems associated with their logistics activities and categorizes their efforts into six groups, using a cluster analysis. Identified factors that the advanced companies have in common are compatibility of economy and ecology, from distribution to logistics or SCM, establishing an organization to cope with environmental issues and cooperation with logistics companies.

2) Documents relatifs aux meubles

Gustavsson, L. et Sathre, R. (2006): **Variability in energy and carbon dioxide balances of wood and concrete building materials**, Building and Environment 41, 940–951

Labrousse S., Ledi E. (2006) : **Rapport relatif a l'étude bilan carbone de l'entreprise KOK-Maison a Halluin (59)**, CTBA, 10 p.

La société KOK Maison conçoit et fabrique des meubles en rotin. A la fin des années 1960, elle emploie directement ou indirectement 300 personnes. Elle ne conserve plus actuellement, avec 15 personnes, que la création, la logistique et le commercial, l'essentiel de la production étant assuré par des partenaires en Asie, notamment en Indonésie. En 2005, la société KOK a distribué 200 tonnes de meubles et réalisé 2.5 M€ de CA. Le bilan Carbone total pour l'année 2005 est de 700 t éqCO₂. Le fret représente le poste le plus émetteur avec 189 t. soit 30% du total, dont 75% dues au fret maritime (transport Indonésie – Belgique) et le reste routier (approvisionnements et livraisons). Les autres postes émetteurs sont l'énergie interne (154 t., principalement chauffage), les matériaux entrants (155 t., polyéthylène de certains modèles), fabrication et fin de vie des emballages (97t.) et les déplacements de personnes (89 t.). Les pistes d'amélioration visent un objectif de réduction de -5 % des émissions du fret maritime, par optimisation du chargement, en consolidant plusieurs fournisseurs sur un même lieu d'empotage des conteneurs.

Labrousse, S. , Durand, C. et Saupin, L. (2007) : **Rapport relatif a l'étude Bilan Carbone du site de Interbois à Chantonay (85)**, CTBA, 10 p.

La société Interbois est intégrée au groupe Gautier qui en est l'unique actionnaire. Elle fabrique à Chantonay des panneaux de particules bruts et partiellement mélaminés à base de produits connexes de scieries (issus de scieries régionales - 50 000 tonnes) et de rondins (26 000 tonnes) et de colle urée-formol. Sur ce même site est implantée l'usine de fabrication de meuble Gami de la société Gautier. La quasi intégralité des panneaux de particules fabriqués par Interbois est utilisée par la société Gautier, sur le site de Chantonay ou celui du Boupère, situé à 17 kms. La production d'Interbois pour l'année 2005, a atteint 46 000 tonnes de panneaux (76 000 m³) pour 76000 t. de bois utilisé (1,65 t. de bois par t. de panneaux) et le chiffre d'affaire s'élève à 13 000 k€ avec un effectif de 60 personnes. La fabrication utilise des procédés mécaniques (écorçage, broyage, calibrage...) et thermiques (séchoir, presse). Le bilan carbone est de 3 852 téqCO₂ pour l'année 2005 ; le bois entrant contribue largement à ce résultat relativement faible, ce qui souligne l'effet très positif de l'utilisation d'une matière première stockant du carbone. Le poste le plus émetteur de CO₂ est le poste « produits chimiques » avec plus de 19 310 téqCO₂ dont plus de 95% provient de la colle urée-formol. Le fret est également un poste largement contributeur avec 3055 téqCO₂ (1 932 pour les fournisseurs, 1122 pour les clients) ; enfin le poste « énergie interne » contribue pour 1 100 téqCO₂ environ au bilan. Si l'on supprime l'effet stockage, le bilan devient +26000 téqCO₂. Par unité produite le bilan d'ensemble est de 6,7.10⁻⁵ téqCO₂/m³ si l'on considère un stockage de carbone et +0,43 téqCO₂/m³ sans stockage de carbone. Le fret contribue à 3055 téqCO₂ soit 66,4 kgéqCO₂ par tonne de panneaux.

	avec stockage bois	sans stockage	dont fret
Bilan Carbone en téqCO2	3 852	26000	3055
volume production			
en m3	76000	76000	76000
en t.	46000	46000	46000
en k€ de CA	13000	13000	13000
kgéqCO2 /m3 de panneaux	50,7	342,1	40,2
kgéqCO2 /t. de panneaux	83,7	565,2	66,4
kgéqCO2 /k€ de CA	296,3	2000,0	235,0

Labrousse S. et Landre T.(2007) : **Rapport relatif a l'étude Bilan Carbone du site de l'Atelier 41 à Saint Calais** ; CTBA, 11 p.

La société Atelier 41 fabrique du mobilier d'agencement, à base de panneaux de particules plaqués, qu'elle distribue via des réseaux spécialisés, prestataires d'aménagements. Elle compte actuellement 56 salariés pour un CA de 4.9 M€ en 2005. Cette même année, elle a émis 1 117 t. éqCO2. (soit 228 teqCO2 par M€ de CA). Le fret est le poste le plus émetteur de GES avec 36% du total, soit 412 t. éqCO2 dues à 86% au fret routier vers les clients. Le second poste d'émission est constitué par l'urée formol utilisée pour la fabrication des panneaux de particules (20% du bilan Carbone, soit 217t.). Dans une moindre mesure, l'emballage et la gestion des déchets ainsi que les transports de personnes (570 000 km, exclusivement réalisés en voiture) sont aussi émetteurs. Après cette quantification, le rapport passe en revue les pistes d'amélioration. Il propose pour le fret routier vers les clients, d'optimiser l'organisation des livraisons et des tournées organisées pour la mise en place des chantiers. 20% des transports seraient dus à des retards de fabrication : les annuler passe par la tenue d'une relation plus rigoureuse avec client. En interne, le suivi assidu du transport exige la mise en place d'un indicateur. A plus long terme, sont également envisagés : l'utilisation de véhicules plus performants et le recours à la location ou au leasing (véhicules très récents, donc plus performants) et une conduite plus économe des chauffeurs. Concernant les émissions des panneaux, les marges de manœuvre de la société Atelier 41 sont faibles A court et moyen terme, les objectifs de réduction sur ce poste, très limités, ne résident que dans une gestion de production mieux optimisée. Pour le transport des personnes, la voiture est presque le seul moyen de transport dans cette zone rurale ce qui limite les objectifs de réduction à court terme à moins de 5%.

Leslie, D et Reimer, S. (2003): **Fashioning Furniture: Restructuring the Furniture Commodity Chain**, Area, 35 (4), pp.427-437.

Marbach C. (2007) : **Le meuble en kit** ; MEFI Sessi, La documentation Française, 207 p.
En particulier les chapitres sur la mondialisation et un chapitre sur la logistique.

Michelsen, O., Magerholm Fet, A., Dahlsrud A. (2006): **Eco-efficiency in extended supply chains: A case study of furniture production**; Journal of Environmental Management 79 (2006), pp. 290–297.

The extended supply chain (ESC) includes all processes in the life cycle of a product and the eco-efficiency is measured as the relative environmental and value performance in one ESC compared to other ESCs. Based on a case study of furniture production in Norway, nine different environmental performance indicators are identified. These are based on suggestions

from the World Business Council for Sustainable Development and additional indicators that are shown to have significant impacts in the life cycle of the products. Value performance is measured as inverse life cycle costs. The eco-efficiency for six different chair models is calculated and the relative values are shown graphically in XY-diagrams. This provides information about the relative performance of the products, which is valuable in green procurement processes. The same method is also used for analysing changes in eco-efficiency when possible alterations in the ESC are introduced. Here, it is shown that a small and realistic change of end-of-life treatment significantly changes the eco-efficiency of a product.

Turégano J. (2006): **Optimisation of furniture logistics: transport and packaging**; World furniture congress, Palma de Mallorca May 2006 (PowerPoint)

3) Documents relatifs aux fruits et légumes

BIO IS (2007) : **Etude de l'impact environnemental du transport des fruits et légumes frais - importation et consommation en France métropolitaine** ; Rapport Final, ADEME, 126 p. + annexes.

L'avion transporte 1% du tonnage de fruits et légumes importés mais compte pour 24% des émissions de GES pour leur transport, soient 240 000 tonnes d'équivalent CO₂. Ainsi, le transport de fruits de Côte d'Ivoire en avion consomme près de 7 fois plus d'énergie que par bateau et près de 18 fois plus de GES. La consommation de fruits et légumes hors-saison (en dehors de leur période de production en France métropolitaine) engendre des émissions de GES de 520 000 TéquCO₂ par an, pour leur transport uniquement. Par exemple, le transport des fraises depuis l'Espagne en mai émet 3,5 fois plus de CO₂ que celui des fraises produites en France en juin.

Comparée aux impacts du transport, les impacts environnementaux de la production d'une tomate sous serre chauffée sont 75 fois plus grands que les impacts environnementaux du transport de cette tomate depuis la Belgique jusqu'en France. Par ailleurs, consommer un fruit ou légume pendant une saison où les conditions climatiques impliquent de chauffer la serre (tomates en hiver par exemple) augmente d'un facteur 10 au minimum les impacts environnementaux du mode de culture, en comparaison à la saison où les serres ne sont pas chauffées.

Aller en voiture faire ses courses de fruits et légumes au supermarché induit des impacts environnementaux souvent plus importants que le transport pour l'importation des fruits et légumes jusqu'au magasin. Pour un fruit ou légume en provenance d'Espagne, l'utilisation de la voiture pour faire ses courses en magasin augmente l'impact environnemental du transport du fruit ou légume d'un facteur 1,6 au minimum.

La France a importé en 2006 près de 4,3 millions de tonnes de fruits et légumes pour 2,3 d'exportation. En supposant que le transport d'une tonne de fruits et légumes exporté a le même impact moyen sur l'environnement que le transport d'une tonne de fruits et légumes importé, les exportations de fruits et légumes sont responsables, chaque année, d'une consommation d'énergie de 140 000 tonnes équivalent pétrole et de l'émission de 550 000 tonnes équivalentCO₂. Ainsi, le commerce extérieur (importations et exportations) de la France, dans le domaine des fruits et légumes, est responsable chaque année d'une consommation de 380 000 tep et de l'émission de 1,54 MtéquCO₂ (soit 1% des 147 MtéquCO₂ pour l'ensemble des transports 'Kyoto' en France en 2004).

Blanke M. and Burdick B. (2005): **Food (miles) for Thought: Energy Balance for Locally-grown versus Imported Apple Fruit;**

This study compares the primary energy requirement for apples (cultivar 'Braeburn'), which were either imported or locally-grown in Meckenheim, Germany. Imported apples of the same cultivar were grown in a Southern hemisphere winter in Nelson, Southland, New Zealand, and were picked at the end of March with subsequent 28 days transport by sea for sale in April in Germany. Locally-grown apples (cultivar 'Braeburn') were picked in mid-October and required a primary energy of nearly 6 MJ/kg of fruit including 0.8 MJoule/kg for five months CA storage at 1°C during a Northern hemisphere winter until mid-March. This compared favourably with 7.5 MJoule/kg for overseas shipment from New Zealand, a 27% greater energy requirement for these imported fruits. Overall, the primary energy requirement of regional produce, stored several months on-site, partially compensated for the larger energy required to import fresh fruit from overseas. This result is in marked contrast to reported overestimates of a reported up to 8-fold energy requirement for domestic versus imported apple juice concentrate. These findings of less primary energy required for domestic apple fruit is discussed with respect to providing local employment, fruit orchards preserving the countryside, quality assurance systems for local fruit, networking and other factors favouring regional production.

Carlsson-Kanyama, A. et Faist, M. (2000): **Energy Use in the Food Sector: A data survey**, Forskningsgruppen för miljöstrategiska studier (FMS), AFR report 291, Stockholm University, <http://www.infra.kth.se/fms/pdf/energyuse.pdf>

Duquesne, B., Matendo, S. et Lebailly, Ph. (2006) : **Evolution de la consommation alimentaire en Belgique et en Région wallonne**. Actes du Colloque « Des produits sains et naturels dans l'assiette des jeunes, une utopie ? », Gembloux

FRCIVAM Limousin : **Evaluation des dépenses énergétiques et de la production de déchets du Panier Paysan de Haute-Corrèze**, ADEME 2005, 30 p.

Il s'agit en fait d'une réflexion de l'organisation 'Panier Paysans' sur la consommation d'énergie et d'emballages qu'elle génère à travers une enquête visant notamment à déterminer les habitudes d'approvisionnement alimentaire des consommateurs du Panier Paysan et les changements impliqués par la consommation du Panier.

Consommation d'énergie propre à la livraison des paniers : pour la livraison des produits, les producteurs se rassemblent à Egletons, échangent les produits, puis chaque producteur livre les paniers aux relais situés à proximité de son lieu d'origine. La distance pondérée parcourue pour la livraison des produits au consommateur relais est de 616 km / semaine, y compris les retours à vide, soit 76 km par kg en moyenne pondérée.

Consommation d'énergie propre au déplacement des consommateurs : En tout, 407km sont effectués par les consommateurs enquêtés pour aller chercher leur Panier chez leur relais, soit 9 km/consommateur en moyenne. Chaque produit parcourt donc en moyenne 85 km, du producteur au consommateur. (Pas d'indication sur le poids du panier si sur le total acheté ni sur le CA).

Les consommateurs qui adhèrent au Panier Paysan de Haute-Corrèze ont pour autre mode d'approvisionnement : le supermarché à 98 %, le marché à 83 %, l'épicerie locale à 75 %. Ils vont en moyenne 3 fois par mois au supermarché et 2.4 fois par mois au marché. Cet approvisionnement nécessite en moyenne de parcourir 75km motorisés par mois et par consommateur. L'adhésion au Panier Paysan a modifié le rythme d'approvisionnement par les circuits classiques pour 51 % des consommateurs : seulement 29 % d'entre eux estiment réaliser globalement moins de kilomètres pour faire leurs courses depuis qu'ils adhèrent au

Panier Paysan et 12.5 % d'entre eux estiment en faire plus. En moyenne, on observe une légère diminution du nombre de kilomètres réalisés pour la réalisation des courses de 10 km/consommateur et au total pour les 47 réponses obtenues cette diminution est de 459 km.

Fuentes C. et Carlsson-Kanyama A. (Eds.) (2006): **Environmental Information in the Food Supply System**, Report No. FOI-R--1903—SE, FOI – Swedish Defence Research Agency.

Future foundation (2007): **Shopping miles**.

Hutin C. (2007) : **Achats de fruits et légumes frais par les ménages français en 2006**, CTIFL, 6 p.

Panorama de l'évolution de l'activité du marché des fruits et légumes frais ; les résultats 2006 sont comparés à ceux de 2005 et à la moyenne 2001-2005.

Jones, A. (2002): **An Environmental Assessment of Food Supply Chains: A Case Study on Dessert Apples**, Environmental Management Vol. 30, No. 4, pp. 560–576.

Mason R., Simons D., Peckham C., Wakeman T. (2002) : **Life cycle modelling CO₂ emissions for lettuce, apples and cherries ;**

This study aims the feasibility and resultant impact on freight mileage and CO₂ emissions, of alternative distribution and sourcing strategies for 3 fresh products, including apples. The current Baseline scenario is compared to two alternative distribution strategies, and two alternative sourcing strategies. The total annual transport (Tkm) and emissions (tCO₂) for all sources, from the farm gate to the retail store are quantified per ton of product. Cherries have an average distance (7,751) and Ratio of Supply Chain CO₂ to Product Shipped (3.128), reflecting the use of air freight from America. Apples, which are mainly sourced by road from Europe and by Sea from New Zealand, have a high distance but lower CO₂ (8637 km and 0.109 CO₂). The lowest distance and ratio is for lettuce (907 km and 0.0436 CO₂), which is transported by road, from the UK and Spain. In the 'Transport Effectiveness' scenario, the "2 Way" loading factor is 95%, instead of 70% in the Baseline, which represents a highly optimized holistic road transport solution. This reduced the CO₂ ratio of apples and lettuces by 12.5%, but had little impact on Cherries. In the "Shared Networks" scenario, competing retailers combine their distribution networks and this results in a 25% reduction in distribution centre to store delivery distance, indicating a further opportunity for improvements for apples and lettuces of 4%. Again, however, there was little impact on cherries. The possibility of a return to direct source to store deliveries has been dismissed for two reasons. First, fully laden articulated vehicles delivering to a retail store typically contain several thousand lines, with only the very fastest moving few lines requiring anything near a full pallet. Second stores are now not designed for multiple deliveries from suppliers. Any large scale local sourcing scenario would require a significant range of products to be available locally, with smaller vehicles being used and non-local and local lines being merged at collection points. Multiple smaller vehicles would increase CO₂ emissions since the average 1.5 tonne van generates around 4.6 times more CO₂ per tonne kilometre moved. To promote practical and policy options for less energy intensive goods sourcing and distribution, a 'locally-focused' system in the UK has been compared to the baseline scenario. A second scenario was also developed to explore how and what efficiencies could be made, examining also 'radical sourcing scenarios' from Italy, Japan and France. The end-customer purchases a range of products at a time, and so no one product can be looked at in isolation. A co-ordinated network of distribution centres, collection points and retail outlets could be the most efficient way of assembling these products. For the three produce lines modelled, there is little scope to substantially

increase local or regional sourcing throughout the UK, but significant increases in local sourcing could be achieved in some regions, if there were changes in consumer attitudes and in the varieties used.

Road Freight is the principal current option for delivering most produce, its most effective mode being fully utilised HGVs producing up to 5 times less CO₂ per km than smaller vehicles. For high volume product such as lettuce distributed to high volume markets, HGVs are the most effective mode of transport. International distribution patterns involving air freight increase CO₂ by up to 30 times that of sea transport, as shown in the baseline scenario for cherries and apples. A reduction in air freight would require customers to return to more traditional seasonal eating patterns, and could also impact on producers overseas. Refrigeration is a key non-transport issue to consider when assessing overall CO₂ emissions. Just in Time sourcing and distribution patterns that are responsive enough not to require storage or refrigeration in transport have the potential to reduce refrigerant CO₂ to a degree that would allow a trade-off to more CO₂ intensive transport. For example, UK transport in smaller local vehicles or the use of international sea delivered product such as New Zealand apples.

McKinnon, A., Ge, Y. and Leuchars, D. (2003): **Analysis of Transport Efficiency in the UK Food Supply Chain** - Full Report of the 2002 Key Performance Indicator Survey
<http://www.sml.hw.ac.uk>

North American Tomato Trade Work Group (2006): **Commodity Specific Food Safety Guidelines for the Fresh Tomato Supply Chain**, North American Tomato Trade Work Group

Paxton, A. (1994): **The Food Miles Report: The Dangers of Long Distance Food Transport**, SAFE Alliance, Londres

Saunders, C., Barber, A. and Taylor, G. (2006): **Food Miles – Comparative Energy/Emissions Performance of New Zealand's Agriculture Industry**, Research Report No. 285, Agribusiness and Economics Research Unit (AERU), Lincoln University, New Zealand

Tipples, R. et Martin, S. (2006): **Getting Produce from the New Zealand Paddock to the European Plate – reducing supply chain vulnerability through the management of employment relations critical control points**. New Zealand Journal of Employment Relations, February 2006, Volume 31, Number 1, 60-75 <http://www.nzjournal.org/>

Sim S., Barry M., Clift R., Cowell SJ. (2007): **The Relative Importance of Transport in Determining an Appropriate Sustainability Strategy for Food Sourcing**. Int J LCA 12 (6) 422–431

Background, Aims and Scope. Over the last five decades, the nature of food retailing has undergone an enormous transformation. Macro level economic, structural and technological developments have led to a major increase in the level of world trade. These developments have helped retailers to meet modern consumer expectations, but benefits have not been achieved without some drawbacks. This paper seeks to explore the environmental impacts associated with fresh produce supply chains, in order to understand the relative significance of transport as compared to other supply chain activities.

Methods. Life Cycle Assessment was used to estimate the potential environmental impacts of three fresh produce items sourced from six countries and sold in Marks and Spencer stores: royal gala apples from Brazil, Chile, Italy and the UK; runner beans from Kenya (and

extrapolated for Guatemala and the UK); and watercress from the UK and USA (and extrapolated for Portugal). Analysis was also conducted to evaluate the likely impacts of extending the storage period for UK apples thus negating the need to import, against the current strategy of importing fruit from the Southern hemisphere for six months of the year. In addition, the impacts of conventional as compared to organic cultivation were considered for watercress in both the UK and USA.

Results and Discussion. The results for all three products reveal similar dominating impacts. A clear distinction arises in terms of the activities which contribute most to environmental impact and the magnitude of this impact, depending on the country in which the product is cultivated; i.e. global, regional (European) or local (British) sources of supply.

Conclusion. Transport (or distance between production and consumption) is therefore an important factor in determining the environmental sustainability of food supply chains (though for long distance haulage, there is a significant distinction between airfreight and shipping). Electricity consumed for storage and packing operations is also significant, and the associated environmental impact is lower in countries where a large proportion of electricity is generated from renewable fuels. However, where this occurs in countries distant from the UK, transport impacts overshadow the environmental savings achieved from the more favourable electricity generation mix.

Vandercammen, M. (2007) 15 Mars : **un bon jour pour informer le consommateur sur l'offre locale et de saison en fruits et légumes**. CRIOC IBGE, 423-07

Vandercammen, M. (2006) : **Fruits et légumes locaux et de saison**. CRIOC IBGE, RBC, 376-06

Jones, Weller, Bryson, Philipps, Whitmore, Glendining, Dailey, Cook, Penlington, Hayman (2006) : **Determining the environmental burdens and resource use in the production of agricultural and horticultural commodities**; Natural Resource Management Institute, Cranfield University, Defra project report IS0205, www.defra.gov.uk ,

This report describes the current state of the LCA for review and assessment of sustainable production and consumption systems that are based on domestically produced agricultural and horticultural commodities. It quantifies the resource use, including energy and environmental burdens, including GHG, arising from the production of ten key commodities and delivers accessible models that enable resource use and emissions arising from various production options in England and Wales to be examined in detail. Among the ten commodities examined, this summary focuses on tomatoes, energy & GHG. Tomato production differs from arable cropping in that it takes place in glasshouses. It requires heating to extend the growing season. Compared with field crops, much more human labour is used in crop establishment, pesticide application and harvesting, so diesel use is much lower. Heating is most commonly by gas-fired boilers. The CO₂ in exhaust gas can be fed into glasshouses to enhance photosynthesis. Much CO₂ is thus fixed as biomass during the growing season, but this is relatively temporary and is emitted to the atmosphere following digestion by humans and disposal of residues by composting etc. The use of fuel for extending the season does result in substantially higher burdens per t than for arable crops (other products).

Burdens of producing 1 t of the current national basket of tomatoes

Impacts & resources used	
Primary Energy used, GJ	125
GWP ₁₀₀ , kg 100 year CO ₂ equiv.	9.4

Unlike field crops, the distribution of energy and GWP burdens are clearly dominated by the main heating and lighting inputs from natural gas and electricity.

