

Bilan énergies et CO₂ des chaînes logistiques : l'exemple des produits frais et l'habillement

Christophe Rizet (Inrets/Dest¹)

Quelle quantité d'énergie est nécessaire pour amener un kilo de produit donné jusque chez le consommateur ? Quels sont les principaux facteurs de consommation d'énergie identifiés des chaînes et quels sont les écarts de consommation d'énergie et d'émissions de gaz à effet de serre entre les différentes formes de chaînes logistiques ?

L'étude présentée cherche à répondre à ces questions à partir de deux produits ayant des chaînes logistiques distinctes. Dans les deux cas, l'origine fossile de la source d'énergie du transport rend son taux d'émissions de gaz à effet de serre supérieur à celui des entrepôts/magasins fonctionnant à l'électricité. Le commerce de proximité et le e-commerce sont les moins émetteurs des circuits de distribution du yaourt car ils nécessitent des déplacements du client final plus courts que pour se rendre dans les grandes surfaces. Dans le cas du jean, l'origine lointaine de la matière première rend le poids des émissions du transport en amont des entrepôts prépondérant sur l'ensemble de la chaîne.

Des analyses similaires conduites sur d'autres produits pourraient déboucher à terme sur un outil à disposition des entreprises pour leur permettre de calculer la consommation d'énergie par chaîne logistique.

Pour produire et 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 chaînes 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.

La présente note expose les résultats d'une recherche² qui analyse l'influence de l'organisation de la chaîne logistique sur la demande de transport, les quantités d'énergie et de gaz à effet de serre correspondantes. Deux produits ont été retenus, qui se distinguent par leur nature et leurs chaînes industrielles et logistiques : le yaourt et le blue-jeans. Le yaourt est fabriqué en France, principalement à partir de lait produit nationalement. C'est un produit alimentaire ultra frais dont la durée de vie est courte, conservé et transporté sous température dirigée et en flux tendus. Le jean, en revanche, est un produit intégré au marché mondial, tant pour sa matière première principale (le coton) que pour les différentes étapes de sa fabrication et sa durée de vie est longue.

¹ Christophe Rizet est chercheur à l'Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité, au département économie et sociologie des transports.

² La recherche « Chaînes logistiques et consommation d'énergie » est financée avec le concours de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) dans le cadre du Programme interministériel sur les transports (Predit), (référence 1).

Une analyse à partir de la morphologie des chaînes logistiques

Pour obtenir des chaînes logistiques de morphologies différentes, l'étude est partie de deux zones de consommation (région parisienne et Provence) pour « remonter » les différentes chaînes logistiques jusqu'à la matière première principale. Dans chacune de ces deux zones, elle a sélectionné, pour deux groupes de distribution, un hypermarché, un supermarché et un magasin de proximité. Pour le yaourt, est également analysée une chaîne logistique de vente par correspondance (e-commerce) de la région parisienne dont la caractéristique essentielle, par rapport aux magasins classiques, est de livrer à domicile à partir d'un entrepôt dédié.

Les étapes de cette recherche ont consisté à :

- reconstituer la morphologie de différentes chaînes logistiques de ces produits, depuis la collecte des matières premières jusqu'au domicile des consommateurs en France en passant par les usines de fabrication, les entrepôts et les magasins des distributeurs ;
- estimer, à chaque étape, les consommations d'énergie, converties en grammes d'équivalent pétrole et émissions de CO₂ via les coefficients de conversion (*encadré 1*) ;
- synthétiser ces consommations et émissions sur l'ensemble de la chaîne pour faire ressortir les écarts entre chaînes logistiques, en relation avec l'organisation de ces chaînes.

Encadré 1

Sources d'énergie et coefficients de conversion

Trois formes d'énergie ont été rencontrées dans les enquêtes : les produits pétroliers dont le gazole (carburant presque exclusif pour le transport routier), l'électricité, aussi bien dans les usines de production que dans les entrepôts ou plates-formes logistiques, le gaz naturel. Des coefficients permettent de convertir ces différentes formes d'énergie en une unité commune, la tonne d'équivalent pétrole (tep), d'autres de donner les émissions de gaz à effet de serre (GES) de ces énergies en tonne équivalent CO₂ (t_{éq}CO₂) (*figure a*).