Proportions of the main burdens attributable to each aspect of production with CHP, per t weighted production

Item	Primary Energy	GWP ₁₀₀
Heating & electricity	105%	102%
Fertilisation	0.55%	0.85%
Chemical crop protection	0.02%	0.02%
Biological crop protection	0.21%	0.20%
Annual materials	1.03%	0.60%
Construction of greenhouse	0.87%	1.03%
Other	0.31%	0.3%
CHP credit	-7.9%	-5.3%
Total	100%	100%

There is also an increasing trend to replace heating from gas-fired boilers by combined heat and power generation from gas, so that electricity is produced as well as heat and CO₂. Combined heat and power (CHP) can theoretically be used in any production system. With the main burden being from heating and lighting, the potential benefits of CHP were explored by setting the national proportions to 0 and 100%. The results show that 70% of primary energy consumption could be saved with complete national implementation of CHP.

Effects of changing the national proportions of CHP on main burdens, with current production systems

Burden	25% (current CHP)	0% CHP	100% CHP
Primary Energy used, GJ	125	111	37
GWP ₁₀₀ , kg 100 year CO ₂ equiv.	9.4	8.1	6.7

B - Sources pour les facteurs de conversion et les facteurs d'émission

Tableau 42: Facteurs d'émission pour l'électricité en France (facteurs mensuels de la production électrique d'EDF en 2005)

mois	g équ. CO ₂ /kWh	g équ. C/kWh
janvier 2005	49	13,4
février 2005	73	19,9
mars 2005	69	18,8
avril 2005	52,8	14,4
mai 2005	33,2	9,1
juin 2005	41,3	11,3
juillet 2005	51,7	14,1
août 2005	28,3	7,7
septembre 2005	44,9	12,2
octobre 2005	50	13,6
novembre 2005	55,8	15,2
décembre 2005	71	19,4

Tableau 188 : Facteurs d'émission mensuels de la production d'électricité d'EDF en 2005

source: ADEME 2007

Tableau 43: Facteurs d'émission pour l'électricité dans les pays repris dans l'annexe 1 de la CCNUCC

Annex I Country	Electricity emissions in grams CO ₂ /kWh 2000			
	Gas	Coal	Oil	All Fuels
Australia	403	986	559	819
Austria	292	866	401	178
Belgium	335	1092	733	300
Canada	379	865	621	208
Denmark	250	520	597	336
Finland	238	544	324	210
France	337	1056	526	74
Germany	345	821	440	490
Greece	505	979	736	814
Iceland	-	-	301	0
Ireland	460	971	701	670
Italy	431	1058	706	503
Japan	427	842	597	380
Luxembourg	204	-	-	148
Netherlands	304	951	528	451
New Zealand	526	946	-	150
Norway	293	714	386	3
Portugal	383	865	574	471
Spain	303	900	634	421
Sweden	208	578	311	38
Switzerland	336	-	609	7
Turkey	407	1248	846	600
United Kingdom	385	918	554	469
United States	533	919	756	576

Source: International Energy Agency 2002, CO₂ Emissions from Fuel Combustion. <http://www.iea.org/stats/files/co2.htm>

Téléchargé de:
www.safeclimate.net/business/measuring/WRI_Electricity_2003.xls
le 28 aout 2007

Figure 37: Conventions internationales pour les facteurs de conversion de l'énergie, notamment de l'électricité nucléaire

Conventions for Electricity

Figures for electricity production, trade, and final consumption are calculated using the energy content of the electricity (i.e. at a rate of 1 TWh = 0.086 Mtoe). Hydro-electricity production (excluding pumped storage) and electricity produced by other non-thermal means (wind, tide, photovoltaic, etc.) are accounted for similarly using 1 TWh = 0.086 Mtoe. However, the primary energy equivalent of nuclear electricity is calculated from the gross generation by assuming a 33% conversion efficiency, i.e. 1 TWh = $(0.086 \div 0.33)$ Mtoe. In the case of electricity produced from geothermal heat, if the actual geothermal efficiency is not known, then the primary equivalent is calculated assuming an efficiency of 10%, so 1 TWh = $(0.086 \div 0.1)$ Mtoe.

$$1 \text{ MWh} = 0,260606 \text{ toe}$$

General Conversion Factors for Energy

To:	TJ	Gcal	Mtoe	MBtu	GWh
From:	multiply by:				
TJ	1	238.8	2.388×10^{-5}	947.8	0.2778
Gcal	4.1868×10^{-3}	1	10^{-7}	3.968	1.163×10^{-3}
Mtoe	4.1868×10^4	10^7	1	3.968×10^7	11630
MBtu	1.0551×10^{-3}	0.252	2.52×10^{-8}	1	2.931×10^{-4}
GWh	3.6	860	8.6×10^{-5}	3412	1

$$1 \text{ MWh} = 0,086 \text{ toe}$$

Source: IEA 2006

Tableau 44: Équivalence énergie - facteurs d'émissions des combustibles en France

Source	PCI (GJ/t)	Facteur d'émission (kg CO ₂ /GJ)	kg CO ₂ / kg
Charbon à coke (PCS>23 865 kJ/kg)	26	95	2,47
Houille (PCS>23 865 kJ/kg)	26	95	2,47
Charbon sous-bitumineux (17 435 kJ/kg<PCS<23 865 kJ/kg)	26	96	2,496
Agglomérés (provenant de houille ou sous bitumeux)	32	95	3,04
Lignite (PCS<17 435 kJ/kg)	17	100	1,7
Brique de lignite	17	98	1,666
Coke de houille	28	107	2,996
Coke de lignite	17	108	1,836
Coke de pétrole	32	96	3,072
Bois et déchets assimilés	18,2 (sec à l'air)	92	1,6744
Charbon de bois	32,5	100	3,25
Tourbe	11,6	110	1,276
Ordures ménagères	8,8 (très variable)	96	0,8448
Déchets industriels solides	12,5 (très variable)		
Déchets de bois (sauf déchets assimilés au bois)	18,2 (très variable)	92	1,6744
Déchets agricoles / Farines animales	18,2	91	1,6562
Déchets agricoles (autres que farines animales)	14 (pailles)	99	1,386
Pétrole brut	42	73	3,066
Fioul lourd	40	78	3,12
Fioul domestique	42	75	3,15
Gazole	42	75	3,15
Kérosène	44	74	3,256
Carburacteur	44	71	3,124
Essence moteurs terrestres	44	73	3,212
Essence aviation	44	73	3,212
Naphta	45	73	3,285
Huile de schiste	36	73	2,628
Huile usée de moteur à essence		73	
Huile usée de moteur diesel		73	
Lubrifiants	40,2 (très variable)	73	2,9346
White spirit	41,9	73	3,0587
Bitumes	40	40	1,6
Autres produits pétroliers (graisses, aromatiques, etc.)	40,2	73	2,9346
Gaz naturel	49,6 (dépend du type)	57	2,8272
Gaz naturel liquéfié	49,6	57	2,8272
Gaz de pétrole liquéfié (GPL)	46 (variable)	64	2,944
Gaz de cokerie	31,5 (très variable)	47	1,4805
Gaz de haut fourneau	2,3	268	0,6164
Gaz de raffinerie / pétrochimie	(condensable)	56	
Biogaz	14	75	1,05
Hydrogène	120	0	0

Source: ADEME 2007, calculs INRETS

C – Calculs de l'énergie et du CO₂ des chaînes logistiques

Sources des tableaux: calculs d'après les résultats des enquêtes
auprès des entreprises 2007-2008 et de l'enquête web 2008

Comment lire les tableaux?

La partie supérieure contient les données brutes obtenues par questionnaire en entreprise (en italique dans les premiers tableaux).

La partie inférieure contient les données calculées selon la méthodologie et les facteurs de conversion exposés au chapitre 2 (en script normal ou gras dans les tableaux).

Le résultat final, les données en gep/kg et en geCO₂/kg, sont les mêmes que dans les figures de présentation des résultats des chaînes des chapitres du rapport.

Il n'a pas été possible, par souci de synthèse et de lisibilité, de commenter tous les tableaux et tous les résultats dans le texte, cette documentation permet de comprendre plus précisément l'origine de certains chiffres qui peuvent paraître surprenants.

C1 - Chaînes de l'hypermarché pour la distribution de la pomme

Tableau 45: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Production

<i>Données brutes collectées en entreprises</i>				
<i>Pays de consommation</i>	<i>FR</i>	<i>B, F, UK</i>	<i>UK</i>	<i>B</i>
<i>Pays de production</i>	<i>FR</i>	<i>NZ</i>	<i>UK</i>	<i>B</i>
<i>Région de production</i>	<i>Limousin</i>		<i>Kent</i>	
<i>Tonnage total du site en 2006</i>	470	1035	18 000	1200
<i>Tonnage total des pommes produites en 2006</i>	470	840	15 000	1200
<i>Consommation d'électricité du site en kWh</i>	15 000	44 474	3 310 356	72 727
<i>Consommation de gaz propane en kWh</i>	2 065	500	172 173	
<i>Fuel domestique pour chauffage en litres</i>	0	0	55 433	10 000
<i>Consommation diesel véhicules du site (l.)</i>	4 000	8 500	495 976	12 500
<i>Consommation essence du site (l.)</i>	0	2 000	5398	
<i>Temps de stockage dans temps total (%)</i>	100	100	100	100
<i>Données calculées ⁽¹⁾</i>				
<i>Consommation totale d'énergie du site (kep)</i>	6 947,1	12 632,1	885 528,7	32 903,4
<i>Émission totale de GES (kgeCO₂)</i>	13 543	37 553	3 188 684	85 888
Consommation d'énergie en gep/kg	14,8	12,2	49,2	27,4
Émissions de GES en geCO₂/kg	28,8	36,3	177,1	71,6

Note (1) : Voir formules utilisées au chapitre méthodologie

Tableau 46: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Trajets routiers

Origine	Product ion	Anvers	Prod Limousin	Coop expéd	PF Import	PFD IdF	PF Import	Coop expéd	PF SO	Sheerne ss	Felixsto we	PF Importeur	PF Dis Nat	Product eur Kent	PF Dis Nat	Anvers	Prod belge	Import	Anvers	Criée	Central e
Destination	Port Nelson	PF Importeur	Coop expéd	PFD IdF	PFD IdF	Hyper IdF	PFD SO	PFD SO	Hyper SO	PF Importeur	PF Importeur	PF Dis Nat	PF Dis Reg Aberd	PF Dis Nat	super Londres	Import belge	Central e	Central e	Central e	Central e	Superm arché
Trajet	AB1	AB3	AB	BC	BC	CD	BC	BC	CD	AB3	AB4	BC	CD	AC	CD	AB	AC	BC	AC	BC	CD
Pays de consommation	F,UK, B	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	UK	UK	UK	UK	UK	UK	B	B	B	B	B	B
Poids total du chargement (tonnes)	20	21	18	21	21	21	21	21	21	20	20	15	15	15	15	24	24	24	24	24	24
Distance en charge (km)	40	370	85	280	23	22	575	198	220	34	160	110	550	110	96	55	116	36	90	100	75
Distance retour à vide	40	370	85	280	7,7	0	192	66	73,3	34	160	0	0	0	0	55	116	36	0	0	25
Consommation traction (l/100km)	34	36	32	32	36	36	36	36	36	32	32	28,3	28,3	28,3	28,3	30	30	30	30	30	30
Charge Utile (tonnes)										24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Consommation : litres de gazole / trajet	27	266	54	179	11	8	276	95	106	22	102	31	155	31	27	33	70	22	27	30	30
Consommation d'énergie en gep/tkm	28,7	29,0	30,0	25,8	19,3	14,5	19,3	19,3	19,3	27,0	27,0	15,9	15,9	15,9	15,9	21,1	21,1	21,1	10,6	10,6	14,1
Émissions de GES en géqCO ₂ /tkm	100	101	105	90	67	51	67	67	67	94	94	56	56	56	56	74	74	74	37	37	49
Consommation d'énergie en gep/kg	1,1	10,7	2,6	7,2	0,4	0,3	11,1	3,8	4,2	0,9	4,3	1,8	8,8	1,8	1,5	1,2	2,5	0,8	1,0	1,1	1,1
Émissions de GES en geCO ₂ /kg	4,0	37,4	8,9	25,2	1,6	1,1	38,8	13,4	14,8	3,2	15,1	6,1	30,6	6,1	5,3	4,1	8,6	2,7	3,3	3,7	3,7

Tableau 47: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Trajets maritimes

Type de navire	Porte-conteneurs						Vraquier réfrigéré
Type de trajet	Trajets maritimes				Total maritime	Total maritime	Trajet direct
Départ	Nelson	Auckland	Pelabuhan	Pelabuhan	Nelson	Nelson	Nelson
Arrivée	Auckland	Pelabuhan	Anvers	Felixstowe	Anvers	Felixstowe	Sheerness
Distance (km)	1172	9440	15142*	15142*	25754	25754	21039
Tonnes / EVP plein	10	10	10	10			
Tonnes / chargement							6259
Capacité (EVP)	379	4112	6200	6200			
Conso / j de mer (t.)	28	160	246	246			41,5
Conso / j au port (t.)		13	16	16			2,5
Vitesse (nœuds)	9,8	16,3	17,3	17,3	16,4		
J. de mer	2,7	13	19,7	19,7	35,4	35,4	27
J. de port		6	2,7	2,7	11,4	8,7	6,5
Conso navire (tep)	72	2058	4657	4657	6787	6787	1083
Émissions navire (teCO ₂)	268,6	7391	17219	17219	24878	24878	3981
% EVP pleins	60	60	60	60	60	60	
Conso (tep / EVP)	0,316	0,834	1,252	1,252	2,403	2,403	
Conso (kep / EVP /100km)	27,0	8,8	8,3	8,3	9,3	9,3	
Efficacité énergétique (gep/tkm)	27,0	8,8	8,3	8,3	9,3	9,3	8,2
Consommation d'énergie en gep/kg	31,6	83,4	125,2	125,2	240,3	240,3	173
Émissions de GES en geCO₂/kg	118	300	463	463	881	881	636

Note: * Selon les lignes maritimes et les navires utilisés, les porte-conteneurs en provenance d'Asie desservent le port de Anvers avant celui de Felixstowe, ou inversement. La distance moyenne depuis Singapour (Pelabuhan) est donc la même pour les deux destinations.

Tableau 48: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Entrepôts

<i>Pays de consommation</i>	<i>France</i>	<i>France</i>	<i>Belgique</i>
<i>Région</i>	<i>IdF</i>	<i>Sud-Ouest</i>	<i>Bruxelles</i>
Tonnage annuel total transitant en 2006	52000	346257	21000
Tonnage annuel commercialisé pommes 2006	5000		
Consommation annuelle d'électricité du site 2006 en kWh	2900000	8700000	545454
Surface de stockage totale en m ²		46000	
Surface de stockage utilisée pour la pomme			500
Temps de stockage des produits dans temps total (%)	50	100	100
Taux d'utilisation	0,5	1	1
Efficacité énergétique en kWh/kg	0,028	0,025	0,026
Efficacité énergétique en gep/kg	6,30	5,68	4,96
Efficacité GES en geCO₂/kg	2,34	2,11	6,96

Tableau 49: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Magasins

<i>Pays de consommation</i>	<i>F</i>	<i>F</i>	<i>UK¹</i>	<i>BE</i>
<i>Région de consommation</i>	<i>IdF</i>	<i>Brive</i>	<i>Londres</i>	<i>Wallonie</i>
Superficie de vente en m ²	5000		1600	1900
Tonnage total ventes (tonnes/an)	15700		11226	
Tonnage pommes commercialisées (tonnes/an)	60	60		42,5
Consommation d'électricité (milliers de kWh/an)	4275		1727	419
Consommation de gaz (milliers de kWh/an)			676	
Consommation totale d'énergie (milliers de kWh/an)	4275	0	2403	419
Consommation totale d'énergie (tep/an)	966	0	267	80
Consommation d'énergie (kWh/m ² /an)	503	638	1502	220
Consommation moyenne par m ² de pomme (kgep/m ² /an)	114	144	167	42
Émission de CO ₂ (teCO ₂ /an)	359	0	943	112
Surface utilisée pour la pomme en m ²	5,5	7		4
Consommation d'énergie en kWh/kg pommes	0,0461	0,0744		0,0207
Consommation d'énergie en gep/kg de pommes	10,4	16,8	23,8	4,0
Émissions de GES en geCO₂/kg de pommes	3,9	6,3	84,0	5,6

¹ NB au UK cette estimation inclut aussi l'énergie des plate-formes de distribution régionales (RDC) et nationales (NDC)

Tableau 50: Chaînes de la pomme et de la tomate- Consommation d'énergie du trajet consommateur (en gep/kg d'achat)

	B	F(rural)	F(urbain)	UK	Ensemble
Supermarché en centre ville	12,5	15,3	3,9	11,9	9,7
Épicerie de quartier	0,3	74,5	2,9	0,5	13,5
Hypermarché	22,8	35,2	12,7	19,8	21,8
Marché de plein air	28,4	20,9	7,9	23,8	12,9
Vente directe du producteur	28,5	100,8	0,0	69,5	37,0
Magasin spécialisé en fruits et légumes	14,3	45,1	6,5	0,0	24,0
Supermarché en périphérie	24,5	21,1	9,3	10,5	20,5
Supérette en centre ville	5,9	9,7	3,3	2,4	5,6
Ensemble	20,5	28,7	7,7	13,1	17,4

Tableau 51: Chaînes de la pomme et de la tomate- Émissions de GES du trajet consommateur (en geCO₂/kg d'achat)

	B	F(rural)	F(urbain)	UK	Ensemble
Supermarché en centre ville	45,9	56,0	14,4	43,6	35,6
Épicerie de quartier	1,3	273,6	10,5	1,8	49,7
Hypermarché	83,7	129,1	46,5	72,8	79,9
Marché de plein air	104,2	76,8	28,9	87,4	47,5
Vente directe du producteur	104,4	369,9	0,0	255,1	135,7
Magasin spécialisé en fruits et légumes	52,6	165,5	23,9	0,0	88,2
Supermarché en périphérie	90,1	77,5	34,1	38,6	75,2
Supérette en centre ville	21,5	35,5	12,3	8,7	20,6
Ensemble	75,1	105,3	28,2	48,0	63,8

Tableau 52: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Synthèse énergie en gep/kg

Pays consommation	France	France	France	France	UK	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
zone consommation	IdF	IdF	Limousin	Limousin	Londres	Londres	Aberdeen	Aberdeen	Wallonie	Wallonie
zone production	N. Z.	Limousin	N. Z.	Limousin	N. Z.	Kent	N. Z.	Kent	N.Z.	Belgique
type de distribution	Hyper	Hyper	Hyper	Hyper	Super	Super	Super	Super	Super	Super
N° de chaîne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
production	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	43,6	12,2	43,6	12,2	27,4
transport route AB1	1,1	2,6	1,1	2,6	1,1		1,1		1,1	
transport route AB2	10,7		10,7		0,9		4,3		1,2	
transport route AC						1,8		1,8		2,5
transport route BC	0,4	7,2	11,1	3,8	1,8		1,8		0,8	
transport route CD		0,3		4,2	1,5	1,5	8,8	8,8	1,1	
transport mer AB	240,3		240,3		240,3		173,0		240,3	
entrepôts B		0,2		6,3					5,0	
entrepôts C	5,7	5,7								
magasin D	10,4	10,4	16,8	16,8	23,8	23,8	23,8	23,8	4,0	4,0
consommateur DE	12,7	12,7	35,2	35,2	11,9	11,9	11,9	11,9	24,5	24,5
total	293,5	53,8	327,4	83,7	293,5	82,5	236,9	89,7	290,1	58,4
N° de chaîne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Production	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	43,6	12,2	43,6	12,2	27,4
Transport mer	240,3	0,0	240,3	0,0	240,3	0,0	173,0	0,0	240,3	0,0
Transport route	12,3	10,1	23,0	10,6	5,3	3,3	16,0	10,5	4,1	2,5
Entrepôts & magasin	10,4	16,3	16,8	23,1	23,8	23,8	23,8	23,8	8,9	4,0
Trajet consommateur	12,7	12,7	35,2	35,2	11,9	11,9	11,9	11,9	24,5	24,5

Note: Ce tableau résulte des précédents (Tableaux 45 à 51) et a permis d'établir les figures de synthèse des chaînes selon un même schéma. Ce principe de décomposition de la logistique de la chaîne, puis de synthèse, est reproduit pour toutes les chaînes suivantes.

Tableau 53: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Synthèse CO₂ en geCO₂/kg

Pays consommation	France	France	France	France	UK	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	IdF	Limousin	Limousin	Londres	Londres	Aberdeen	Aberdeen	Wallonie	Wallonie
Zone production	N. Z.	Limousin	N. Z.	Limousin	N. Z.	Kent	N. Z.	Kent	N.Z.	Belgique
Type de distribution	Hyper	Hyper	Hyper	Hyper	Super	Super	Super	Super	Super	Super
N° de chaîne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Production	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	177,1	36,3	177,1	36,3	71,6
Transport route AB1	4,0	8,9	4,0	8,9	4,0		4,0		4,0	
Transport route AB2	37,4		37,4		3,2		3,2		4,1	
Transport route AC						6,1		6,1		8,6
Transport route BC	1,6	25,2	38,8	13,4	6,1		6,1		2,7	
Transport route CD		1,1		14,8	5,3	5,3	30,6	30,6	3,7	
Transport mer AB	880,5		880,5		880,5		636,1		880,5	
Entrepôts B		0,2		2,3					7,0	
Entrepôts C	2,1	2,1								
Magasin D	3,9	3,9	6,3	6,3	84,0	84,0	84,0	84,0	0,0	0,0
Consommateur DE	46,5	46,5	129,1	129,1	43,6	43,6	43,6	43,6	90,1	90,1
Total	1012,3	116,7	1132,4	203,6	1063,0	316,1	843,8	341,4	1028,3	170,2
N° de chaîne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Production	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	177,1	36,3	177,1	36,3	71,6
Transport mer	880,5	0,0	880,5	0,0	880,5	0,0	636,1	0,0	880,5	0,0
Transport route	43,0	35,2	80,2	37,1	18,7	11,4	43,9	36,7	14,4	8,6
Entrepôts & magasin	3,9	6,2	6,3	8,6	84,0	84,0	84,0	84,0	7,0	0,0
Trajet consommateur	46,5	46,5	129,1	129,1	43,6	43,6	43,6	43,6	90,1	90,1

C2 - Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme

Dans l'enquête, pour les chaînes des grossistes spécialisés dans la distribution de la pomme, les étapes "production", les trajets maritimes et les trajets consommateurs sont identiques à ceux des chaînes de la pomme vendue en hypermarché. Dès lors, nous ne présentons ici que les autres étapes et trajets spécifiques aux chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme.

Tableau 54: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Trajets routiers

Origine	Production	Anvers	Prod Limousin	Coop expéd	PF Import	Rungis	Rungis	Rungis	Rungis	Rungis	Demi-gros	Grossiste	Centrale	Centrale	Anvers	Producteur Belg.	Criée	Marché
Destination	Port Nelson	PF Import	Coop expéd	Rungis	Rungis	Marché	Primeurs 100km	Primeurs 25km	Magasin généraliste	Demi-gros	Collectivités	Centrale d'achat	Super-marché	Primeurs à Paris	Importateur	Criée	Marché mat.	Détaillant Bruxelles
Pays de consommation	FR, B	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	FR	B	B	B	B
poids total du chargement (tonnes)	20	21	18	17	20	3	2	2	0,3	7,2	0,8	1	5,2	5,2	20	9	10	0,75
Distance en charge (km)	40	370	85	96	4	15	100	24	30	35	10	1	22,5	22,5	55	50	72	8
Distance retour à vide	40	370	85	32	4	15	100	24	30	35	10	0	15	15	55	25	26	8
Consommation traction (l/100km)	34	36	32	34	33	25	15	25	9	25	15	60	35,5	35,5	30	25	22	13
Consommation : litres de gazole / trajet	27	266	54	44	3	8	30	12	5	18	3	1	13	13	33	19	22	2
Consommation d'énergie en gep/tkm	28,7	29,0	30,0	22,8	27,9	140,8	126,8	219,7	507,0	58,7	316,9	507	96,1	96,1	25,4	35,2	25,3	293
Émissions de GES en geCO ₂ /tkm	100	101	105	80	97	492	443	767	1771	205	1107	1771	336	336	89	123	88	1023
Consommation d'énergie en gep/kg	1,1	10,7	2,6	2,2	0,1	2,1	12,7	5,3	15,2	2,1	3,2	0,5	2,2	2,2	1,4	1,8	1,8	2,3
Émissions de GES en geCO₂/kg	4,0	37,4	8,9	7,6	0,4	7,4	44,3	18,4	53,1	7,2	11,1	1,8	7,6	7,6	4,9	6,1	6,4	8,2

Tableau 55: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Entrepôts

Type d'entrepôt	Expédition Limousin	Importateur IdF	Grossiste Rungis	Centrale d'achat
Tonnage annuel total	21000	52000	7000	30 000
Tonnage annuel commercialisé pommes	21000	5000		
Consommation annuelle d'électricité du site en kWh	5535714	2900000	85714	348 551
Surface de stockage réfrigérée		828	105	1 650
Temps de stockage de la pomme dans l'année (%)	37,5	50	100	100
Taux d'utilisation	0,375	0,5	1	1
Efficacité énergétique en kWh/kg	0,099	0,028	0,012	0,012
Efficacité énergétique en gep/kg	22,34	6,30	2,77	2,63
Efficacité CO₂ en geCO₂/kg	8,30	2,34	1,03	0,98

Tableau 56: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Magasins

Pays de consommation	FR	FR	FR	FR	BE
Étape	Primeurs 100km	Primeurs 25km	Supermarché	Magasin généraliste	Magasin
Superficie de vente en m ²	130	60	5000	60	89
Tonnage total ventes (tonnes/an)	260	500	15700	500	3,3
Tonnage pommes commercialisées (tonnes/an)		60	60	60	0,72
Consommation d'électricité (milliers de kWh/an)	76,2	77,14	4275	77,14	6
Consommation de gaz (milliers de kWh/an)					
Consommation totale d'énergie (milliers de kWh/an)	76,2	77,14	4275	77,14	6
Consommation totale d'énergie (tep/an)	17	17	966	17	1
Consommation d'énergie (kWh/m ² /an)	586	1286	855	1286	67
Consommation moyenne par m ² (kgep/m ² /an)	132	291	193	291	13
Émissions de CO ₂ (teCO ₂ /an)	6	6	359	6	2
Surface utilisée pour la pomme en m ²		6,5	7,5	6,5	1
Consommation d'énergie pomme en kWh/kg		0,1393	0,1069	0,1393	0,0936
Consommation d'énergie pomme en gep/kg		31,5	24,2	31,5	17,9
Émission CO ₂ en geCO ₂ /kg pommes		11,7	9,0	11,7	25,1
Consommation moyenne tous produits (gep/kg)	66,2	34,9	61,5	34,9	347,3
Émission moyenne tous produits (geCO₂/kg)	24,6	13,0	22,9	13,0	487,3
Consommation moyenne pommes (gep/kg)		31,5	24,2	31,5	17,9

Note: La consommation 'tous produits' considère la pomme comme un produit moyen, ne nécessitant aucune énergie différente, supplémentaire ou inférieure, par rapport aux autres produits vendus. La surface utilisée pour la pomme du magasin primeur 100km n'étant pas connue, il est supposé que la moyenne tous produits est aussi valable pour la pomme.

Tableau 57: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Synthèse énergie en gep/kg

Pays de consommation	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	Belgique	Belgique
Zone de production	F	HS*	F	HS	F	HS	F	HS	F	HS	F	F	B	HS
Type de distribution	Marchés	Marchés	Primeurs 100km	Primeurs 100km	Primeurs 25km	Primeurs 25km	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Collecti- vités	Collecti- vités	Super- marché	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Magasin généraliste
N° de chaîne	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Production	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	14,8	27,4	12,2
Transport route AB1	2,6	1,1	2,6	1,1	2,6	1,1	2,6	1,1	2,6	1,1	2,6	2,6	1,8	1,1
Transport route AB2		10,7		10,7		10,7		10,7		10,7				1,4
Transport route BC	2,2	0,1	2,2	0,1	2,2	0,1	2,2	0,1	2,2	0,1	0,5	0,5	1,8	1,8
Transport route CD	2,1	2,1	12,7	12,7	5,27	5,27	15,2	15,2	5,2	5,2	2,2	2,2	2,3	2,3
Transport mer AB		240,3		240,3		240,3		240,3		240,3				240,3
Entrepôts B	22,3	6,3	22,3	6,3	22,3	6,3	22,3	6,3	22,3	6,3	22,3	22,3		6,3
Entrepôts C	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8	5,4	5,4	2,8	2,8
Magasin D			66,2	66,2	34,9	34,9	34,9	34,9			24,2	34,9	17,9	17,9
Consommateur DE	7,9	7,9	6,52	6,52	6,52	6,52	3,3	3,3			3,9	6,5	5,9	5,9
Total	54,6	283,5	130,1	359,0	91,3	320,2	98,1	326,9	49,9	278,7	75,8	89,1	59,9	292,0
Pays de consommation	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	Belgique	Belgique
Zone de production	F	HS*	F	HS	F	HS	F	HS	F	HS	F	F	B	HS
Type de distribution	Marchés	Marchés	Primeurs 100km	Primeurs 100km	Primeurs 25km	Primeurs 25km	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Collecti- vités	Collecti- vités	Super- marché	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Magasin généraliste
Production	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	12,2	14,8	14,8	27,4	12,2
Transport routier	6,9	14,1	17,4	24,7	10,0	17,3	20,0	27,2	10,0	17,2	5,2	5,2	5,9	6,7
Transport maritime	0,0	240,3	0,0	240,3	0,0	240,3	0,0	240,3	0,0	240,3	0,0	0,0	0,0	240,3
Entrepôts & magasin	25,1	9,1	91,4	75,3	60,0	43,9	60,0	43,9	25,1	9,1	51,9	62,6	20,7	27,0
Trajet consommateur	7,9	7,9	6,5	6,5	6,5	6,5	3,3	3,3	0,0	0,0	3,9	6,5	5,9	5,9

Note: * HS = Hémisphère Sud

Tableau 58: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Synthèse CO₂ en geCO₂/kg

Pays de consommation	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	Belgique	Belgique
Zone de production	F	HS *	F	HS	F	HS	F	HS	F	HS	F	F	B	HS
Type de distribution	Marchés	Marchés	Primeurs 100km	Primeurs 100km	Primeurs 25km	Primeurs 25km	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Collectivités	Collectivités	Super-marché	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Magasin généraliste
N° de chaîne	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Production	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	71,6	36,3
Transport route AB1	8,9	4,0	8,9	4,0	8,9	4,0	8,9	4,0	8,9	4,0	8,9	8,9	6,1	4,0
Transport route AB2		37,4		37,4		37,4		37,4		37,4				4,9
Transport route BC	7,6	0,4	7,6	0,4	7,6	0,4	7,6	0,4	7,6	0,4	1,8	1,8	6,4	6,4
Transport route CD	7,4	7,4	44,3	44,3	18,41	18,41	53,1	53,1	18,2	18,2	7,6	7,6	8,2	8,2
Transport mer AB		880,5		880,5		880,5		880,5		880,5				880,5
Entrepôts B	8,3	2,3	0,0	2,3	8,3	2,3	8,3	2,3	8,3	2,3	8,3	8,3		2,3
Entrepôts C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	2,3
Magasin D			24,6	24,6	11,7	11,7	11,7	11,7			9,0	11,7	25,1	25,1
Consommateur DE	28,9	28,9	23,9	23,9	23,9	23,9	12,3	12,3			14,4	23,9	21,5	21,5
Total	91,0	998,3	139,2	1054,9	108,8	1016,1	131,8	1039,1	72,9	980,3	80,8	100,5	139,9	991,5
Pays de consommation	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	France	Belgique	Belgique
Zone de production	F	HS	F	HS	F	HS	F	HS	F	HS	F	F	B	HS
Type de distribution	Marchés	Marchés	Primeurs 100km	Primeurs 100km	Primeurs 25km	Primeurs 25km	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Collectivités	Collectivités	Super-marché	Magasin généraliste	Magasin généraliste	Magasin généraliste
Production	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	28,8	36,3	71,6	36,3
Transport routier	23,9	49,2	60,8	86,1	35,0	60,3	69,7	95,0	34,8	60,1	18,2	18,2	20,7	23,4
Transport maritime	0,0	880,5	0,0	880,5	0,0	880,5	0,0	880,5	0,0	880,5	0,0	0,0	0,0	880,5
Entrepôts & magasin	9,3	3,4	25,7	28,0	21,0	15,1	21,0	15,1	9,3	3,4	19,3	22,0	26,1	29,8
Trajet consommateur	28,9	28,9	23,9	23,9	23,9	23,9	12,3	12,3	0,0	0,0	14,4	23,9	21,5	21,5

Note: * HS = Hémisphère Sud

C3 - Vente directe à la ferme (chez le producteur de pommes)

Les trajets consommateurs de la vente directe sont inclus dans cette annexe.

Tableau 59: Vente directe chez le producteur de pommes - Production

Pays de production	France	Royaume-Uni
Région de production	Limousin	Nord-Est de Londres
Tonnage total du site en 2006	470	150
Tonnage total des pommes produites en 2006	470	120
Consommation d'électricité du site en kWh	15 000	40 000
Consommation de gaz propane en kWh	2 065	2 000
Consommation diesel véhicules du site en litres	4 000	1 800
Consommation totale d'énergie du site (kep)	6 947,1	6 532,5
Émission totale de GES (kgeCO ₂)	13 543	23 976
Consommation d'énergie en gep/kg	14,8	43,6
Émissions de GES en geCO₂/kg	28,8	159,8

Tableau 60: Vente directe chez le producteur de pommes - Synthèse énergie en gep/kg

Pays consommation	France	Royaume-Uni
Région consommation	Limousin rural	Nord-Est de Londres
Région production	Limousin	Nord-Est de Londres
N° de chaîne	41	42
Production & boutique à la ferme	14,8	43,6
Trajet consommateur DE	100,8	69,5
Total	115,5	113,1

Tableau 61: Vente directe chez le producteur de pommes - Synthèse GES en geCO₂/kg

Pays consommation	France	Royaume-Uni
Région consommation	Limousin rural	Nord-Est de Londres
Région production	Limousin	Nord-Est de Londres
N° de chaîne	41	42
Production & boutique à la ferme	28,8	159,8
Trajet consommateur DE	369,9	255,1
Total	398,7	415,0

C4 - Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate

Dans l'enquête, pour les chaînes des grossistes spécialisés dans la distribution de la tomate, tous les acteurs et toutes les étapes sont différentes de celles de la pomme, sauf pour les trajets des consommateurs.

Tableau 62: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Production

Pays de production	B
Tonnage total du site en 2006	1 681 064
Consommation d'électricité du site en 2006 en kWh	195 646
Consommation de gaz propane en 2006 en kWh	15 794 100
Consommation diesel véhicules du site en 2006 (l.)	1800
Consommation totale d'énergie du site (kep)	1 379 665
Émission totale de GES (kgeCO ₂)	3 757 136
Consommation d'énergie en gep/kg	820,7
Émissions de GES en geCO₂/kg	2 235

Tableau 63: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Trajets routiers

Pays de consommation Origine	France Producteur France	France Producteur Maroc	France Grossiste Rungis	France Grossiste Rungis	France Grossiste Rungis	France Centrale	Belgique Producteur Belgique	Belgique Producteur Espagne	Belgique Producteur Belgique	Belgique PF Import	Belgique Producteur Espagne	Belgique Criée	Belgique Producteur Belgique	Belgique Criée	Belgique Marché matinal	Belgique Centrale
Destination	Grossiste Rungis	PF Import Rungis	Marchés	Magasins	Centrale	Super-marché	Criée	PF Import	Centrale	Centrale	Centrale	Centrale	Marché matinal	Marché matinal	Détaillant Bruxelles	Super Wallon
Poids total du chargement (tonnes)	21	21	3	1,923	1	5,6	9,806	24	24	24	24	24	10	10	0,75	24
Distance en charge (km)	575	2800	15	24	1	22,5	37	2000	82	36	2000	53	48	25	8	75
Distance retour à vide	0	700	15	24	0	15	37	2000	82	36	2000	0	48	16,67	8	25
Consommation traction (l/100km)	35	35	25	25	60	35,5	22	30	30	30	30	30	22	21	13	30
Consommation : litres de gazole / trajet	201	1225	8	12	1	13	16	1200	49	22	1200	16	21	9	2	30
Consommation d'énergie en gep/tkm	14,1	17,6	140,8	219,7	507,0	89,3	37,9	21,1	21,1	21,1	21,1	10,6	37,2	29,6	292,9	14,1
Émissions de GES en geCO ₂ /tkm	49	61	492	767	1771	312	132	74	74	74	74	37	130	103	1023	49
Consommation d'énergie en gep/kg	8,1	49,3	2,1	5,3	0,5	2,0	1,4	42,3	1,7	0,8	42,3	0,6	1,8	0,7	2,3	1,1
Émissions de GES en geCO₂/kg	28,3	172,1	7,4	18,4	1,8	7,0	4,9	147,6	6,0	2,7	147,6	2,0	6,2	2,6	8,2	3,7

Tableau 64: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Entrepôts

Pays	France	France	Belgique	Belgique	Belgique	Belgique
Étape	Importateur -grossiste	Centrale d'achat	Importateur	Centrale Hal	Crée	Marché matinal
Coûts en électricité en Euro	30 200					
Tonnage annuel passant par le site	45000	30 000	12600	30 000	30 000	30 000
Consommation totale d'électricité du site	409325	348 551	341000	348 551	348 551	348 551
Surface totale du site		1 650	130	1 650	1 650	1 650
Consommation moyenne en kWh/m ²		211,243	2623,077	211,243	211,243	211,243
Efficacité énergétique en kWh/kg	0,00910	0,01162	0,02706	0,01162	0,01162	0,01162
Efficacité énergétique en gep/kg	2,06	2,63	5,17	2,22	2,22	2,22
Émissions de GES en geCO₂/kg	0,76	0,98	7,25	3,11	3,11	3,11

Note: les données pour les sites de la centrale Hal, de la créée et du marché matinal ne sont pas disponibles, les valeurs retenues sont celle de la centrale d'achat de Rungis.

Tableau 65: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Magasins

Pays	Belgique	Belgique	France	France
Lieu de distribution	Bruxelles	Wallonie	Île de France	Île de France
Etape	Détaillant	Supermarché	Magasin primeurs	Supermarché
Tonnage annuel passant par le site	3,3	55	500	15 700
Tonnage annuel tomates commercialisé	0,48			156
Coûts en électricité	660		5 400	
Coût unitaire moyen du kWh en Euro	0,11 €			
Consommation totale d'électricité du site	6000	418 550	77 143	4 275 000
Surface totale site	89	1900	60	
Surface totale du site pour la tomate	1	6		7,5
Consommation moyenne en kWh/m ²	67,4	220,2	1285,7	503
Efficacité énergétique électrique en kWh/kg de tomate	0,14045	7,61000	0,15429	0,02418
Efficacité énergétique électrique en gep/kg	26,826	4,590	34,87	5,47
Émissions de GES électrique en geCO₂/kg	37,640	6,440	12,96	2,03

Tableau 66: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Synthèse énergie en gep/kg

Pays consommation	France	France	France	France	France	France	Belgique	Belgique	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	IdF	IdF	IdF	IdF	IdF	Bruxelles	Bruxelles	Wallonie	Wallonie
Zone production	France	Maroc	France	Maroc	France	Maroc	Belgique	Belgique	Belgique	Espagne
Type de distribution	Marchés	Marchés	Magasin	Magasin	Super-marchés	Super-marchés	Magasin	Magasin	Super-marchés	Super-marchés
N° de chaîne	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Transport route AB	8,10	49,29	8,10	49,29	8,10	49,29		1,40	1,40	42,25
Transport route AC							1,78			
Transport route BC/ BD	2,11							0,74	0,56	0,76
Entrepôts B	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06	2,06		2,22	2,22	5,17
Entrepôts C					2,63	2,63	2,22	2,22	2,22	2,22
Magasin/marché D			34,87	34,87	5,47	5,47	26,83	26,83	4,59	4,59
Consommateur DE	7,87	7,87	6,52	6,52	3,93	3,93	5,85	5,85	24,55	24,55
Total	20,1	59,2	51,5	92,7	22,2	63,4	36,7	41,6	36,6	80,6
Type de distribution	Marchés	Marchés	Magasin	Magasin	Super-marchés	Super-marchés	Magasin	Magasin	Super-marchés	Super-marchés
Transport routier	10,2	49,3	8,1	49,3	8,1	49,3	1,8	4,5	3,0	44,1
Entrepôts & magasin	2,1	2,1	36,9	36,9	10,1	10,1	29,0	31,3	9,0	12,0
Trajet consommateur	7,9	7,9	6,5	6,5	3,9	3,9	5,9	5,9	24,5	24,5

Tableau 67: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Synthèse CO₂ en geCO₂/kg

Pays consommation	France	France	France	France	France	France	Belgique	Belgique	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	IdF	IdF	IdF	IdF	IdF	Bruxelles	Bruxelles	Wallonie	Wallonie
Zone production	France	Maroc	France	Maroc	France	Maroc	Belgique	Belgique	Belgique	Espagne
Type de distribution	Marchés	Marchés	Magasins	Magasins	Super-marchés	Super-marchés	Magasin	Magasin	Super-marchés	Super-marchés
N° de chaîne	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Transport route AB	28,28	172,14	28,28	172,14	28,28	172,14		4,90	4,90	147,55
Transport route AC							6,23			
Transport route BC/ BD	7,38							2,58	2,66	2,66
Transport route CD							8,18	8,18	3,69	3,69
Entrepôts B	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76		3,11	3,11	7,25
Entrepôts C					0,98	0,98	3,11	3,11	3,11	3,11
Magasin/marché D			12,96	12,96	2,03	2,03	37,64	37,64	6,44	6,44
Consommateur DE	28,88	28,88	23,95	23,95	14,41	14,41	21,49	21,49	90,11	90,11
Total	65,3	201,8	66,0	209,8	46,5	190,3	76,7	81,0	114,0	260,8
Type de distribution	Marchés	Marchés	Magasins	Magasins	Super-marchés	Super-marchés	Magasin	Magasin	Super-marchés	Super-marchés
Transport routier	35,7	172,1	28,3	172,1	28,3	172,1	14,4	15,7	11,2	153,9
Entrepôts & magasin	0,8	0,8	13,7	13,7	3,8	3,8	40,8	43,9	12,7	16,8
Trajet consommateur	28,9	28,9	23,9	23,9	14,4	14,4	21,5	21,5	90,1	90,1

C5 - Chaînes de la tomate distribuée en Limousin

Les données de la production sont manquantes pour les tomates distribuées dans une zone rurale à faible densité comme le Limousin.