Figure a - Coefficients de conversion des différentes énergies

Unités	tep/unité	t _{éq} CO ₂ / unité
1 000 litres de gazole = 0,83 tonne	0,830	3,020
1 tonne de fioul lourd (BFO : Bunker Fuel Oil)	0,952	3,420
Électricité consommée en France : 1 MWh	0,086	0,055
Électricité consommée hors de France : 1 MWh	0,320	0,544
Gaz naturel : 1 MWh	0,077	0,250

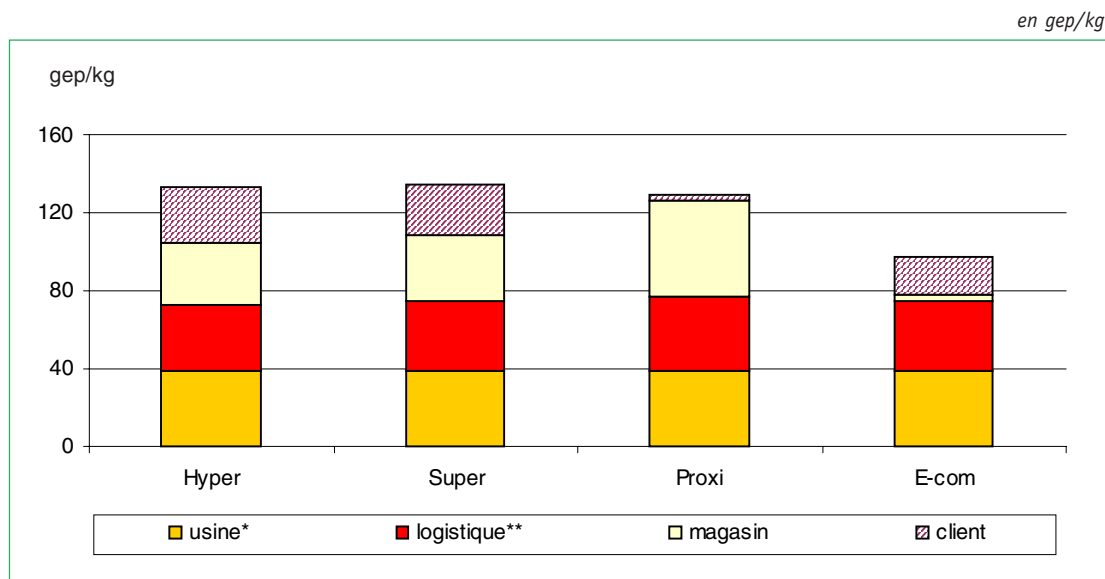
Sources : Observatoire de l'énergie, EDF, Ademe

La différenciation des chaînes logistiques du yaourt par le système de distribution

Quatre types de chaînes logistiques du yaourt ont été distingués : trois pour les différents formats de magasins et la chaîne du e-commerce avec livraison à domicile. Dans chaque type, la consommation par grand poste est la moyenne des différentes chaînes aboutissant au format de magasin ou e-commerce.

Dans les quatre cas étudiés, les consommations d'énergie de la production sont identiques par construction : 40 grammes d'équivalent pétrole par kg de yaourt (gep/kg), soit un tiers de l'ensemble de la chaîne. Les consommations d'énergie de la logistique en amont du magasin sont proches et à peine moins importantes que le poste précédent. Les éléments qui différencient ces chaînes logistiques sont les consommations d'énergie des magasins et du trajet client, entre le magasin et le domicile du consommateur, donc liées au système de distribution (*figure 1*).

Figure 1 - Consommation énergétique du yaourt selon le type de chaîne logistique



Source : Inrets

* poste « usine » constant.