Tableau 68: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Trajets routiers

Origine	Producteur Limousin	Producteur Limousin	Producteur Midi-Pyrénées	Producteur Midi-Pyrénées	Grossiste Ussel	Producteur Midi-Pyrénées	Grossiste Clermont
Destination	Consommateurs relais	Marché de producteur	Super-marché	Grossiste Ussel	Marché	Grossiste Clermont	Magasin
Poids total du chargement (tonnes)	0,05	0,026	20	20	3	20	20
Distance en charge (km)	52	22	250	230	21	392	85
Distance retour à vide	15	22	250	230	21	145	31
Consommation traction (l/100km)	12	12	34	34	21	34	34
Consommation : litres de gazole / trajet	8	5	170	156	9	183	40
Consommation d'énergie en gep/tkm	2613,0	7800,0	28,7	28,7	118,3	19,7	19,7
Intensité des émissions de GES en geCO ₂ /tkm	9125	27240	100	100	413	69	69
Consommation d'énergie en gep/kg	135,9	171,6	7,2	6,6	2,5	7,7	1,7
Émissions de GES en geCO₂/kg	474,5	599,3	25,1	23,1	8,7	26,9	5,8

Tableau 69: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Entrepôt

Étape	Grossiste
Coûts en électricité en Euro	30 200
Tonnage annuel passant par le site	45 000
Consommation annuelle totale d'électricité du site	409 325
Surface totale du site	1200
Consommation moyenne en kWh/m²	341,1
Efficacité énergétique en kWh/kg	0,0091
Consommation d'énergie en gep/kg	2,06
Émissions de GES en geCO₂/kg	0,76

Tableau 70: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Magasins

Étape	Supermarché	Marchés	Magasin généraliste
Tonnage annuel passant par le site		200	104
Tonnage annuel tomates commercialisé	60		
Coûts en électricité		2000	1000
Consommation de gaz propane du site 2007 en kWh		6363,6	
Consommation totale d'électricité du site 2006		28571,4	14285,7
Consommation moyenne en kWh/m² 2006	638		
Surface utilisée pour la tomate en m²	7		
Efficacité énergétique électrique en kWh/kg de tomate	0,0744	0,1429	0,1374
Efficacité énergétique du gaz propane en kWh/kg		0,0318	
Consommation d'énergie en gep/kg	16,8	35,0	31,0
Émissions de GES en geCO₂/kg	6,3	19,4	11,5

Tableau 71: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Trajets des consommateurs

Trajet	Relais- consommateur	Marché- consommateur	Magasin- consommateur	Supermarché- consommateur	Ferme- consommateur
Poids transporté (t.)	0,007	0,01	0,005	0,022	0,01
Distances du trajet (km)	9	3,31	4	7,94	8
Distance trajet à vide (km)	0	3,31	4	7,94	8
% des trajets en voiture	100%	50%	50%	100%	100%
Consommation moyenne (l/100 km)	7	7	7	7	7
Facteur trajets à propos multiples	1	0,68	0,68	0,68	0,68
Consommation : litres de gazole / trajet	0,63	0,157	0,19	0,755	0,761
Consommation d'énergie en gep/tkm	10,0	4,8	9,5	4,2	9,5
Émissions de GES en geCO ₂ /tkm	29 510	14 047	28 094	12 526	28 094
Consommation d'énergie en gep/kg	76,05	13,31	32,18	28,48	64,36
Émissions de GES en geCO₂/kg	265,59	46,49	112,37	99,45	224,75

Sources: Enquête web et enquête auprès des entreprises 2007 - 2008

Tableau 72: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Synthèse énergie en gep/kg

Zone production	Limousin	Limousin	Limousin	Midi-Pyrénées	Midi-Pyrénées	Midi-Pyrénées
Type de distribution	Panier paysan	Marchés de producteur	Vente à la ferme	Supermarchés	Marchés	Magasins
N° de chaîne	35	36	37	38	39	40
Transport route AD	135,88	171,60		7,18		
Transport route AC					6,61	7,71
Transport route CD					2,48	1,67
Entrepôts C				2,06	2,06	2,06
Magasin/marché D				16,82	35,01	31,04
Consommateur DE	76,05	13,31	64,36	28,48	13,31	32,18
Total	211,9	184,9	64,4	54,5	59,5	74,7
Transport routier	135,9	171,6	0,0	7,2	9,1	9,4
Entrepôts & magasin	0,0	0,0	0,0	18,9	37,1	33,1
Trajet consommateur	76,1	13,3	64,4	28,5	13,3	32,2

Sources: Enquête web et enquête auprès des entreprises 2007 - 2008

Tableau 73: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Synthèse CO₂ en geCO₂/kg

Zone production	Limousin	Limousin	Limousin	Midi-Pyrénées	Midi-Pyrénées	Midi-Pyrénées
Type de distribution	Panier paysan	Marchés de producteur	Vente à la ferme	Supermarchés	Marchés	Magasins
N° de chaîne	35	36	37	38	39	40
Transport route AD	474,52	599,28		25,08		
Transport route AC					23,08	26,94
Transport route CD					8,68	5,84
Entrepôts C				0,76	0,76	0,76
Magasin/marché D				6,25	19,38	11,54
Consommateur DE	265,59	46,49	224,75	99,45	46,49	112,37
Total	740,1	645,8	224,7	131,6	98,4	157,5
Transport routier	474,5	599,3	0,0	25,1	31,8	32,8
Entrepôts & magasin	0,0	0,0	0,0	7,0	20,1	12,3
Trajet consommateur	265,6	46,5	224,7	99,5	46,5	112,4

Note: La consommation électrique de la chaîne du supermarché en Limousin rural n'est pas connue, les données sont celle de l'hypermarché.

Sources: Enquête web et enquête auprès des entreprises 2007 - 2008

C6 - Chaînes de distribution de meubles, cas de la bibliothèque à base de panneaux de particules

Tableau 74: Chaînes de la bibliothèque - Production

Produit	bois	panneaux	bibliothèque	panneaux	bibliothèque
Pays de consommation	B, F, UK	F, UK	F, UK	B	B
Pays de production	B, F, UK	F, UK	F, UK	B	B
Tonnage total annuel du site		48 453	69 218	350 000	7 570
Consommation d'électricité du site en kWh		10 565 260	27 844 000	49 276 150	5 021 550
Consommation de sciure de bois chauffage en kg		4 320 000	14 800 000	7 385 000	1280
Fioul lourd en kg		75 700		293 400	
Fioul domestique en litres		89 530		271 100	
Consommation diesel véhicules du site en litres		40 360	48 000		
Efficacité énergétique électrique en kWh/kg de meuble		0,2181	0,4023	0,1408	0,6633
Efficacité énergétique chauffage en kg sciure/kg		0,0892	0,21	0,0211	0,0002
Efficacité énergétique du fioul lourd en kg/kg		0,0016		0,0008	
Efficacité énergétique du fioul domestique en l/kg		0,0018		0,0008	
Efficacité énergétique des véhicules en l/kg		0,0008	0,0007		
Efficacité énergétique électrique en gep/kg		49,3	90,9	26,9	126,7
Efficacité énergétique chauffage à la sciure de bois en gep/kg		38,6	92,58	9,1363	0,0732
Efficacité énergétique du fioul lourd en gep/kg		1,48		0,7980	
Efficacité énergétique du fioul domestique en gep/kg		1,56		0,6545	
Efficacité énergétique des véhicules gep/kg		0,7	0,58		
Efficacité CO ₂ électrique en geCO ₂ /kg		18,3	33,8	37,7	177,7
Efficacité CO ₂ chauffage sciure en geCO ₂ /kg					
Efficacité CO ₂ du fioul lourd en geCO ₂ /kg		5,5		3	
Efficacité CO ₂ du fioul domestique en geCO ₂ /kg		5,4		2,3	
Efficacité CO ₂ véhicules en geCO ₂ /kg		2,4	2		
Consommation d'énergie en gep/kg		91,6	184,1	37,5	126,8
Émissions de GES en geCO₂/kg	-734	31,8	35,8	43	177,8

Tableau 75: Chaînes de la bibliothèque - Transport routier

Origine	Forêt/ scierie	Fabricant colle	Fabricant panneaux	Fabricant meuble	Fabricant meuble	Fabricant UK	NDC	NDC	RDC Londres	RDC Ecosse	RDC Londres	Forêt/ scierie	Fabricant colle	Fabricant panneaux	Fabricant meuble	Fabricant meuble
Destination	Fabricant panneaux	Fabricant panneaux	Fabricant meubles	Magasin IdF	Magasin Limousin	NDC	RDC Londres	RDC Ecosse	Magasin Londres	Magasin Ecosse	Consom- mateur	Fabricant panneaux	Fabricant panneaux	Fabricant meubles	Magasin Bruxelles	Magasin Wallonie
Pays de consommation	F	F	F	F	F	UK	UK	UK	UK	UK	UK	B	B	B	B	B
Poids total du chargement (tonnes)	24	24	2,9	19,6	19,6	20	13,2	13,2	13,2	13,2	0,25	24	24	9	13	13
Distance en charge (km)	101	450	12	450	1584	181	326	1528	120	30	120,7	224	26	28	84	19
Distance retour à vide	37	166	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	96	10	28	84	19
Consommation traction (l/100km)	33	33	32	32	32	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	12	31	33	23	25	25
Charge utile (tonnes)	24	24	25	25	25	24	22	22	22	22	1,9	24	24	10	15	15
Consommation : litres de gazole / trajet	46	203	4	144	507	53	96	449	35	9	14	99	12	13	42	10
Consommation d'énergie en gep/tkm	15,9	15,9	94,1	13,8	13,8	12,4	18,8	18,8	18,8	18,8	405,6	15,6	16,1	43,2	32,5	32,5
Emissions de GES en geCO ₂ /tkm	56	56	329	48	48	43	66	66	66	66	1416	54	56	151	114	114
Consommation d'énergie en gep/kg	1,6	7,2	1,1	6,2	21,9	2,2	6,1	28,8	2,3	0,6	49,0	3,5	0,4	1,2	2,7	0,6
Émissions de GES en geCO₂/kg	5,6	25,0	3,9	21,7	76,3	7,9	21,4	100,4	7,9	2,0	171,0	12,2	1,5	4,2	9,5	2,2

Tableau 76: Chaînes de la bibliothèque: entrepôts et magasins en France et au Royaume-Uni

Pays	F, UK
Total kWh pour 1000£ des sites NDC, RDC et magasins	89
Total kWh par kg de bibliothèque	0,25429
Efficacité énergétique en kWh/kg pour tous les sites	0,08476
Électricité pour tous les sites en % de l'énergie totale utilisée	0,6
Gaz propane pour tous les sites en % de l'énergie totale utilisée	0,4
Efficacité énergétique en gep/kg pour tous les sites	9,06952
Électricité en gep/kg	5,44171
Gaz en gep/kg	3,62781
Total gep/kg pour NDC (=5% du total)	0,5
Total gep/kg pour RDC (=5% du total)	0,5
Total gep/kg pour magasin (=90% du total)	8,2
Prix d'une bibliothèque en £	100
Poids d'une bibliothèque en en kg	35
Prix par kg de bibliothèque en £	2,85714
Total kg CO ₂ pour 1000£ des sites NDC, RDC et magasins	19,4
Total geCO₂ par kg de bibliothèque	55,4286
Total geCO₂ par kg pour NDC (=5% du total)	2,8
Total geCO₂ par kg pour RDC (=5% du total)	2,8
Total geCO₂ par kg pour magasin (=90% du total)	49,9

Tableau 77: Chaînes de la bibliothèque: entrepôts et magasins en Belgique

Pays	B	B
Région	Bruxelles	Wallonie
Tonnage annuel vendu	24	14
Consommation totale d'électricité du site en kWh	152320	146500
Surface totale du site m ²	2300	2100
Surface totale du site pour la bibliothèque m ²	30	20
Consommation moyenne par m ²	66,2261	69,7619
Efficacité énergétique électrique en kWh/kg de meuble	0,0828	0,0997
Efficacité énergétique électrique en gep/kg	15,8	19,0
Efficacité CO₂ électrique en geCO₂/kg	22,2	26,7

Tableau 78: Chaînes de la bibliothèque - Trajet consommateur- Énergie consommée : Moyenne de gep/kg

Par pays

Belgique	France	Royaume-Uni	Total
136	104	44	111

Par catégorie de distribution

IKEA	27
Spécialiste	121
Autre type de magasin	169
Total	111

Tableau 79: Chaînes de la bibliothèque - Trajet consommateur - GES émis: Moyenne de geCO₂/kg

Par pays

Belgique	France	Royaume-Uni	Total
501	382	161	407

Par catégorie de distribution

IKEA	100
Spécialiste	445
Autre type de magasin	620
Total	407

Tableau 80: Chaînes de la bibliothèque - Synthèse énergie en gep/kg

Pays consommation	France	France	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	Limousin	Londres	Londres	Ecosse	Bruxelles	Wallonie
Zone production	France	France	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Type de distribution	Magasin	Magasin	Magasin	Liv à Dom	Magasin	Magasin	Magasin
N° de chaîne	43	44	45	46	47	48	49
Production	275,7	275,7	275,7	275,7	275,7	164,3	164,3
Transport route AB1	8,8	8,8	2,2	2,2	2,2	3,5	1,6
Transport route AB2						0,4	3,5
Transport route BC	1,1	1,1	6,1	6,1	28,8	1,2	1,2
Transport route CD	6,2	21,9	2,3		0,6	2,7	0,6
Entrepôts B			0,5	0,5	0,5		
Entrepôts C			0,5	0,5	0,5		
Magasin D	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	15,8	19,0
Consommateur DE	104,0	104,0	43,7	49,0	43,7	136,4	136,4
Total	404,0	419,6	339,2	342,1	360,1	324,3	326,6
Production	275,7	275,7	275,7	275,7	275,7	164,3	164,3
Transport routier	16,1	31,7	10,6	8,4	31,6	7,9	6,9
Entrepôts & magasin	8,2	8,2	9,1	9,1	9,1	15,8	19,0
Trajet consommateur	104,0	104,0	43,7	49,0	43,7	136,4	136,4

Tableau 81: Chaînes de la bibliothèque - Synthèse CO₂ en geCO₂/kg

Pays consommation	France	France	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	Limousin	Londres	Londres	Ecosse	Bruxelles	Wallonie
Zone production	France	France	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Type de distribution	Magasin	Magasin	Magasin	Liv à Dom	Magasin	Magasin	Magasin
N° de chaîne	43	44	45	46	47	48	49
Production	-666,4	-666,4	-666,4	-666,4	-666,4	-513,2	-513,2
Transport route AB1	30,6	30,6	7,9	7,9	7,9	12,2	5,6
Transport route AB2						1,5	12,2
Transport route BC	3,9	3,9	21,4	21,4	100,4	4,2	4,2
Transport route CD	21,7	76,3	7,9		2,0	9,5	2,2
Entrepôts B			2,8	2,8	2,8		
Entrepôts C			2,8	2,8	2,8		
Magasin D	9,1	9,1	49,9		49,9	22,2	26,7
Consommateur DE	381,7	381,7	160,5	171,0	160,5	500,6	500,6
Total	-219,4	-164,8	-413,3	-460,6	-340,2	37,0	38,3
Production	-666,4	-666,4	-666,4	-666,4	-666,4	-513,2	-513,2
Transport routier	56,2	110,9	37,2	29,3	110,3	27,4	24,2
Entrepôts & magasin	9,1	9,1	52,7	2,8	52,7	22,2	26,7
Trajet consommateur	381,7	381,7	160,5	171,0	160,5	500,6	500,6

Note : Le nombre d'observations de l'enquête en ligne pour l'achat de bibliothèques ne permet pas de différencier le trajet des consommateurs en Île de France ou en Limousin. Le résultat énergétique et GES du trajet consommateur est ici une moyenne nationale.

C8 - Chaînes de distribution de meubles, cas de la commode

Tableau 82: Chaînes de la commode - Production

Produit	bois	commode
Pays de consommation	B, F, UK	B, F, UK
Pays de production	Brésil, B	B
Tonnage total du site en 2006		250
Consommation d'électricité du site en 2006 en kWh		190000
Fioul domestique en litres		3000
Temps de stockage dans temps total (%)	100	100
Efficacité énergétique électrique en kWh/kg de meuble		0,76
Efficacité énergétique du fioul domestique en l/kg		0,012
Efficacité énergétique électrique en gep/kg		145,16
Efficacité énergétique du fioul domestique en gep/kg		10,14
Efficacité CO2 électrique en geCO₂/kg		203,68
Efficacité CO2 du fioul domestique en geCO₂/kg		35,412
Consommation d'énergie en gep/kg		155,3
Émissions de GES en geCO₂/kg	-734	239

Note: les données pour la production au Brésil sont manquantes. Il a été estimé que les valeurs pour la production au Brésil sont les mêmes que celles répertoriées en Belgique.

Tableau 83: Chaîne de la commode - Transport routier

Origine	Brésil	Fabri- cant Brésil	Port du Havre	PF Import	PF Import	PF IdF	PF Limoges	PF Brives	Port de Felix- stowe	NDC	NDC	RDC Ecosse	RDC Londres	Forêt /scierie	Fabricant meuble	Fabricant meuble
Destination	Fabri- cant	Port Itajai	PF Import	PF IdF	PF Limo- ges	Consom- mateur	PF Brives	Consom- mateur	PF Import et NDC	RDC à Londres	RDC en Ecosse	Consom- mateur	Consom- mateur	Fabri- cant meuble	Magasin Bruxelles	Magasin Wallonie
Pays de consommation	F, UK	F, UK	FR	FR	FR	FR	FR	FR	UK	UK	UK	UK	UK	BE	BE	BE
Poids total du chargement (tonnes)	24	20	15	20	19,6	2,5	20	2,5	20	13,2	13,2	0,25	0,25	24	13	13
Distance en charge (km)	40	70	487	140	268	8,5	96	28	181	326	1528	121	121	173	98	133
Distance retour à vide	40	23	487	0	0	9	0	28	0	0	0	0	0	173	98	133
Consommation traction (l/100km)	33	32	32	33	33	27	33	27	29,4	29,4	29,4	12	12	30	25	25
Charge Utile (tonnes)	24	24	26	24	24	2,5	24	2,5	24	22	22	1,9	1,9	24	15	15
Consommation : litres de gazole / trajet	26	30	312	46	88	5	32	15	53	96	449	14	14	104	49	67
Consommation d'énergie en gep/tkm	23,2	18,0	36,1	13,9	14,2	182,5	13,9	182,5	12,4	18,8	18,8	405,6	405,6	21,1	32,5	32,5
Emissions de GES en geCO ₂ /tkm	81	63	126	49	50	637	49	637	43	66	66	1416	1416	74	114	114
Consommation d'énergie en gep/kg	0,9	1,3	17,6	2,0	3,8	1,6	1,3	5,1	2,2	6,1	28,8	49,0	49,0	3,7	3,2	4,3
Emission de GES en geCO₂/kg	3,2	4,4	61,3	6,8	13,3	5,4	4,7	17,8	7,9	21,4	100,4	171,0	171,0	12,8	11,1	15,1

Tableau 84: Chaînes de la commode - Transport maritime

Origine	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil
Destination	France	UK	UK	UK
Départ	Itajai	Itajai	Algesiras	Itajai
Arrivée	Le Havre	Algesiras	Felixstowe	Felixstowe
Distance (km)	9677	8114	2752	10886
tonnes / EVP pleins	10	10	10	10
Capacité (EVP)	3430	2824	2840	2832
Conso/j de mer (t.)	103	74,9	74,9	74,9
Conso/j au port (t.)	30	16,3	16,3	16,3
Vitesse (nœuds)	14,0	17,7	18,8	18,0
J. de mer	15,5	10,3	3,3	13,6
J. de port	2,9	2,2	1,8	4,0
Conso navire (tep.)	1520	734	235	968,6
Émissions navire (teCO ₂)	5672,4	2738,8	876,0	3614,8
% EVP pleins	60%	60%	60%	60%
Conso (tep/ EVP plein)	0,739	0,433	0,138	0,570
Conso (kep/ EVP /100km)	7,6	5,3	5,0	5,2
Efficacité énergétique (gep/tkm)	7,6	5,3	5,0	5,2
Consommation d'énergie en gep/kg	73,9	43,3	13,8	57,1
Émissions de GES en geCO₂/kg	276	162	51	213,0

Tableau 85: Chaînes de la commode - Énergie consommée dans les entrepôts et magasins au Royaume-Uni

Pays	UK
Lieux de vente	Londres, Ecosse
<i>Total kWh pour 1000£ des sites NDC, RDC et magasins</i>	89
Total kWh par kg de commode	0,534
Efficacité énergétique en kWh/kg pour tous les sites	0,178
<i>Électricité pour tous les sites en % de l'énergie totale utilisée</i>	0,6
<i>Gaz propane pour tous les sites en % de l'énergie totale utilisée</i>	0,4
Électricité en gep/kg pour tous les sites	11,4276
Gaz en gep/kg pour tous les sites	7,6184
Efficacité énergétique totale en gep/kg pour tous les sites	19,046
Total gep/kg pour NDC (=5% du total)	0,9523
Total gep/kg pour RDC (=5% du total)	0,9523
Total gep/kg pour magasin (=90% du total)	17,1414

Note : Les données obtenues en kWh/£ pour le groupe observé ont nécessité des nouvelles formules de calcul très simples.

Tableau 86: Chaînes de la commode - GES émis dans les entrepôts et magasins au Royaume-Uni

Pays	UK
Lieux de vente	Londres, Écosse
Prix moyen d'une commode en £	150
Poids d'une commode en en kg	25
Prix par kg de commode en £	6
Total kg CO ₂ pour 1000£ des sites NDC, RDC et magasins	19,4
Total geCO ₂ par kg de commode	116,4
Total geCO₂ par kg pour centre national (NDC =5% du total)	5,82
Total geCO₂ par kg pour centre de distribution régional (RDC) (=5% du total)	5,82
Total geCO₂ par kg pour magasin (=90% du total)	104,76

Tableau 87: Chaînes de la commode - Énergie et GES pour les entrepôts et magasins de meubles en Belgique

Lieu de vente	Bruxelles	Wallonie
Tonnage annuel vendu	24	14
Consommation totale d'électricité du site en kWh	152320	146500
Surface totale du site m²	2300	2100
Surface totale du site pour la commode m²	65	30
Consommation moyenne par m²	66,2261	69,7619
Efficacité énergétique électrique en kWh/kg de meuble	0,1794	0,1495
Efficacité énergétique électrique en gep/kg	34,3	28,6
Efficacité CO₂ électrique en geCO₂/kg	48,1	40,1

Tableau 88: Chaînes de la commode, consommation d'énergie du trajet consommateur: Moyenne de gep/kg

Par pays

Belgique	France	Royaume-Uni	Total
144	137	131	140

Par catégorie de distribution

IKEA	183
Spécialiste	151
Autre type de magasin	15
Total	140

Tableau 89: Chaînes de la commode, émissions de GES du trajet consommateur: Moyenne de geCO₂/kg

Par pays

Belgique	France	Royaume-Uni	Total
530	504	481	514

Par catégorie de distribution

IKEA	671
Spécialiste	553
Autre type de magasin	56
Total	514

Tableau 90: Chaînes de la commode - Synthèse énergie en gep/kg

Pays consommation	France	France	France	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	IdF	Limousin	Londres	Londres	Ecosse	Bruxelles	Wallonie
Zone production	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil
Type de distribution	Liv à Dom	Liv à Dom + visite mag	Liv à Dom	Liv à Dom + visite mag	Liv à Dom	Liv à Dom	Magasin	Magasin
N° de chaîne	50	51	52	53	54	55	56	57
Production	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3
Transport route AB1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Transport route AB2	17,6	17,6	17,6	2,2	2,2	2,2	3,7	3,65463
Transport route BC	2,0	2,0	3,8	6,1	6,1	28,8		
Transport route CD			1,3		2,3		3,2	4,3
Transport mer AB	73,9	73,9	73,9	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1
Entrepôts B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
Entrepôts C	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
Magasin D							34,3	28,6
Consommateur DE	1,6	138,9	5,1	180,2	49,1	49,1	144,4	144,4
Total	254,3	391,7	261,1	405,1	276,2	296,6	400,1	395,5
Production	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3	155,3
Transport maritime	73,9	73,9	73,9	57,1	57,1	57,1	57,1	57,1
Transport routier	21,7	21,7	24,9	10,6	12,8	33,2	9,0	10,2
Entrepôts & magasin	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	34,3	28,6
Trajet consommateur	1,6	138,9	5,1	180,2	49,1	49,1	144,4	144,4

Tableau 91: Chaînes de la commode - Synthèse CO₂ en geCO₂/kg

Pays consommation	France	France	France	UK	UK	UK	Belgique	Belgique
Zone consommation	IdF	IdF	Limousin	Londres	Londres	Ecosse	Bruxelles	Wallonie
Zone production	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil	Brésil
Type de distribution	Liv à Dom	Liv à Dom + visite mag	Liv à Dom	Liv à Dom + visite mag	Liv à Dom	Liv à Dom	Magasin	Magasin
N° de chaîne	50	51	52	53	54	55	56	57
Production	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9
Transport route AB1	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
Transport route AB2	61,3	61,3	61,3	7,9	7,9	7,9	12,8	12,8
Transport route BC	6,8	6,8	13,3	21,4	21,4	100,4		
Transport route CD			4,7		7,9		11,1	15,1
Transport mer AB	275,6	275,6	275,6	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0
Entrepôts B	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8		
Entrepôts C	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8		
Magasin D							48,1	40,1
Consommateur DE	5,4	509,7	17,8	652,8	171,4	171,4	530,0	530,0
total	-126,4	377,8	-102,8	419,5	-54,0	17,1	327,8	323,8
Production	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9	-494,9
Transport maritime	275,6	275,6	275,6	213,0	213,0	213,0	213,0	213,0
Transport routier	75,8	75,8	87,0	36,9	44,8	115,9	31,5	35,5
Entrepôts & magasin	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	48,1	40,1
Trajet consommateur	5,4	509,7	17,8	652,8	171,4	171,4	530,0	530,0

Note: Les données manquent pour la production de la commode au Brésil ; les valeurs du fabricant de Belgique sont utilisées pour toutes les chaînes.

D - Analyse des données récoltées lors de l'enquête en ligne sur les comportements de déplacements des consommateurs

1. Pour les achats de pommes et de tomates

L'enquête en ligne menée sur les habitudes de déplacements liées aux achats de pommes et/ou de tomates a recueilli **931** réponses, 386 en provenance de Belgique, 324 venant de France et 221 issues du Royaume-Uni. Nous disposons donc là, nous semble-t-il, d'une base permettant une analyse statistique significative.

Dans cet ensemble de réponses, 171 personnes (18%) n'ont acheté ni pommes, ni tomates durant la semaine écoulée. Les variations entre pays sont modérées puisque ce sont 21% de belges, 15% des français et 17% des anglais qui ont déclaré n'avoir acheté aucun des fruits nous intéressant.

Dans le reste de l'échantillon, nous pouvons répartir les répondants entre acheteurs uniquement de pommes, acheteurs uniquement de tomates et acheteurs des deux fruits (tableau 92).

Tableau 92 : Répartition des acheteurs selon le produit acheté, par pays

	<i>Total</i>	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>UK</i>	<i>% des acheteurs</i>	<i>% des acheteurs B</i>	<i>% des acheteurs F</i>	<i>% des acheteurs UK</i>
Pommes	188	115	50	23	25%	38%	18%	13%
Tomates	184	45	82	57	24%	15%	30%	31%
Pommes & Tomates	388	143	142	103	51%	47%	52%	56%

Si sur l'ensemble de l'échantillon des acheteurs, la répartition entre acheteurs de pommes (76%) et acheteurs de tomates (75%) est assez « balancée », cela n'est plus le cas quand on analyse cela pays par pays : en Belgique, on trouve 85% d'acheteurs de pommes et seulement 62% d'acheteurs de tomates ; en France, les acheteurs de pommes sont 70% et ceux de tomates 82% et enfin, au Royaume-Uni, 69% des acheteurs achètent des pommes et 87% des tomates. La tomate semble donc un produit moins consommé en Belgique qui, au contraire, serait un pays où les pommes sont davantage achetées.

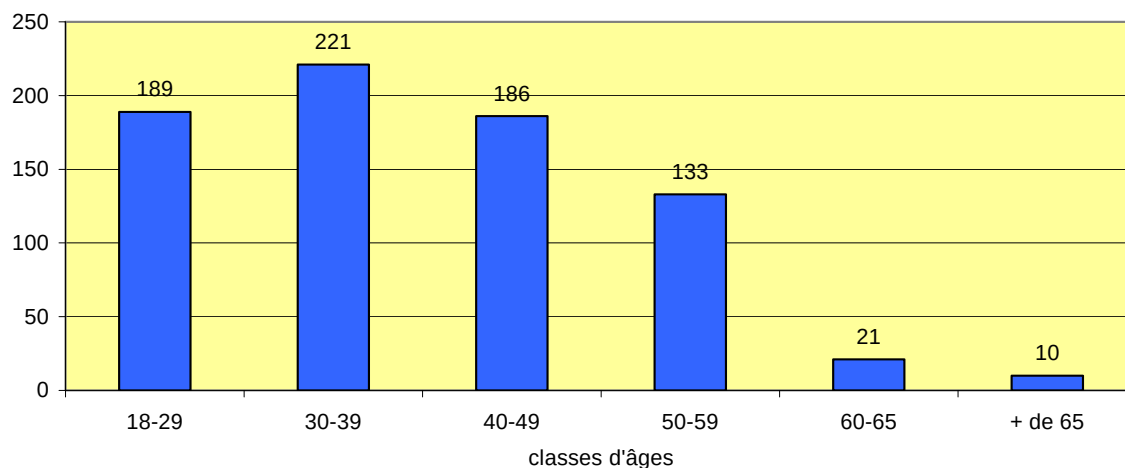
La composition « sociologique » de notre échantillon ne peut être mesurée que sur les répondants ayant acheté au moins des pommes ou des tomates puisque ce sont les seuls pour lesquels nous demandions les renseignements exploités ici.

Nous avons, parmi nos acheteurs, 56% de femmes pour 44% d'hommes ; cette surreprésentation féminine peut-être indiquer une répartition des rôles qui reste quelque peu conforme aux clichés et selon laquelle les achats restent une « compétence » des femmes. Elle ne paraît pas en tout cas constituer un biais d'échantillonnage. On n'observe pas de différence significative entre pays si ce n'est un peu plus de « répondantes » (58%) anglaises.

En ce qui concerne la répartition par âge, la figure 38 nous montre que les classes d'âge au-delà de la soixantaine sont très peu représentées. Ceci est compréhensible vu l'utilisation du

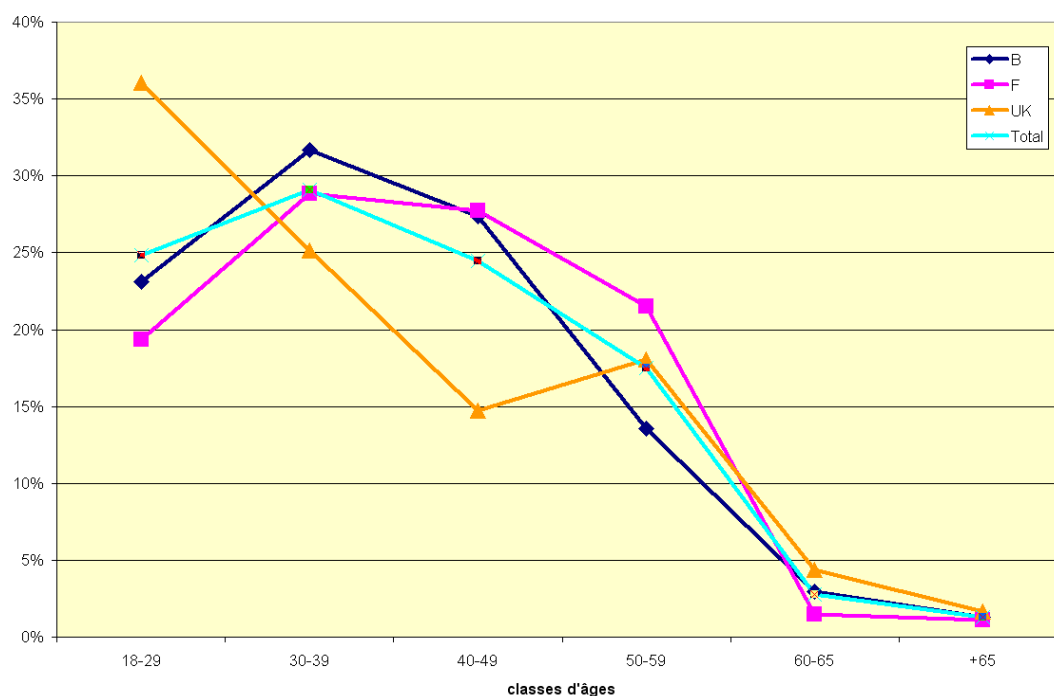
media internet pour mener l'enquête : il est communément admis que les seniors sont moins prompts à participer dans le cadre d'un tel protocole.

Figure 38 : Répartition des acheteurs par classes d'âges



Par pays, on ne remarque pas de véritables différences, si ce n'est le nombre important de répondants dans la classe d'âge des 18-29 ans au Royaume-Uni contrebalancé par une présence nettement moins importante des 40-49 ans dans ce pays comme le montre la figure 39.

Figure 39 : Répartition des acheteurs en classes d'âge par pays



87% des répondants sont des actifs ; on retrouve ensuite 8% d'étudiants. Les inactifs (3%) et les retraités (2%) sont bien plus marginalement représentés. Par contre, au Royaume-Uni, on n'a que 75% d'actifs mais 22% d'étudiants. Ceci peut s'expliquer par un recrutement mené d'abord au sein de l'Université de Westminster.

Tableau 93 : Répartition des répondants par type de ménage et par pays

	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
autre	3%	3%	10%	5%
couple (sans enfant)	23%	29%	40%	29%
famille	54%	51%	24%	46%
isolé	15%	14%	22%	16%
famille monoparentale	5%	3%	3%	4%

Le tableau 93 nous indique que nous avons affaire d'abord à des familles (avec enfants) puis à des couples sans enfants et ensuite à des isolés. Les familles monoparentales et les ménages « autres » sont peu représentés. De nouveau, le Royaume-Uni se distingue des deux autres pays par une prédominance des couples alors que les familles et les isolés y font pratiquement jeu égal.

Tableau 94 : Nombre de voitures possédées par les répondants, par pays

	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
0	8%	11%	35%	16%
1	42%	46%	33%	41%
2	46%	38%	24%	38%
3ou+	3%	5%	8%	5%

Une fois de plus, comme le montre le tableau 94, le Royaume-Uni ne présente pas le même profil que les autres pays en ce qui concerne le nombre de voitures possédées. Alors qu'en France et en Belgique, seulement respectivement 11 et 8% des répondants ne possèdent pas de véhicule, ce pourcentage monte à 35% au Royaume-Uni. Le public visé en priorité par la campagne de recrutement (les étudiants) peut une nouvelle fois expliquer cette différence. On notera également qu'en Belgique, la classe la plus représentée est celle possédant deux voitures.

Tableau 95 : Répartition des répondants par diplôme et par pays

	<i>B</i>	<i>F</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
aucun	2%	2%	4%	2%
primaire	1%	1%	0%	1%
secondaire	4%	12%	5%	7%
supérieur	12%	27%	9%	17%
université	82%	59%	82%	74%

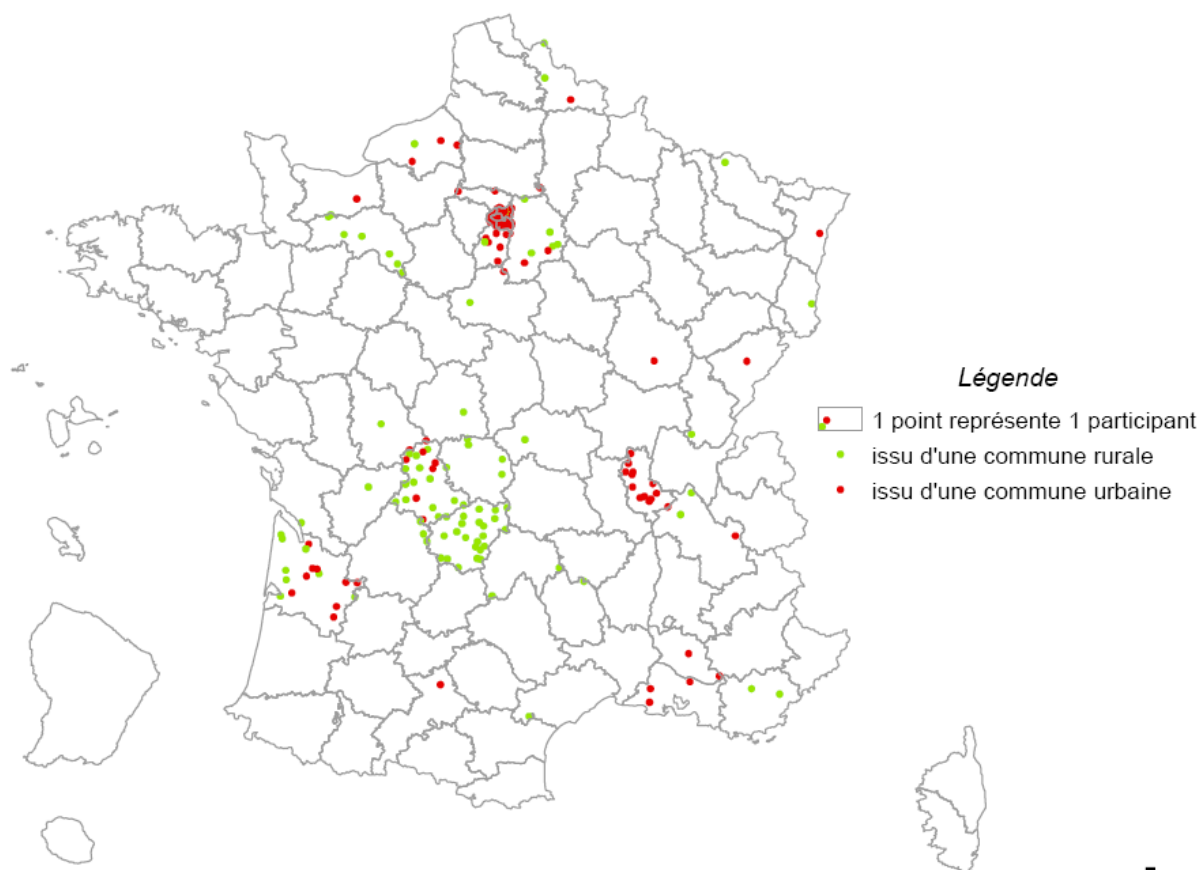
Enfin, le tableau 95 fait ressortir ce qui doit bien être considéré comme un biais dans notre enquête : la prédominance écrasante, surtout en Belgique et au Royaume-Uni, des diplômés universitaires. Cela est dû au mode de recrutement visant d'une part les alumni et les membres du personnel de l'Université de Namur et d'autre part les étudiants et le personnel de l'Université de Westminster. Si ce biais est moins présent en France, il n'en reste pas moins vrai que les diplômés du primaire surtout, mais aussi du secondaire, y sont trop peu représentés. Il faudra donc garder cet élément à l'esprit lors de la lecture des analyses de comportements qui vont suivre.

Pour les analyses qui vont suivre, nous avons réparti les réponses françaises en deux catégories : celles provenant de répondants habitant dans des centres urbains (comme Bordeaux ou Marseille) ou en région parisienne (comme à Arcueil ou à Palaiseau) [186 répondants] et celles issues de la « France plus profonde » (c.-à-d. de milieux un peu plus

ruraux avec des localités comme Pierre-Buffière ou Le Pian) [88 réponses]. La figure 40 situe ces répondants sur la carte de France.

Figure 40 : Répartition entre zones urbaine et rurale des répondants français

Répartition géographique des participants à l'enquête selon le type de commune



Source fond de carte : www.ign.fr
Réalisation : GRT - FUNDP (Université de Namur)

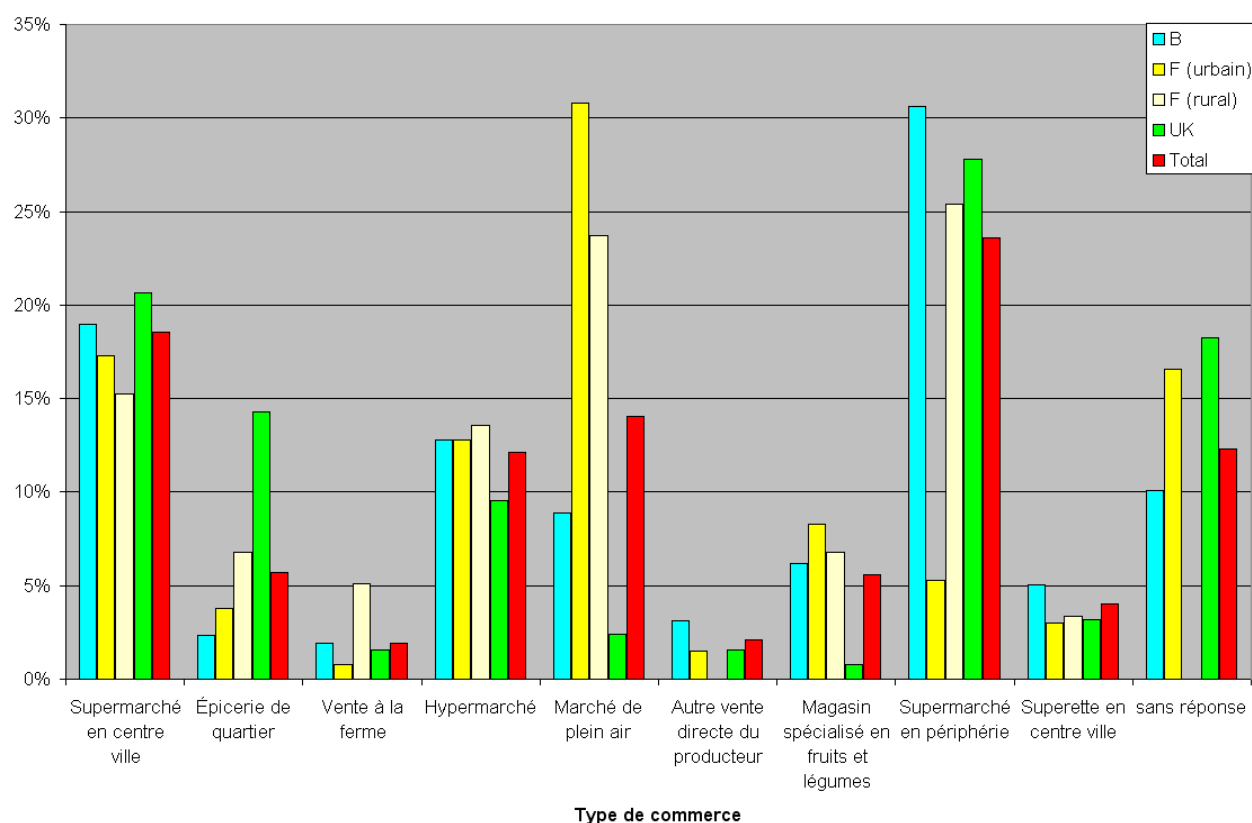


Nous allons d'abord nous intéresser aux achats de pommes.

Tableau 96 : Répartition des achats de pommes par type de magasin

	B	F (urbain)	F (rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	19%	17%	15%	21%	19%
Épicerie de quartier	2%	4%	7%	14%	6%
Vente à la ferme	2%	1%	5%	2%	2%
Hypermarché	13%	13%	14%	10%	12%
Marché de plein air	9%	31%	24%	2%	14%
Autre vente directe du producteur	3%	2%	0%	2%	2%
Magasin spécialisé en fruits et légumes	6%	8%	7%	1%	6%
Supermarché en périphérie	31%	5%	25%	28%	24%
Superette en centre ville	5%	3%	3%	3%	4%
sans réponse	10%	17%	0%	18%	12%

Figure 41 : Répartition des achats de pommes par type de magasin



Le tableau 96 et la figure 41 nous permettent de voir où nos répondants ont acheté des pommes : les supermarchés de périphérie arrivent en tête sauf dans la France urbaine où ils sont pratiquement absents et où ce leadership est occupé par les marchés de plein air. Ceux-ci font également jeu égal avec les supermarchés de périphérie en France rurale. Les supermarchés de centre ville viennent ensuite suivis des hypermarchés. Les épicerie sont surtout présentes au Royaume-Uni. En gros, lorsque l'on additionne vente à la ferme et autre vente directe du producteur, on arrive pratiquement partout aux alentours des 5%.

En Belgique et au Royaume-Uni, les répondants sont plus d'un sur deux à ne pas se rappeler le prix qu'ils ont payé pour leurs pommes, en France, ils ne sont qu'un sur quatre. Pour ceux qui ont indiqué le prix payé, la moyenne de celui-ci varie de 1,38 € au Royaume-Uni à 2,55 € en France urbaine en passant par 1,62€ en Belgique et 2,10€ pour la France « rurale ».

En moyenne, un achat de pommes représente 1,5 kg en Belgique, 1,56 kg pour la France urbaine et 1,75 kg pour la France rurale et, enfin, 1,01 kg au Royaume-Uni.

Tableau 97 : Poids moyen des achats de pommes suivant le type de magasin et le pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	1.24	1.53	0.94	1.02	1.24
Épicerie de quartier	1.75	0.75	1.31	0.93	1.10
Vente à la ferme	1.65	0.75	8.00	2.13	3.39
Hypermarché	1.38	1.73	1.72	1.20	1.48
Marché de plein air	2.00	1.92	2.00	1.25	1.93
Autre vente directe du producteur	4.09	1.50			3.58
Magasin spécialisé en fruits et légumes	1.63	1.07	1.81	0.75	1.43
Supermarché en périphérie	1.33	1.18	1.05	0.95	1.20
Superette en centre ville	1.10	1.00	0.50	0.63	0.95

On peut déduire du tableau 97 que c'est quand on se fournit chez le producteur que l'on achète des quantités plus importantes. Au marché aussi, on achète par quantités plus importantes que dans les magasins. Tout naturellement, les achats les moins importants sont réalisés dans les supermarchés et supérettes du centre ville et dans les épiceries.

Partout, les pommes représentent environ 18% du total des achats réalisés. Par contre, comme repris dans le tableau 98, on observe que, suivant le type de commerce, les pommes peuvent peser plus ou moins lourd dans l'ensemble des achats. Bien naturellement, c'est quand on va chez le producteur ou à la ferme qu'on se déplace avant tout pour les pommes ; par contre dans les supermarchés et surtout dans les hypermarchés, on achète beaucoup d'autres choses que les pommes quand on s'y rend. Il conviendra donc de tenir compte du magasin visité pour répartir équitablement la dépense énergétique correspondant au déplacement d'achat entre les pommes et le reste des achats.

Tableau 98 : Part des pommes dans les achats suivant le type de magasin et le pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	14%	15%	9%	16%	14%
Épicerie de quartier	37%	31%	27%	37%	35%
Vente à la ferme	27%	25%	76%	55%	45%
Hypermarché	10%	11%	8%	7%	10%
Marché de plein air	38%	20%	29%	12%	26%
Autre vente directe du producteur	53%	21%		15%	41%
Magasin spécialisé en fruits et légumes	24%	28%	8%	15%	23%
Supermarché en périphérie	10%	8%	6%	10%	10%
Superette en centre ville	27%	20%	5%	49%	28%

La distance parcourue pour aller acheter des pommes est en moyenne de 3,69 km ; en Belgique, elle est de 3,8 km, en France urbaine, de 2,29 km, en France rurale, de 5,95 km et, au Royaume-Uni, de 3,66 km. Les valeurs extrêmes s'expliquent facilement par la densité urbaine ou au contraire la dispersion de l'habitat dans les deux catégories spatiales considérées pour la France.