** le poste « logistique » englobe le transport et l'entreposage entre le départ usine et l'arrivée magasin.

Les magasins sont de grands consommateurs d'énergie et le volume des ventes par m² de surface de vente est le principal facteur de différenciation de leurs efficacités énergétiques. Les plates-formes logistiques réfrigérées ont également une consommation d'énergie importante mais inférieure à celle des magasins, malgré la très forte rotation des produits qui y restent généralement moins de 24 heures. Le trajet du consommateur, du magasin au domicile, constitue une autre étape importante de la consommation d'énergie par kilo de produit ; son poids dans l'ensemble de la chaîne est sensible à la méthode d'affectation retenue.

Forte consommation énergétique des magasins réfrigérés

La chaîne logistique du e-commerce avec livraison à domicile est la plus efficace sur le plan énergétique, les moins efficaces étant les grandes surfaces. Entre ces deux extrêmes se situent les chaînes logistiques des supérettes de quartier. Les écarts d'efficacité énergétique entre chaînes sont importants : en laissant de côté la consommation de la production dans l'usine, la consommation par kilo de yaourt varie entre 59 et 95 gep respectivement pour le e-commerce et les grandes surfaces (super et hypermarchés) ; les chaînes logistiques des supérettes de quartier se situent entre ces deux extrêmes.

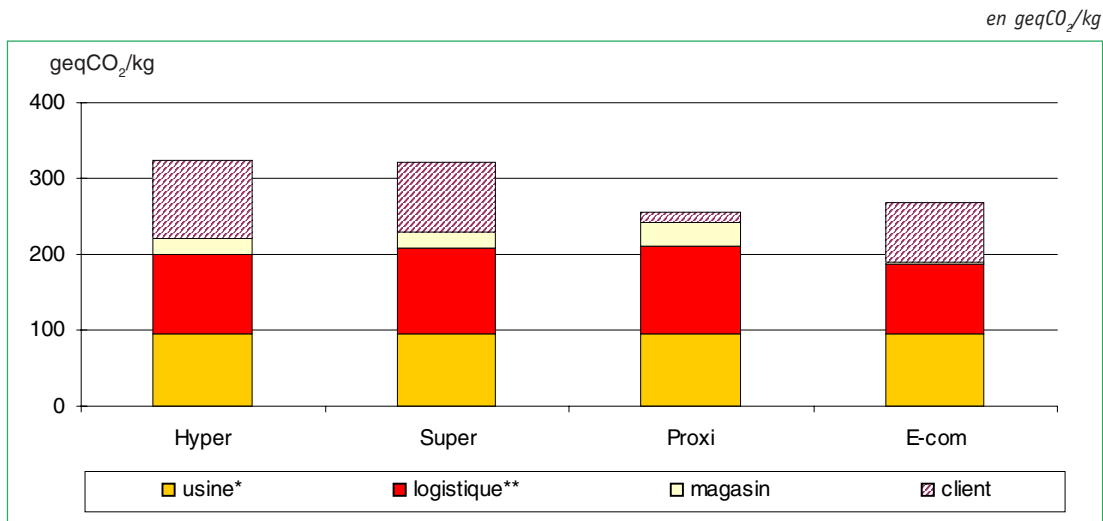
La consommation d'énergie des magasins augmente lorsque la taille du magasin diminue : les magasins de proximité consomment plus, par kilo de yaourt vendu que les supermarchés, qui eux-mêmes consomment plus que les hypermarchés. Dans le cas du e-commerce, cette consommation du magasin est remplacée par celle des plates-formes dédiées ; elle est très faible.

Les chaînes des grandes surfaces (hyper et supermarchés) sont celles qui consomment le plus d'énergie, en raison principalement du dernier trajet. La consommation du trajet terminal est plus forte dans les grands magasins, généralement situés à la périphérie des villes, que dans les petits, plus facilement accessibles à pied.