Tableau 99 : Distance moyenne (en km) parcourue pour l'achat de pommes suivant le type de magasin et le pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	2.82	1.48	3.89	2.58	2.56
Épicerie de quartier	0.67	0.70	10.25	2.24	2.69
Vente à la ferme	2.60	0.50	8.33	3.44	4.13
Hypermarché	4.48	3.71	6.94	2.81	4.29
Marché de plein air	2.96	2.55	3.75	4.59	2.95
Autre vente directe du producteur	4.06	1.00		0.48	2.96
Magasin spécialisé en fruits et légumes	2.84	1.00	9.88	1.28	3.04
Supermarché en périphérie	5.26	4.29	6.63	6.02	5.56
Superette en centre ville	1.27	1.38	1.50	0.68	1.21

Le tableau 99 montre bien les différences de distance suivant le type de commerce visité. C'est tout naturellement les déplacements vers les supermarchés en périphérie qui impliquent les plus longues distances. Les superettes de centre ville sont les plus proches pour les achats ainsi que les épiceries de quartier si ce n'est la particularité de la France rurale où elles nécessitent les plus longs trajets (plus de 10 km, ce qui est la moyenne la plus importante de tout le tableau).

Tableau 100 : Modes utilisés pour les achats de pommes, par pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus	2%	1%	0%	6%	2%
voiture comme conducteur	68%	37%	69%	37%	55%
marche	19%	49%	20%	47%	31%
moto	0%	2%	0%	2%	1%
voiture comme passager	8%	6%	7%	5%	7%
train	0%	0%	2%	2%	1%
vélo	3%	5%	2%	2%	3%

La voiture reste le mode le plus utilisé (cf. tableau 100) sauf en France, en milieu urbain, où la marche prend la tête ainsi qu'au Royaume-Uni (où l'on peut soupçonner que la plupart des répondants résident également en milieu urbain). Tous les autres modes restent assez marginaux à l'exception du bus anglais.

Le type de commerce où les pommes sont achetées joue aussi un rôle dans la répartition des modes utilisés. Néanmoins, dans la plupart des cas, voiture et marche sont toujours les modes les plus empruntés. Le tableau 101 donne le détail de ces répartitions modales par type de magasin et par pays.

Tableau 101 : Modes utilisés suivant le type de commerce et le pays

Supermarché en centre ville					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus	2%			12%	4%
conducteur	67%	22%	56%	31%	48%
marche	27%	70%	44%	50%	43%
moto		4%			1%
passager				4%	1%
train				4%	1%
vélo	4%	4%			3%
Épicerie de quartier					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	33%		75%	6%	18%
marche	50%	80%	25%	78%	67%
passager				6%	3%
train				6%	3%
vélo	17%	20%		6%	9%
Vente à la ferme					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	80%		100%	50%	73%
marche	20%	100%		50%	27%
Hypermarché					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	76%	76%	63%	92%	77%
marche	9%	6%		8%	7%
moto		6%			1%
passager	15%	12%	25%		13%
vélo			13%		1%
Marché de plein air					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus	13%	2%			5%
conducteur	30%	29%	43%	33%	32%
marche	35%	51%	50%	33%	46%
passager	9%	10%	7%		9%
vélo	13%	7%		33%	9%
Autre vente directe du producteur					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	50%				33%
marche	13%	100%		100%	42%
passager	25%				17%
vélo	13%				8%
Magasin spécialisé en fruits et légumes					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	69%	36%	100%		59%
marche	31%	64%		100%	41%

Supermarché en périphérie					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus				6%	1%
conducteur	82%	71%	87%	46%	73%
marche	4%			34%	11%
moto	1%			6%	2%
passager	13%	14%	7%	9%	11%
train			7%		1%
vélo		14%			1%
Superette en centre ville					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus				25%	4%
conducteur	46%	50%	100%		43%
marche	54%	50%		75%	52%

Les utilisateurs de la voiture, qu'ils soient conducteurs ou passagers, pouvaient également indiquer le type de voiture utilisé ainsi que la nature du carburant consommé. On remarquera que le diesel arrive en tête en Belgique et dans la France rurale (où sa part de marché est plus de deux fois celle de l'essence). Les citadines sont les voitures les plus présentes. En Belgique, berlines, breaks et monospaces font ensuite jeu égal. Par contre, en France, les breaks et les monospaces sont beaucoup moins représentés. Notons enfin le très faible taux de pénétration des 4X4 si ce n'est au Royaume-Uni (mais où l'échantillon est assez restreint) où il atteint le niveau des autres types de voiture (à l'exception des citadines). En général, l'essence est davantage consommée dans les voitures citadines alors que le diesel est largement en tête pour les monospaces et les breaks et domine aussi, mais un peu moins nettement, dans la catégorie des berlines. Tous ces éléments sont détaillés dans le tableau 102

Tableau 102 : Type de voiture et carburant consommé, par pays

Tous						
	<i>4X4</i>	<i>berline</i>	<i>break</i>	<i>citadine</i>	<i>mono</i>	Total
<i>diesel</i>	5	47	43	45	44	184
<i>essence</i>	4	23	7	73	12	119
<i>lpg</i>		3	2	4	1	10
<i>NR</i>	1					1
Total	10	73	52	122	57	314
B						
	<i>4X4</i>	<i>berline</i>	<i>break</i>	<i>citadine</i>	<i>mono</i>	Total
<i>diesel</i>	2	26	32	24	31	115
<i>essence</i>		11	5	35	5	56
<i>lpg</i>		2		2	1	5
Total	2	39	37	61	37	176
F (urbain)						
	<i>4X4</i>	<i>berline</i>	<i>break</i>	<i>citadine</i>	<i>mono</i>	Total
<i>diesel</i>		10	2	8	6	26
<i>essence</i>		5		15	1	21
<i>lpg</i>		1				1
<i>NR</i>	1					1
Total	1	16	2	23	7	49
F(rural)						
	<i>4X4</i>	<i>berline</i>	<i>break</i>	<i>citadine</i>	<i>mono</i>	Total
<i>diesel</i>	1	9	4	10	5	29
<i>essence</i>		2		9	2	13
<i>lpg</i>			1	2		3
Total	1	11	5	21	7	45
UK						
	<i>4X4</i>	<i>berline</i>	<i>break</i>	<i>citadine</i>	<i>mono</i>	Total
<i>diesel</i>	2	2	5	3	2	14
<i>essence</i>	4	5	2	14	4	29
<i>lpg</i>			1			1
Total	6	7	8	17	6	44

Les déplacements pour aller acheter des pommes se font, dans deux tiers des cas, exclusivement pour ce motif. Dans le tiers restant, le déplacement est combiné avec au moins un autre motif.

Enfin, en général, 59 % des répondants achètent des pommes toute l'année, 31% davantage en saison et ils ne sont que 10% à n'acheter ce fruit qu'en saison. Ces chiffres se ventilent différemment si l'on considère le pays du répondant comme le prouve le tableau 103

Tableau 103 : Période d'achat de pommes, suivant le pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>
d'avantage en saison	32%	40%	44%	11%
toute l'année	60%	48%	31%	86%
en saison uniquement	8%	12%	25%	3%

Comme le montre le tableau 104, les achats de pommes sont surtout hebdomadaires, ensuite mensuels. On notera que ces deux fréquences sont au même niveau dans la France rurale.

Tableau 104 : Fréquence des achats de pommes, par pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
<i>Tous les jours</i>	0%	0%	0%	4%	1%
<i>Plusieurs fois par semaine</i>	2%	7%	2%	10%	5%
<i>Toutes les semaines</i>	63%	48%	41%	56%	56%
<i>Tous les mois</i>	27%	32%	41%	20%	29%
<i>Moins souvent</i>	7%	13%	17%	10%	10%

Pour terminer, notons que les commerces où les répondants ont l'habitude d'acheter leurs pommes ne suivent pas la distribution des endroits où ont été effectués les derniers achats repris dans l'enquête puisque la moitié des répondants répondent les hypermarchés. Par contre, en France urbaine, les marchés conservent la tête dans les habitudes comme dans les achats repris dans l'enquête.

Tableau 105 : Type de commerce où l'on achète habituellement des pommes, par pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
hypermarchés	62%	22%	41%	60%	50%
marchés de plein air	13%	41%	29%	7%	20%
magasins spécialisés	10%	14%	12%	6%	11%
supermarchés	15%	24%	19%	27%	20%

De tous ces éléments, on peut tirer la consommation énergétique et les émissions de CO₂ liées à l'achat d'un kilo de pommes. Vu les différences répertoriées, il paraît pertinent de différencier celles-ci suivant le pays et le type de magasin fréquenté. On prendra l'hypothèse que l'utilisation d'un autre mode de déplacement que la voiture n'implique pas une dépense énergétique, soit qu'il s'agisse d'un mode doux (marche ou vélo) soit qu'il s'agisse d'un transport en commun dont la dépense énergétique n'est que très marginalement influencée par le nombre de passagers.

La formule générale donnant les émissions de CO₂ pour un kilo de pommes acheté dans un magasin du type *m* dans un pays *p* (*p* = Belgique, France urbaine, France rurale ou Royaume-Uni) serait donc :

$$E_{m,p} = 1/P_{m,p} \times T_{m,p} \times D_{m,p} \times 2 \times (0.67 + 0.5 \times 0.33)^3 \times C_{m,p} \times$$

$$(\quad F_p \times (PFE_p \times CFE \times EE + PFD_p \times CFD \times ED + PFL_p \times CFL \times EL) +$$

$$B_p \times (PBE_p \times CBE \times EE + PBD_p \times CBD \times ED + PBL_p \times CBL \times EL) +$$

$$V_p \times (PVE_p \times CVE \times EE + PVD_p \times CVD \times ED + PVL_p \times CVL \times EL) +$$

$$S_p \times (PSE_p \times CSE \times EE + PSD_p \times CSD \times ED + PSL_p \times CSL \times EL) +$$

$$M_p \times (PXE_p \times CXE \times EE + PXD_p \times CXD \times ED + PXL_p \times CXL \times EL)$$

$$)$$

où

$P_{m,p}$ est le poids moyen d'un achat de pommes dans un magasin du type m dans le pays p (cf. tableau 97)

$T_{m,p}$ est la part des achats de pommes dans le total des achats pour un magasin du type m dans le pays p (cf. tableau 98)

$D_{m,p}$ est la distance moyenne parcourue (en km) pour acheter des pommes dans un magasin du type m dans le pays p (cf. tableau 99) [Rem : on multiplie ce nombre par 2 pour tenir compte du trajet aller-retour]

$C_{m,p}$ est la part de la voiture (conducteur et passager) dans les modes utilisés pour aller acheter des pommes dans un magasin du type m dans le pays p (cf. tableau 101)

F_p , B_p , V_p , S_p et M_p sont les parts respectives des 4X4, des berlines, des breaks, des citadines et des monospaces dans les voitures utilisées pour des achats de pommes dans le pays p (cf. tableau 102)

PxE_p , PxD_p et PxL_p (où $x = F, B, V, S$ ou M) sont les parts de marché de l'essence, du diesel et du LPG pour les véhicules du type x dans le pays p

CxE , CxD , CxL (où $x = F, B, V, S$ ou M) sont les consommations (en l/km) du type de véhicule x roulant respectivement à l'essence, au diesel ou au LPG

EE, ED et EL sont les émissions de CO₂ produites par la consommation d'un litre respectivement d'essence, de diesel ou de LPG.

Si on applique cette formule au cas d'un hypermarché de périphérie dans la France rurale, on obtient :

$$E_{p,Fr} = 1/1.05 \times 0.06 \times 6.63_p \times 2 \times (0.67 + 0.5 \times 0.33) \times 0.94 \times$$

$$(\quad 0.02 \times (1 \times CFD \times ED) +$$

$$0.24 \times (0.18 \times CBE \times EE + 0.82 \times CBD \times ED) +$$

$$0.11 \times (0.8 \times CVD \times ED + 0.2 \times CVL \times EL) +$$

$$0.47 \times (0.43 \times CSE \times EE + 0.48 \times CSD \times ED + 0.09 \times CSL \times EL) +$$

$$0.16 \times (0.29 \times CXE \times EE + 0.71 \times CXD \times ED)$$

$$)$$

Il suffit donc d'obtenir des consommations moyennes par type de véhicules et par carburant ainsi que les facteurs d'émissions de CO₂ par litre de carburant pour avoir la valeur chiffrée des émissions de CO₂ dues au déplacement du consommateur lors de l'achat d'un kilo de pommes

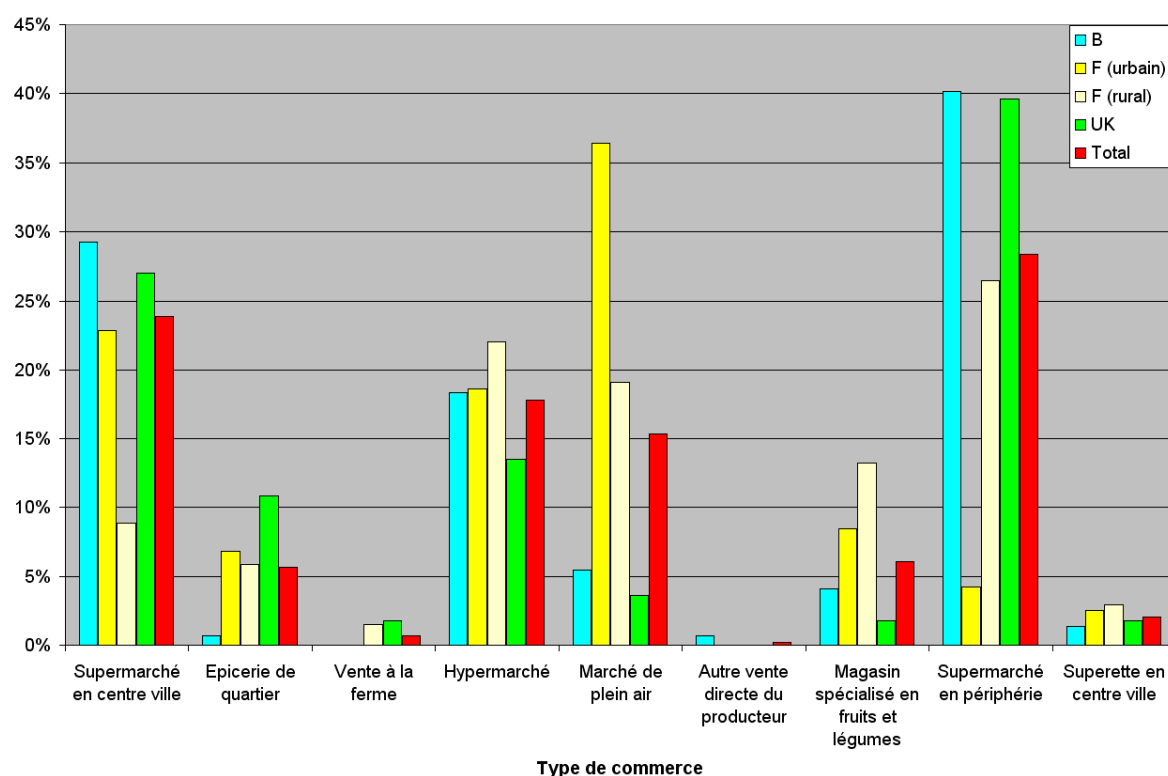
³ Ce facteur exprime le fait que l'achat est le motif exclusif du déplacement uniquement dans deux tiers des cas ; dans le tiers restant, les émissions sont réparties (à parts égales, ce qui est une hypothèse a priori) entre le motif achats et un autre motif.

Nous pouvons maintenant passer au cas des tomates. Comme pour les pommes, nous nous intéressons d'abord aux types de commerces dans lesquels on achète ses tomates. Le tableau 106 et la figure 42 montrent que, comme pour les pommes, la plupart des achats de tomates sont effectués dans des supermarchés de périphérie à l'exception de la France urbaine où, de nouveau, ce sont les marchés de plein air qui dominent. Contrairement aux pommes, les ventes directes du producteur ou de la ferme sont très marginales.

Tableau 106 : Répartition des achats de tomates par type de magasin

	B	F (urbain)	F (rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	29%	23%	9%	27%	24%
Épicerie de quartier	1%	7%	6%	11%	6%
Vente à la ferme	0%	0%	1%	2%	1%
Hypermarché	18%	19%	22%	14%	18%
Marché de plein air	5%	36%	19%	4%	15%
Autre vente directe du producteur	1%	0%	0%	0%	0%
Magasin spécialisé en fruits et légumes	4%	8%	13%	2%	6%
Supermarché en périphérie	40%	4%	26%	40%	28%
Superette en centre ville	1%	3%	3%	2%	2%

Figure 42 : Répartition des achats de tomates par type de magasin



Près d'un répondant sur deux (49%) ne se souvient pas du prix payé pour son achat de tomates ; ce chiffre monte à 58% au Royaume-Uni et même à 63% en Belgique mais n'atteint que 25% dans la France rurale (pour 39% dans la France urbaine). Pour ceux qui se souviennent du prix payé pour leur achat de tomates, la moyenne de celui-ci est de 2,11 € en Belgique, 2,46€ pour la France urbaine, 2,53 € pour la France rurale et 1,50 € au Royaume-Uni.

Ce prix moyen des achats est à mettre en relation avec le poids moyen des tomates achetées. Celui-ci est de 0,84 kg en Belgique, 1,1 kg en France urbaine, 1,09 kg en France rurale et de 0,68 kg au Royaume-Uni. Les achats moyens de tomates pèsent donc moins lourds que ceux de pommes.

Le tableau 107 indique qu'en Belgique, c'est dans les magasins spécialisés que sont réalisés les achats les plus « lourds ». Dans le même pays, on peut s'étonner du peu de poids d'un achat chez le producteur (mais ce chiffre est à prendre « cum grano salis » vu le peu d'observations). En France urbaine, supermarchés de centre ville, marchés et supermarchés de périphérie sont quasi à égalité en tête des poids les plus importants. Par contre, en France rurale, on retrouve la moyenne la plus élevée de tout le tableau (1,57 kg) dans les supermarchés de périphérie. Le Royaume-Uni se distingue enfin avec ses moyennes peu élevées alors que, rappelons le, c'est le pays où l'on trouve le plus grand pourcentage d'acheteurs de tomates dans notre échantillon.

Tableau 107 : Poids moyen des achats de tomates suivant le type de magasin et le pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
Supermarché en centre ville	0.75	1.18	0.67	0.61	0.82
Epicerie de quartier	0.25	0.82	0.94	0.66	0.75
Vente à la ferme			0.75	0.75	0.75
Hypermarché	0.77	1.02	1.12	0.71	0.90
Marché de plein air	0.88	1.22	0.73	1.13	1.08
Autre vente directe du producteur	0.25				0.25
Magasin spécialisé en fruits et légumes	1.39	0.85	1.06	0.25	1.02
Supermarché en périphérie	0.90	1.20	1.57	0.70	0.95
Superette en centre ville	0.88	0.58	0.75	0.75	0.72

Les achats de tomates représentent en moyenne 12% des achats réalisés à ce moment là. Une petite pointe à 15% est observée en France urbaine.

Lorsque l'on ventile ces résultats par type de commerce comme dans le tableau 108, on obtient des chiffres proches de ceux observés pour les pommes. On notera la petite part des tomates dans la vente directe du producteur mais, une fois de plus, il faut mentionner le peu d'observations sur lesquelles s'appuient ce résultat.

Tableau 108 : Part des tomates dans les achats suivant le type de magasin et le pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	11%	11%	5%	10%	10%
Épicerie de quartier	25%	41%	33%	18%	28%
Vente à la ferme			38%	10%	19%
Hypermarché	9%	8%	6%	9%	8%
Marché de plein air	24%	16%	18%	15%	18%
Autre vente directe du producteur	5%				5%
Magasin spécialisé en fruits et légumes	23%	17%	15%	10%	17%
Supermarché en périphérie	10%	9%	7%	8%	9%
Superette en centre ville	10%	8%	5%	5%	7%

La distance parcourue pour aller acheter des tomates est exactement la même que celle pour les achats de pommes : 3.69 km. Les valeurs ventilées par pays sont, quant à elles, différentes : 4.28 km en Belgique, 2.18 km en France urbaine, 7.47 km en France rurale et 2.17 km au Royaume-Uni.

Tableau 109 : Distance moyenne (en km) parcourue pour l'achat de tomates suivant le type de magasin et le pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	2.53	1.37	3.00	1.90	2.09
Épicerie de quartier	0.50	0.88	5.88	1.13	1.78
Vente à la ferme			15.00	6.24	9.16
Hypermarché	3.98	4.70	10.57	4.61	5.55
Marché de plein air	2.75	2.10	3.31	0.88	2.34
Autre vente directe du producteur	15.00				15.00
Magasin spécialisé en fruits et légumes	1.75	0.80	11.00	0.88	4.42
Supermarché en périphérie	6.16	2.00	7.94	1.82	4.76
Superette en centre ville	0.50	0.50	4.00	1.28	1.45

La ventilation de ces distances moyennes par type de commerce, présentée dans le tableau 109, montre bien l'impact de l'implantation (centre ou périphérie) des magasins sur les distances parcourues.

Tableau 110 : Modes utilisés pour les achats de tomates, par pays

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus	1%	1%	0%	7%	2%
voiture comme conducteur	71%	32%	79%	36%	53%
marche	18%	53%	15%	48%	34%
moto	0%	2%	0%	2%	1%
voiture comme passager	9%	6%	4%	4%	6%
train	1%	7%	1%	4%	3%
vélo	1%	1%	0%	7%	2%

C'est en voiture surtout qu'on va acheter des tomates. Mais la marche est également très présente et prend même la première place non seulement en France urbaine mais aussi au Royaume-Uni.

Tableau 111 : Modes utilisés suivant le type de commerce et le pays

Supermarché en centre ville					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Bus	2%	4%		20%	8%
conducteur	65%	26%	100%	17%	43%
Marche	26%	63%		63%	44%
Moto	0%	4%			1%
passager	2%	4%			2%
Train	5%				2%
Vélo	2%	4%		20%	8%
Épicerie de quartier					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	0%	13%	50%	8%	16%
Marche	100%	50%	50%	83%	68%
Vélo	0%	38%		8%	16%
Vente à la ferme					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur			100%	50%	67%
marche				50%	33%
Hypermarché					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	85%	73%	87%	80%	81%
marche	7%	14%		7%	8%
moto		5%			1%
passager	7%	9%	7%	7%	8%
vélo			7%	7%	3%
Marché de plein air					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	25%	16%	38%	25%	22%
marche	63%	65%	54%	75%	63%
passager	13%	7%	8%	0%	7%
vélo	0%	12%	0%	0%	7%
Autre vente directe du producteur					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
passager	100%				100%
Magasin spécialisé en fruits et légumes					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	50%	30%	89%		52%
marche	50%	70%	11%	100%	48%

Tableau 111(suite) : Modes utilisés suivant le type de commerce et le pays

Supermarché en périphérie					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
bus				5%	2%
conducteur	81%	80%	94%	43%	70%
marche	5%			39%	16%
moto				5%	2%
passager	14%	20%	6%	7%	10%
vélo				2%	1%
Supérette en centre ville					
	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
conducteur	50%		100%	50%	44%
marche	50%	100%			44%
vélo				50%	11%

Ici aussi les citadines sont le type de voitures le plus usité et ce quelque soit le pays. Les berlines sont aussi fort présentes, surtout en Belgique et en France urbaine.

Tableau 112 : Type de voiture et carburant consommé, par pays

Tous						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	5	50	27	37	40	159
essence	3	24	4	64	9	104
lpg			1	2		3
Total	8	74	32	103	49	266
B						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	1	25	20	19	21	86
essence		9	3	19	2	33
Total	1	34	23	38	23	119
F (urbain)						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel		10	2	4	9	25
essence		5		13	2	20
Total		15	2	17	11	45
F(rural)						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	2	11	2	10	8	33
essence		2	1	16	2	21
lpg			1	2		3
Total	2	13	4	28	10	57
UK						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	2	4	3	4	2	15
essence	3	8		16	3	30
Total	5	12	3	20	5	45

On se déplace exclusivement pour son achat de tomates dans 68% des cas (ce chiffre est fort proche de celui enregistré pour les pommes (67%)) et on ne combine ce motif avec un autre dans un même déplacement que dans 32% des cas.

Dans plus de la moitié des cas (53%), les répondants achètent des tomates toute l'année, 34% les achètent plutôt en saison et 13% uniquement en saison. Comme le montre le tableau 113, au Royaume-Uni, quasi tous les acheteurs (83%) achètent des tomates toute l'année. C'est en France rurale qu'on semble le plus attentif aux saisons.

Tableau 113 : Période d'achat de tomates, suivant le pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>
davantage en saison	39%	38%	47%	16%
toute l'année	58%	35%	24%	83%
en saison uniquement	3%	27%	29%	1%

Les achats de tomates sont aussi des achats fort fréquents mais un peu moins que ceux de pommes puisque, si la fréquence hebdomadaire est toujours la plus indiquée, elle est un peu moins présente ; la fréquence mensuelle gagnant, quant à elle, du terrain.

Tableau 114 : Fréquence des achats de tomates, par pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
<i>Tous les jours</i>	0%	0%	0%	1%	0%
<i>Plusieurs fois par semaine</i>	4%	16%	4%	7%	8%
<i>Toutes les semaines</i>	41%	48%	44%	58%	47%
<i>Tous les mois</i>	40%	30%	41%	29%	35%
<i>Moins souvent</i>	14%	7%	10%	5%	9%

Enfin, les magasins où l'on achète habituellement des tomates sont dans près de la moitié des cas (49%) des hypermarchés ; leur part monte même à 71% en Belgique. Les marchés sont quant à eux majoritairement (41%) cités en France urbaine..

Tableau 115 : Type de commerce où l'on achète habituellement des tomates, par pays

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
Hypermarchés	71%	23%	43%	53%	49%
Marchés de plein air	9%	41%	21%	6%	18%
Magasins spécialisés	6%	15%	16%	10%	11%
Supermarchés	14%	22%	21%	31%	21%

Comme pour les pommes, et en utilisant la même formule mais en reprenant les éléments spécifiques aux tomates dans les tableaux ci-dessus, on peut utiliser les résultats présentés ici pour calculer les consommations énergétiques et les émissions de CO₂ causées par l'achat d'un kilo de tomates. Ces chiffres peuvent alors compléter les estimations liées à la chaîne logistique dans son cheminement du producteur au consommateur et on peut mesurer, avec toutes les précautions d'usage pour la pertinence des valeurs exactes calculées, combien de grammes de CO₂ sont produites pour amener un kilo de tomates de son lieu de production à son lieu de consommation.

Une autre méthodologie pourrait également être utilisée. Elle consisterait à prendre, pour chacun des éléments intervenant dans la formule permettant d'estimer les émissions, non plus les valeurs moyennes relevées mais bien les valeurs extrêmes. Nous obtiendrions ainsi une borne supérieure sur les émissions de CO₂ causées par le transport d'un kilo de tomates du magasin au lieu de consommation. Ce serait donc en quelque sorte le cas le plus « grave ».

Une autre manière de procédé consiste simplement en des calculs de moyennes statistiques sur base des observations recueillies. Pour ce, dans un premier temps, nous avons associé à chaque enregistrement d'achat (pommes ou tomates), les émissions de CO₂ associées. Il s'agit en fait du CO₂ émis pour acheter un kilo du fruit⁴ considéré. On a donc d'abord calculé la distance parcourue en prenant l'hypothèse que la distance enregistrée⁵ doit être multipliée par 2 (pour tenir compte du trajet aller-retour) mais doit être ensuite divisée par 2 si l'achat n'était pas le motif exclusif du déplacement⁶. Cette distance est ensuite divisée par le poids de l'achat de fruits⁷. On estime ensuite la consommation énergétique associée à cette distance en fonction du type de véhicules utilisé et du carburant employé. Pour ce faire, on a eu recours aux paramètres suivants

	Consommation diesel (l/km)	Consommation essence (l/km)	Consommation LPG (l/km)
<i>4X4</i>	0.1	0.11	0.12
<i>berline</i>	0.06	0.07	0.08
<i>break</i>	0.07	0.07	0.09
<i>citadine</i>	0.04	0.05	0.06
<i>mono</i>	0.06	0.07	0.09

Ensuite on a déduit de ces consommations les émissions de CO₂ en se basant sur les facteurs suivants :

	Emissions (gr CO ₂ /l)
<i>Diesel</i>	2951
<i>Essence</i>	2841
<i>LPG</i>	1763

Une fois toutes ces valeurs calculées, il est alors possible, pour les pommes comme pour les tomates, de donner les émissions moyennes et maximales par type de magasin et par pays. Celles-ci sont reprises dans les tableaux suivants : le tableau 116 donne les valeurs moyennes pour les pommes, le

⁴ Pommes ou tomates

⁵ Nous avons en fait des intervalles de distance et nous considérons ici le milieu de cet intervalle.

⁶ Si on se déplace pour plusieurs motifs (p.ex. acheter des pommes en revenant du bureau), nous avons pris la convention de n'affecter que la moitié de la distance (et donc de la consommation énergétique) au motif d'achat.

⁷ En fait, on prend le poids de l'achat de fruits multiplié par la part de cet achat dans l'ensemble total des achats. ; p.ex. si on a acheté 2 kg de pommes et que cela représente 10% des achats, on divisera la distance par 20.

tableau 117 les émissions maximales pour les pommes, le tableau 118 les émissions moyennes cette fois pour les tomates et enfin le tableau 119 reprend les valeurs maximales toujours pour les tomates.

Tableau 116 : Émissions (en gr CO₂) moyennes pour l'achat d'un kilo de pommes

	<i>B</i>	<i>F(urbain)</i>	<i>F(rural)</i>	<i>UK</i>	<i>Total</i>
Supermarché en centre ville	53	131	82	43	71
Épicerie de quartier	0	0	218	0	30
Vente à la ferme	210	0	329	345	248
Hypermarché	169	105	94	104	135
Marché de plein air	99	80	187	38	103
Autre vente directe du producteur	125	0			100
Magasin spécialisé en fruits et légumes	70	28	56	0	52
Supermarché en périphérie	144	58	252	68	136
Superette en centre ville	24	22	62	0	23
Tous types confondus	110	80	171	55	101

Tableau 117 : Émissions (en gr CO₂) maximales pour l'achat d'un kilo de pommes⁸

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	553	2921	354	477	2921
Épicerie de quartier	1	0	620	6	620
Vente à la ferme	682	0	785	691	785
Hypermarché	2582	888	295	682	2582
Marché de plein air	664	1160	1180	114	1180
Autre vente directe du producteur	431	0			431
Magasin spécialisé en fruits et légumes	443	236	177	0	443
Supermarché en périphérie	2699	114	2125	682	2699
Superette en centre ville	165	79	118	0	165
Tous types confondus	2699	2921	2125	691	2921

Tableau 118 : Émissions (en gr CO₂) moyennes pour l'achat d'un kilo de tomates⁹

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	112	20	64	41	66
Épicerie de quartier	0	8	345	1	72
Vente à la ferme			1328	159	549
Hypermarché	177	88	207	152	154
Marché de plein air	140	110	131	57	116
Autre vente directe du producteur	1062				1062
Magasin spécialisé en fruits et légumes	203	9	200	0	119
Supermarché en périphérie	514	39	166	37	289
Superette en centre ville	14	0	36	12	14
Tous types confondus	295	64	188	53	161

Tableau 119 : Émissions (en gr CO₂) maximales pour l'achat d'un kilo de tomates¹⁰

	B	F(urbain)	F(rural)	UK	Total
Supermarché en centre ville	2015	213	177	477	2015
Épicerie de quartier	0	53	952	9	952
Vente à la ferme			1328	318	1328
Hypermarché	1180	663	1239	682	1239
Marché de plein air	885	3828	567	114	3828
Autre vente directe du producteur	1062				1062
Magasin spécialisé en fruits et légumes	1180	39	590	0	1180
Supermarché en périphérie	16194	106	826	170	16194
Superette en centre ville	28	0	59	24	59
Tous types confondus	16194	3828	1328	682	16194

Nous nous sommes ensuite intéressés à des analyses de variance (ANOVA) pour vérifier si certains facteurs jouent un rôle déterminant dans les moyennes d'émissions. Le principe consiste donc à diviser les observations en un certain nombre de groupes définis par les modalités d'une variable indépendante (p.ex. le pays) et à voir si les moyennes observées dans chacun des groupes sont statistiquement différentes, entre elles et par rapport à la moyenne générale.

⁸ Un outlier (plus de 23 000 gr) a été retiré de l'échantillon

⁹ Un outlier (plus de 23 000 gr) a été retiré de l'échantillon

¹⁰ Un outlier (plus de 23 000 gr) a été retiré de l'échantillon

Ainsi, nous avons rassemblé toutes les observations et nous avons examiné si le fruit acheté (pommes ou tomates) était discriminant pour la moyenne (d'émissions de CO₂). Dans un premier temps, nous avons appliqué le test de Brown et Forsythe¹¹ pour vérifier l'homogénéité des variances dans les différents groupes formés (condition nécessaire pour pouvoir recourir à l'ANOVA). Le résultat est un p de 0,1496 (c.-à-d. un F de 2,08) qui permet de conclure que « les variances ne sont pas significativement hétérogènes ». L'ANOVA est alors appliquée et donne les résultats suivants :

RAPPORT DÉTAILLÉ

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
pomme	479	48327.8322	100.893178	79464.3219
tomate	422	81867.364	193.998493	1182375.41

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	1944787.35	1	1944787.35	3.2633097	0.07118028	3.851823749
À l'intérieur des groupes	535763992	899	595955.497			
Total	537708779	900				

On peut donc en déduire que les moyennes entre pommes et tomates ne sont pas statistiquement différentes.

Prenons maintenant les pommes et groupons les achats par pays. De nouveau, le test de Brown et Forsythe est appliqué et donne des résultats satisfaisants :

Test de Brown et Forsythe sur les variances des groupes, utilisant les écarts à la <u>médiane</u>							
Sources	ddl	SCE	CM	F	p	F limite 5%	F limite à 1%
Traitements	3	424063.1	141354.4	1.88	0.1327	2.62	3.82
Résiduelle	475	35786145	75339.25				
Totale	478	36210208					
Les variances ne sont pas significativement hétérogènes							

Et l'ANOVA indique de nouveau une homogénéité des moyennes

¹¹ Ce test a été préféré au test de Levene car les distributions des observations ne sont pas symétriques.

RAPPORT DÉTAILLÉ

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
B	227	24889.5378	109.645541	78321.8928
F urbain	109	8686.66965	79.694217	106455.889
F rural	59	10098.8991	171.167782	114448.186
UK	84	4652.72565	55.3895911	19473.4091

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	531674.33	3	177224.777	2.24770796	0.08200075	2.62367905
À l'intérieur des groupes	37452271.5	475	78846.8874			
Total	37983945.9	478				

Remarquons cependant qu'un test d'intervalles multiples de Ryan-Einot-Gabrel-Welsch classe les moyennes en 2 catégories : France rurale et Belgique d'un côté, Belgique-France urbaine – Royaume-Uni de l'autre :

Les moyennes avec la même lettre ne sont pas très différentes.				
REGWQ	Groupement	Moyenne	Nb	PAYS
	A	171.17	59	F rural
B	A	109.65	227	B
B		79.69	109	F urbain
B		55.39	84	UK

Le groupement des achats de pommes peut aussi se faire suivant le type de magasin. Là encore, on n'observe pas d'hétérogénéité significative des variances. Et l'ANOVA ne permet toujours pas de conclure à des différences significatives entre moyennes

RAPPORT DÉTAILLÉ

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
CENTRE	102	7254.45702	71.1221276	89890.7667
ÉPICERIE	29	879.85984	30.3399945	13917.8058
FERME	11	2729.29571	248.117792	99996.0669
HYPER	66	8888.26025	134.67061	118832.259
MARCHE	79	8103.98696	102.582113	59361.0698
PRODUC	10	1003.76468	100.376468	20409.6973
SPECIAL	32	1654.87363	51.714801	10005.9155
SUPER	127	17289.1106	136.134729	108736.817
SUPERETTE	23	524.223524	22.7923271	1919.07466

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	924129.628	8	115516.203	1.46499959	0.16752298	1.95809946
À l'intérieur des groupes	37059816.2	470	78850.6728			
Total	37983945.9	478				

On peut maintenant refaire le même exercice avec les tomates. En groupant par pays, on a encore un test de Brown et Forsythe n'indiquant pas d'hétérogénéité significative et l'ANOVA ne permet pas de conclure à des moyennes dissemblables ; c'est même le cas où l'on observe l'écart le plus important entre le F calculé et le F critique.

RAPPORT DÉTAILLÉ

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
B	144	42518.6091	295.268119	1925508.53
F urbain	116	7452.58657	64.2464359	132163.197
F rural	68	12758.2695	187.621611	84792.4836
UK	94	19137.8988	203.594668	2130229.19

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	3441147.85	3	1147049.28	0.96991477	0.40680357	2.62625122
À l'intérieur des groupes	494338898	418	1182628.94			
Total	497780046	421				

Pour les achats de tomates groupés par type de magasin, nous avons un dernier test d'hétérogénéité des variances négatif :

Sources	ddl	SCE	CM	F	p	F limite 5%	F limite à 1%
Traitements	8	7850625	981328.1	0.84	0.5692	1.96	2.55
Résiduelle	413	4.83E+08	1170495				
Totale	421	4.91E+08					
Les variances ne sont pas significativement hétérogènes							

et toujours le même type de résultats pour l'ANOVA.

RAPPORT DÉTAILLÉ

Groupes	Nombre d'échantillons	Somme	Moyenne	Variance
CENTRE	102	6700.89693	65.6950679	46654.3743
ÉPICERIE	20	1440.3792	72.01896	51953.4454
FERME	3	1646.142	548.714	480718.095
HYPER	75	11535.8238	153.810985	62579.7453
MARCHE	66	7675.88833	116.301338	239571.798
PRODUC	1	1062.36	1062.36	#DIV/0!
SPECIAL	26	3106.35793	119.475305	67987.1865
SUPER	120	48574.5846	404.788205	3864011.1
SUPERETTE	9	124.9312	13.8812444	414.974411

ANALYSE DE VARIANCE

Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	9396013.85	8	1174501.73	0.99321268	0.44061385	1.96082794
À l'intérieur des groupes	488384032	413	1182527.92			
Total	497780046	421				

Que conclure de cela ? Essentiellement que les émissions de CO₂ et ipso facto les comportements dans les déplacements d'achats qui causent ces émissions ne suivent pas une loi statistique dépendant des paramètres étudiés (c.-à-d. pays, type de magasin ou fruit) et que les comportements sont très hétérogènes à l'intérieur de chacun des groupes formés lors de cette analyse. En caricaturant, on pourrait dire que le comportement d'un consommateur français achetant des pommes dans un supermarché ne se rapproche pas plus de celui d'un autre français faisant la même chose que de celui d'un anglais faisant le même achat mais dans une épicerie.

2 Pour les achats de meubles

L'achat de meubles est, bien entendu, beaucoup moins fréquent que l'achat de fruits. Ainsi, dans les 604 personnes qui ont répondu à notre enquête, seules 205 (soit 34%) ont acheté une bibliothèque ou une commode dans le courant de l'année écoulée. Malheureusement, dans ces 205 réponses, seules 165 sont exploitables, les autres ne comportant pas les éléments relatifs aux déplacements d'achats pour ces meubles.

Avant d'aller plus loin, signalons déjà que sur ces 165 répondants, 68 (41%) déclarent avoir acheté une commode dans les douze derniers mois alors qu'ils sont 128 (77%) à avoir acheté une bibliothèque¹². Notons aussi que 25 (37%) achats de commodes et 91 (71%) achats de bibliothèque ont été effectués chez IKEA, c'est dire la place prépondérante de cette chaîne. Nous regrettons d'autant plus de ne pas avoir eu l'opportunité de collaborer avec elle et d'obtenir des données sur les chaînes logistiques qu'elle met en place.

Dans les acheteurs de commode, 33(49%) sont belges, 26(38%), français et 9(13%) anglais. Par contre, parmi les acheteurs de bibliothèque, on trouve autant de belges (56 soit 44%) que de français (55 soit 43%), les anglais étant beaucoup moins représentés (17 ou 13%). Il conviendra donc de prendre les résultats concernant le Royaume-Uni cum grano salis vu le petit nombre d'observations disponibles.

Outre IKEA déjà mentionné plus haut, les types de magasins où l'on achète des commodes sont repris dans le tableau 120. Il y apparaît assez nettement que les hypermarchés du meuble (style Conforama) sont surtout fréquentés en France alors que les « petits » magasins spécialisés trouvent surtout une clientèle en Belgique et au Royaume-Uni.

Tableau 120 : Répartition des achats de commode par type de magasin et par pays¹³

	B	F	UK	Total
<i>Sur catalogue</i>		12% (3)		4% (3)
<i>Supermarché « généraliste »</i>	3% (1)	4% (1)		3% (2)
<i>Hypermarché du meuble</i>	3% (1)	12%(3)	11% (1)	7% (5)
<i>IKEA</i>	36% (12)	42% (11)	22% (2)	37% (25)
<i>Via internet</i>	9% (3)	4% (1)		6% (4)
<i>Magasin spécialisé en meubles</i>	48%(16)	27% (7)	67% (6)	43% (29)

Pour ce qui est des bibliothèques où IKEA est encore plus présent, la répartition des achats entre types de magasin est donnée dans le tableau 121. Une nouvelle fois, la seconde place (derrière IKEA) est occupée par les hypermarchés du meuble en France et par les magasins spécialisés en Belgique et au Royaume-Uni. Comme on peut le voir dans les deux tableaux, les nombres d'observations dans chaque catégorie sont peu importants et nous ne hasarderons donc pas à tenter de mettre en avant des types de comportement de mobilité différents par type de magasin ; nous nous contenterons de rester à un niveau de stratification par pays (bien que à ce niveau également les réponses en provenance du Royaume-Uni sont peu nombreuses et qu'il faudra de ce fait ne pas accorder une importance exagérée aux résultats obtenus pour ce pays)

¹² Par conséquent, 31 ont acheté les deux meubles

¹³ Les chiffres entre parenthèses sont les nombres d'observations.

Tableau 121 : Répartition des achats de bibliothèque par type de magasin et par pays¹⁴

	B	F	UK	Total
<i>Sur catalogue</i>	2% (1)			1% (1)
<i>Supermarché « généraliste »</i>	8% (4)	4% (2)	6% (1)	6% (7)
<i>Hypermarché du meuble</i>	4% (2)	16% (8)		8% (10)
<i>IKEA</i>	75% (40)	76% (39)	75% (12)	76% (91)
<i>Via internet</i>			6% (1)	1% (1)
<i>Magasin spécialisé en meubles</i>	11% (6)	4% (2)	13% (2)	8% (10)

En moyenne, on fait 22 km¹⁵ pour acheter une commode, cette moyenne est peu différente par pays (24 km en Belgique, 19 km en France et 23 km au Royaume-Uni). Les différences sont plus marquées en ce qui concerne les bibliothèques : si la distance parcourue est, pour l'ensemble des observations, en moyenne de 33 km, elle monte à 44 km en Belgique alors qu'elle n'atteint que 27 km en France et même seulement 14 km au Royaume-Uni. On se déplace donc plus en France et surtout en Belgique pour acheter une bibliothèque que pour acheter une commode alors qu'on retrouve la situation inverse au Royaume-Uni. Le cas de la Belgique peut s'expliquer par le fait que les achats de bibliothèques se font essentiellement chez IKEA et que cette chaîne ne possède que quelques magasins en Belgique, ce qui oblige à parcourir de plus longues distances pour s'y rendre.

Le moyen de transport utilisé majoritairement pour aller acheter une commode est la voiture (78% au total, 85% en Belgique, 69% en France et 78% au Royaume-Uni). Cette prédominance est encore plus marquée en ce qui concerne les bibliothèques puisque, dans ce cas, 93% (98% en Belgique, 96% en France mais seulement 69% au Royaume-Uni¹⁶) des déplacements sont effectués en voiture.

Nous allons maintenant nous intéresser aux types de voitures utilisés ainsi qu'aux carburants ; le détail de ces informations est fourni dans les tableaux 122 et 123 pour respectivement les commodes et les bibliothèques. Il en ressort que la motorisation diesel domine (essentiellement en Belgique) sauf au Royaume-Uni où l'essence est toujours davantage employée. Aucun type de voiture ne se détache vraiment mais il faut signaler que les 4X4 sont particulièrement absents.

¹⁴ Les chiffres entre parenthèses sont les nombres d'observations.

¹⁵ Trajet aller.

¹⁶ Mais rappelons une fois encore le peu d'observations pour ce pays (on parle ici de 11 déplacements en voiture sur 16).

Tableau 122 : Utilisation des différents types de voitures et des différents carburants lors de l'achat d'une commode

Tous pays confondus						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	1	14	7	5	12	39
essence	1	1	2	9	1	14
Total	2	15	9	14	13	53
B						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	1	9	3	3	9	25
essence	1			2		3
Total	2	9	3	5	9	28
F						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel		5	3	2	3	13
essence				5		5
Total		5	3	7	3	18
UK						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel			1			1
essence		1	2	2	1	6
Total		1	3	2	1	7

Tableau 123 : Utilisation des différents types de voitures et des différents carburants lors de l'achat d'une bibliothèque

Tous pays confondus						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	2	17	21	16	19	75
essence	1	5	6	21	4	37
Total	3	22	27	37	23	112
B						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	1	3	16	9	11	40
essence		2	1	9		12
Total	1	5	17	18	11	52
F						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel		14	4	6	8	32
essence		1	3	11	2	17
Total		15	7	17	10	49
UK						
	4X4	berline	break	citadine	mono	Total
diesel	1		1	1		3
essence	1	2	2	1	2	8
Total	2	2	3	2	2	11

Les achats de meubles restent un motif pour un déplacement particulier puisque, dans 84% des cas pour la commode et 81% des cas pour la bibliothèque, on se déplace exclusivement en vue de cet achat¹⁷. Les différences entre pays ne sont pas énormes (pour la commode, 81% en Belgique, 90% en France et 78% au Royaume-Uni ; pour la bibliothèque, 90% en Belgique, 72% en France et 79% au Royaume-Uni).

Le déplacement réalisé pour l'achat n'est pas toujours le seul causé par celui-ci. Il peut y avoir des visites préliminaires avant de fixer son choix et d'acquérir le bien. En moyenne, pour les commodes, on effectue préalablement 1,45 déplacement (1,40 en Belgique, 1,46 en France et 1,61 au Royaume-Uni). Par contre, ce nombre moyen de déplacements « en amont » de l'achat est beaucoup moindre pour les bibliothèques : il n'est que de 0,86 (0,48 en Belgique, 1,06 en France et 1,50 au Royaume-Uni). On peut, avec toutes les précautions d'usage, avancer une explication à cette différence : les bibliothèques semblent être avant tout un achat réalisé chez IKEA ; on a alors tout le loisir de consulter leur catalogue à domicile et on ne se préoccupe pas de l'offre existant dans les autres magasins.

La consommation énergétique liée à la livraison peut être considérée comme faible puisque, pour la commode, on ramène son achat dans son véhicule dans 64% des cas et il est livré lors d'une tournée dans 19% supplémentaires. Un réel déplacement occasionné par la livraison d'une commode n'intervient donc que dans 17% des achats. Cette situation est encore plus flagrante pour les bibliothèques qui sont ramenées dans le véhicule de l'acheteur dans 83% des cas, 6% étant livrées lors de tournées. Un déplacement supplémentaire n'est donc nécessaire que dans 11% des cas. Nous avons obtenu d'une grande marque en France des données énergétiques sur ces trajets de livraison à domicile, qui ne sont pas automatiquement 'meilleurs' que les trajets consommateurs. Cela est présenté dans les résultats de la chaîne du meuble.

Nous pouvons maintenant estimer la consommation énergétique et les émissions de CO₂ résultant des déplacements des consommateurs en vue de l'achat de meubles (plus précisément de commodes et de bibliothèques). Pour se faire, nous nous baserons sur les hypothèses suivantes :

- seuls les déplacements en voiture seront pris en compte ; nous estimons que l'utilisation des transports en commun ne génère pas de consommation additionnelle directement liée à l'achat de meubles ;
- la distance des réponses sera doublée pour tenir compte d'un trajet aller-retour ;
- par contre, lorsque le déplacement n'est pas réalisé exclusivement pour un achat de meuble, nous ne tiendrons compte que de la moitié de la consommation, l'autre moitié étant affectée à l' (aux) autre(s) motif(s) ;
- nous supposons que chacune des visites préliminaires a engendré la même consommation que le déplacement purement lié à l'achat ;
- les consommations ont été estimées suivant le tableau suivant :

	Consommation diesel (l/km)	Consommation essence (l/km)
<i>4X4</i>	0.1	0.11
<i>berline</i>	0.06	0.07
<i>break</i>	0.07	0.07
<i>citadine</i>	0.04	0.05
<i>mono</i>	0.06	0.07

¹⁷ Dans le reste des cas, ce déplacement est aussi réalisé pour un autre motif (p.ex. passer acheter un meuble en rentrant du bureau).

- enfin, les émissions ont été calculées en tenant compte des coefficients suivants :

	Emissions (gr CO ₂ /l)
<i>Diesel</i>	2951
<i>Essence</i>	2841

Nous obtenons ainsi pour les commodes les moyennes suivantes

Pays	Gr CO ₂
B	18754
F	18647
UK	19090
Ensemble des réponses	18761

avec les cas extrêmes

Pays	Max Gr CO ₂
B	132795
F	216899
UK	102276
Ensemble des réponses	216899

Pour les bibliothèques les émissions moyennes sont de¹⁸

Pays	Gr CO ₂
B	20973
F	17886
UK	7183
Ensemble des réponses	17912

avec des valeurs maximales de

Pays	Max Gr CO ₂
B	108449
F	216899
UK	33410
Ensemble des réponses	216899

S'il fallait résumer tout cela en un chiffre, nous dirions que lorsqu'il achète un meuble, un consommateur se déplace et émet de ce fait en moyenne grosso modo **18 kg de CO₂**.

¹⁸ Le résultat assez discordant pour le Royaume-Uni nous incite à répéter nos avertissements quant à la significativité des indicateurs estimés pour ce pays.

Abréviations

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
AIE	Agence Internationale de l'Energie (IEA)
CCNUCC	Convention Cadre des Nations Unies pour le Changement Climatique
CIVAM	Centre d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural
CSRG	Continuous Survey on Road Goods Transport
CTIFL	Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes
CRIOC	Centre de recherche et d'information des organisations de consommateurs
DEFRA	Department for Environment, Food & Rural Affairs
DOM	Département d'Outre Mer
DGEMP	Direction Générale de l'Énergie et des Matières Premières
DIY	Do-It-Yourself
EVP	Equivalent vingt pieds
FRCIVAM	Fédération Régionale des Centres d'Initiatives pour Valoriser l'Agriculture et le Milieu rural
gep	Gramme équivalent pétrole
geC	Gramme équivalent Carbone
geCO ₂	Gramme équivalent CO ₂
GES	Gaz à effet de serre
GHM	Grossiste hors marché
GJ	Gigajoule
GRT	Groupe de Recherche sur les Transports
GSM	Grossiste sur marché
HPM	Home Production Marketed
HS	Hémisphère Sud
IEA	International Energy Agency (AIE)
IPEA	Institut de Promotion et d'Etude de l'Ameublement
INRETS	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
kgoe	Kilogramme oil equivalent
kgCO ₂ eq	Kilogramme CO ₂ equivalent
kWh	Kilowatt heure
£m	Million de Livre sterling
MWh	Mégawatt heure
Mtoe	Million tonnes oil equivalent
N°	Numéro
NS	Grossistes non spécialisés
NZ	Nouvelle Zélande
PCI	Pouvoir calorifique inférieur (= contenu énergétique du combustible)
PTAC	Poids total autorisé en charge
PTRA	Poids total roulant autorisé
RHD	Restauration hors domicile
SESP	Service Economie, Statistiques et Prospective
SitraM	Système d'information sur les transports de Marchandise
tep	Tonne équivalent pétrole
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit (équivalent vingt pieds ou EVP)
toe	Tonne oil equivalent
TRM	Transports Routiers de Marchandises (enquête nationale sur les ..)
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
UE	Union Européenne
UK	United Kingdom (Royaume-Uni)
UoW	University of Westminster
VA	Valeur ajoutée

Index des tableaux

Tableau 1 : Énergie du trajet consommateur, fruits & légumes (en gep/kg)	VI
Tableau 2 : Énergie du trajet consommateur, meuble selon le pays	VII
Tableau 3: Principaux indicateurs transport et unités de mesure collectées dans l'enquête*	4
Tableau 4: Équivalences énergétiques et facteurs d'émissions utilisés pour les produits pétroliers en France	5
Tableau 5: Équivalences énergétiques et facteurs d'émissions utilisés pour les produits pétroliers au Royaume - Uni.....	6
Tableau 6 : Facteurs de conversion pour l'énergie, la consommation de carburant et les émissions de CO ₂ , utilisés en Nouvelle Zélande	6
Tableau 7: Équivalences énergétiques et facteurs d'émissions utilisées pour l'électricité	7
Tableau 8 : Comparaison des facteurs d'émission de l'électricité pour les chiffres de cette étude et ceux des principales sources de référence	8
Tableau 9: Autres facteurs de conversion utilisés pour les calculs énergétiques et les calculs d'émissions de CO ₂ des transports de marchandises:.....	8
Tableau 10: Facteurs de conversion standard pour l'énergie *	8
Tableau 11: Facteurs et unités de mesure pour l'énergie.....	8
Tableau 12 : Répartition des acheteurs selon le produit acheté, par pays.....	14
Tableau 13: Répartition des répondants par diplôme et par pays	14
Tableau 14: Répartition des achats de pommes par type de magasin	15
Tableau 15: Répartition des achats de tomates par type de magasin	15
Tableau 16: Part des déplacements en voiture pour l'achat de F & L suivant le type de commerce et le pays	16
Tableau 17: Poids total d'achats par trajet consommateur suivant le type de magasin et le pays, en kilogrammes de produit.....	16
Tableau 18: Distance des déplacements d'achat suivant le type de magasin et le pays, en kilomètres	17
Tableau 19: Part des déplacements pour l'achat de F & L avec ce seul motif.....	17
Tableau 20: Moyenne de consommation considérée par type de véhicule selon le carburant (l/km)	18
Tableau 21: Énergie moyenne consommée par le déplacement du consommateur (en gep/kg)	18
Tableau 22: Émissions moyennes générées par le déplacement du consommateur (en geCO ₂ /kg)	19
Tableau 23: Part des déplacements en voiture pour l'achat de meubles suivant le pays	20
Tableau 24: Part des déplacements en voiture pour l'achat de meubles suivant le type de magasin.....	20
Tableau 25: Part des déplacements pour l'achat de meubles avec un seul motif selon le pays	20
Tableau 26: Part des déplacements pour l'achat de meubles avec un seul motif selon le type de magasin	21
Tableau 27: Distance moyenne des déplacements d'achat suivant le pays (Km).....	21
Tableau 28: Distance des déplacements d'achat suivant le type de magasin (Km).....	21
Tableau 29 : Nombre de visites préliminaires par achat suivant le pays	21
Tableau 30 : Nombre de visites préliminaires par achat suivant le type de magasin.....	21
Tableau 31: Distance parcourue pour l'achat d'un meuble selon le pays (Km)	22
Tableau 32: Distance parcourue pour l'achat d'un meuble selon le type de magasin	22
Tableau 33: Consommation d'énergie du trajet consommateur de meuble selon le pays	22
Tableau 34: Énergie du trajet consommateur de meuble selon le type de magasins	22

Tableau 35: Émissions de GES du trajet consommateur de meuble selon le pays	22
Tableau 36: Émissions de GES du trajet consommateur selon le type de magasins	23
Tableau 37 : Comparaison 2005-2008 de l'énergie du trajet consommateur (gep/kg).....	23
Tableau 38: Magasins visités avant l'achat: moyenne française	58
Tableau 39: Distance parcourue pour l'achat d'un meuble.....	58
Tableau 40 : Émissions de différentes chaînes de commercialisation d'une commode en pin en geCO ₂ /kg	71
Tableau 41: Comparaison des déplacements d'achat en France, suivant la commune de résidence	74
Tableau 42: Facteurs d'émission pour l'électricité en France (facteurs mensuels de la production électrique d'EDF en 2005)	94
Tableau 43: Facteurs d'émission pour l'électricité dans les pays repris dans l'annexe 1 de la CCNUCC.....	95
Tableau 44: Équivalence énergie - facteurs d'émissions des combustibles en France	97
Tableau 45: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Production	99
Tableau 46: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Trajets routiers	100
Tableau 47: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Trajets maritimes.....	101
Tableau 48: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Entrepôts	102
Tableau 49: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Magasins	102
Tableau 50: Chaînes de la pomme et de la tomate- Consommation d'énergie du trajet consommateur (en gep/kg d'achat)	103
Tableau 51: Chaînes de la pomme et de la tomate- Émissions de GES du trajet consommateur (en geCO ₂ /kg d'achat).....	103
Tableau 52: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Synthèse énergie en gep/kg ...	104
Tableau 53: Chaînes de la pomme vendue en hypermarché - Synthèse CO ₂ en geCO ₂ /kg ...	105
Tableau 54: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Trajets routiers	106
Tableau 55: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Entrepôts	107
Tableau 56: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Magasins	107
Tableau 57: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Synthèse énergie en gep/kg	108
Tableau 58: Chaînes des grossistes pour la distribution de la pomme - Synthèse CO ₂ en geCO ₂ /kg	109
Tableau 59: Vente directe chez le producteur de pommes - Production.....	110
Tableau 60: Vente directe chez le producteur de pommes - Synthèse énergie en gep/kg	110
Tableau 61: Vente directe chez le producteur de pommes - Synthèse GES en geCO ₂ /kg.....	110
Tableau 62: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Production.....	111
Tableau 63: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Trajets routiers	112
Tableau 64: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Entrepôts	113
Tableau 65: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Magasins	113
Tableau 66: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Synthèse énergie en gep/kg	114
Tableau 67: Chaînes des grossistes pour la distribution de la tomate - Synthèse CO ₂ en geCO ₂ /kg	115
Tableau 68: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Trajets routiers	116
Tableau 69: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Entrepôt	117
Tableau 70: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Magasins.....	117
Tableau 71: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Trajets des consommateurs.....	117
Tableau 72: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Synthèse énergie en gep/kg	118
Tableau 73: Chaînes de la tomate distribuée en Limousin - Synthèse CO ₂ en geCO ₂ /kg.....	118
Tableau 74: Chaînes de la bibliothèque - Production	119
Tableau 75: Chaînes de la bibliothèque - Transport routier.....	120

Tableau 76: Chaînes de la bibliothèque: entrepôts et magasins en France et au Royaume-Uni	121
Tableau 77: Chaînes de la bibliothèque: entrepôts et magasins en Belgique.....	121
Tableau 78: Chaînes de la bibliothèque - Trajet consommateur- Énergie consommée : Moyenne de gep/kg	122
Tableau 79: Chaînes de la bibliothèque - Trajet consommateur - GES émis: Moyenne de geCO ₂ /kg	122
Tableau 80: Chaînes de la bibliothèque - Synthèse énergie en gep/kg	123
Tableau 81: Chaînes de la bibliothèque - Synthèse CO ₂ en geCO ₂ /kg	123
Tableau 82: Chaînes de la commode - Production.....	124
Tableau 83: Chaîne de la commode - Transport routier.....	125
Tableau 84: Chaînes de la commode - Transport maritime	126
Tableau 85: Chaînes de la commode - Énergie consommée dans les entrepôts et magasins au Royaume-Uni	127
Tableau 86: Chaînes de la commode - GES émis dans les entrepôts et magasins au Royaume- Uni	127
Tableau 87: Chaînes de la commode - Énergie et GES pour les entrepôts et magasins de meubles en Belgique.....	128
Tableau 88: Chaînes de la commode, consommation d'énergie du trajet consommateur: Moyenne de gep/kg	128
Tableau 89: Chaînes de la commode, émissions de GES du trajet consommateur: Moyenne de geCO ₂ /kg	128
Tableau 90: Chaînes de la commode - Synthèse énergie en gep/kg	129
Tableau 91: Chaînes de la commode - Synthèse CO ₂ en geCO ₂ /kg.....	129
Tableau 92 : Répartition des acheteurs selon le produit acheté, par pays.....	130
Tableau 93 : Répartition des répondants par type de ménage et par pays	131
Tableau 94 : Nombre de voitures possédées par les répondants, par pays.....	132
Tableau 95 : Répartition des répondants par diplôme et par pays	132
Tableau 96 : Répartition des achats de pommes par type de magasin	134
Tableau 97 : Poids moyen des achats de pommes suivant le type de magasin et le pays.....	135
Tableau 98 : Part des pommes dans les achats suivant le type de magasin et le pays	135
Tableau 99 : Distance moyenne (en km) parcourue pour l'achat de pommes suivant le type de magasin et le pays.....	135
Tableau 100 : Modes utilisés pour les achats de pommes, par pays	136
Tableau 101 : Modes utilisés suivant le type de commerce et le pays.....	137
Tableau 102 : Type de voiture et carburant consommé, par pays.....	139
Tableau 103 : Période d'achat de pommes, suivant le pays.....	140
Tableau 104 : Fréquence des achats de pommes, par pays	140
Tableau 105 : Type de commerce où l'on achète habituellement des pommes, par pays	140
Tableau 106 : Répartition des achats de tomates par type de magasin	142
Tableau 107 : Poids moyen des achats de tomates suivant le type de magasin et le pays.....	143
Tableau 108 : Part des tomates dans les achats suivant le type de magasin et le pays	144
Tableau 109 : Distance moyenne (en km) parcourue pour l'achat de tomates suivant le type de magasin et le pays.....	144
Tableau 110 : Modes utilisés pour les achats de tomates, par pays	144
Tableau 111 : Modes utilisés suivant le type de commerce et le pays.....	145
Tableau 111(suite) : Modes utilisés suivant le type de commerce et le pays.....	146
Tableau 112 : Type de voiture et carburant consommé, par pays.....	146
Tableau 113 : Période d'achat de tomates, suivant le pays.....	147
Tableau 114 : Fréquence des achats de tomates, par pays	147
Tableau 115 : Type de commerce où l'on achète habituellement des tomates, par pays.....	147

Tableau 116 : Émissions (en gr CO ₂) moyennes pour l'achat d'un kilo de pommes	149
Tableau 117 : Émissions (en gr CO ₂) maximales pour l'achat d'un kilo de pommes	150
Tableau 118 : Émissions (en gr CO ₂) moyennes pour l'achat d'un kilo de tomates.....	150
Tableau 119 : Émissions (en gr CO ₂) maximales pour l'achat d'un kilo de tomates	150
Tableau 120 : Répartition des achats de commode par type de magasin et par pays.....	155
Tableau 121 : Répartition des achats de bibliothèque par type de magasin et par pays	156
Tableau 122 : Utilisation des différents types de voitures et des différents carburants lors de l'achat d'une commode	157
Tableau 123 : Utilisation des différents types de voitures et des différents carburants lors de l'achat d'une bibliothèque	157

Index des figures

Figure 1: Émissions des chaînes logistiques de la pomme vendue en hypermarché	VII
Figure 2: Enquête trajet consommateur: répartition des acheteurs par classes d'âges.....	14
Figure 3 : Description des chaînes des hypermarchés enquêtés.....	25
Figure 4: Chaînes logistiques de la pomme en Belgique. Source : enquête 2007-2008.	27
Figure 5: Consommation d'énergie de la pomme de l'hypermarché: résultats synthétiques pour les origines Hémisphère Sud et nationales, et les distributions en métropole et en zone à faible densité	28
Figure 6: Émissions de CO ₂ : résultats synthétiques des chaînes de la pomme distribuée en hypermarché	29
Figure 7: Description des chaînes des grossistes de la pomme enquêtées	34
Figure 8: Résultats synthétiques pour l'énergie des chaînes de la pomme distribuée par un grossiste, vendue sur les marchés, dans les commerces de proximité et dans les cantines	35
Figure 9: Résultats synthétiques pour les émissions de CO ₂ des chaînes de la pomme distribuée par un grossiste, vendue sur les marchés, dans les commerces de proximité et dans les cantines.....	36
Figure 10: Vente directe et résultats pour l'énergie et le CO ₂	37
Figure 11: Chaîne logistique de la tomate en Belgique	38
Figure 12 : Description des chaînes des grossistes pour la commercialisation de la tomate ...	40
Figure 13: Résultats synthétiques pour l'énergie des chaînes de la tomate distribuée par un grossiste en France et en Belgique, vendue sur les marchés, dans les magasins et supermarchés	41
Figure 14: Résultats synthétiques pour les émissions de CO ₂ des chaînes de la tomate distribuée par un grossiste en France et en Belgique, vendue sur les marchés, dans les magasins et supermarchés.....	42
Figure 15 : Description des chaînes du Limousin rural pour la commercialisation des tomates (bio et 'standard')	44
Figure 16: Énergie des chaînes de la tomate distribuée en Limousin rural : Panier Paysan, marché bio, vente à la ferme, supermarché, marché par grossiste, magasin.....	45
Figure 17: Émissions de GES des chaînes de la tomate distribuée en Limousin: Panier paysan, marché bio, vente à la ferme, supermarchés, marché par grossiste, magasin	45
Figure 18: Chaîne logistique de la bibliothèque en Belgique.	52
Figure 19: Description de la chaîne de distribution de la bibliothèque à base de panneaux....	53
Figure 20 : Chaîne de la bibliothèque à base de panneaux: bilan énergétique de la production, de la logistique et du trajet du consommateur	54
Figure 21: Chaîne de la bibliothèque à base de panneaux: bilan énergétique et CO ₂ de la logistique fournisseur-fabricant-magasins.....	55
Figure 22: Analyse énergétique détaillée de l'étape 'production de panneaux' en France	56
Figure 23: Bilan énergétique de la fabrication d'une bibliothèque	57
Figure 24: Description de la chaîne de la commode en pin massif d'importation.....	60
Figure 25: Vue d'ensemble de la chaîne de la commode en pin: bilan énergétique, logistique et trajet du consommateur	61
Figure 26: Vue d'ensemble de la chaîne de la commode en pin: bilan CO ₂ de la logistique et des trajets des consommateurs.....	62
Figure 27: Photo: Porte-Container utilisé pour l'importation de la commode entre Itajaí (Brésil) et Le Havre : Santa Cristina 2007	66

Figure 28: Porte-Containers utilisés pour le trajet de la pomme entre Nelson (NZ) et Felixstowe (UK): Spirit of Resolution (Nelson-Auckland), Maersk Dunafare (Auckland-Johor), Maersk Kuantan (Johor-Felixstowe/Anvers).....	66
Figure 29: Transport de conteneurs maritimes: efficacité énergétique des trajets.....	67
Figure 30: Comparaison avec d'autres données de consommation des porte-conteneurs.....	68
Figure 31 : Comparaison des émissions de GES de la pomme selon le type de distribution en IdF.....	69
Figure 32 : Émissions de GES de différentes chaînes de commercialisation d'une commode en pin.....	71
Figure 33 : Consommation d'énergie des chaînes de la pomme vendue en hypermarché en France selon la région.....	72
Figure 34 : Consommation d'énergie de chaînes de la tomate vendue en France selon la région.....	73
Figure 35 : Répartition entre zones urbaine et rurale des répondants français	74
Figure 36 : Comparaison des émissions de GES de la pomme vendue en grande surface, selon le pays.....	75
Figure 37: Conventions internationales pour les facteurs de conversion de l'énergie, notamment de l'électricité nucléaire	96
Figure 38 : Répartition des acheteurs par classes d'âges	131
Figure 39 : Répartition des acheteurs en classes d'âge par pays.....	131
Figure 40 : Répartition entre zones urbaine et rurale des répondants français	133
Figure 41 : Répartition des achats de pommes par type de magasin.....	134
Figure 42 : Répartition des achats de tomates par type de magasin.....	142

INRETS - RE-08-009