Mais moins de CO₂ émis par les chaînes limitant l'usage de carburant fossile

Lors de la conversion de l'énergie en gaz à effet de serre, la prise en compte du type d'énergie consommée aux différentes étapes logistiques atténue le poids relatif du poste « magasin » et resserre l'écart entre les types de chaînes (figure 2). La principale différence est que l'énergie électrique compte beaucoup moins que les carburants pétroliers et donc les bâtiments, plates-formes et magasins, beaucoup moins que le transport. De ce fait, les petits magasins de proximité apparaissent comme les plus efficaces, dans les cas étudiés, surpassant même la livraison à domicile.

Figure 2 - Émissions de GES du yaourt selon le type de chaîne



Source : Inrets

* poste « usine constant »

** le poste « logistique » englobe le transport et l'entreposage entre le départ usine et l'arrivée magasin

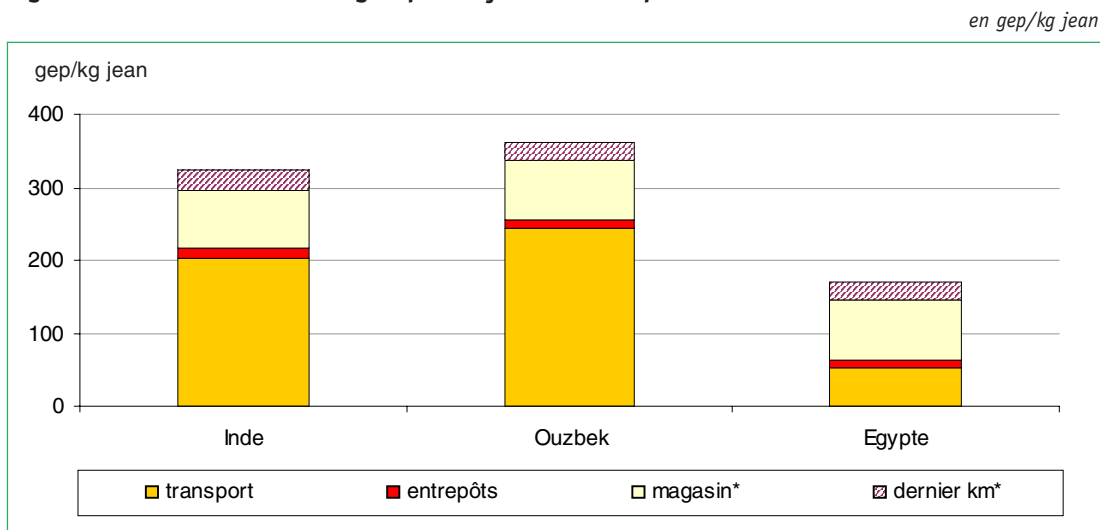
Différenciation de la chaîne du jean selon l'origine des approvisionnements

L'analyse compare trois types du Supply Chain, qui se distinguent par l'origine du coton : Inde (distance totale 23 400 km dont 18 000 de transport maritime), Ouzbékistan (27 200 km dont 20 000 de transport maritime) et Egypte (4 300 km dont 2 500 de transport maritime).

Poids prédominant des consommations d'énergie des transports pour un produit manufacturé importé

La consommation de la production n'a pas pu être estimée dans le cas du jean et les chaînes analysées aboutissent toutes aux hypermarchés. Également, les consommations d'énergie du magasin et du dernier kilomètre sont identiques entre les chaînes. En conséquence, celles-ci se différencient par l'origine des approvisionnements et donc principalement par la distance de transport (*figure 3*) ; la part du transport maritime, beaucoup plus efficace énergétiquement que le transport routier, joue également un rôle important. Toutefois, l'efficacité énergétique du transport maritime ne compense pas les distances très importantes parcourues. Ces produits importés connaissent parfois de longs trajets routiers avant d'être embarqués sur des navires.

Figure 3 - Consommation énergétique du jean selon la provenance du coton



Source : Inrets

* Postes « magasin » et « dernier kilomètre » constants

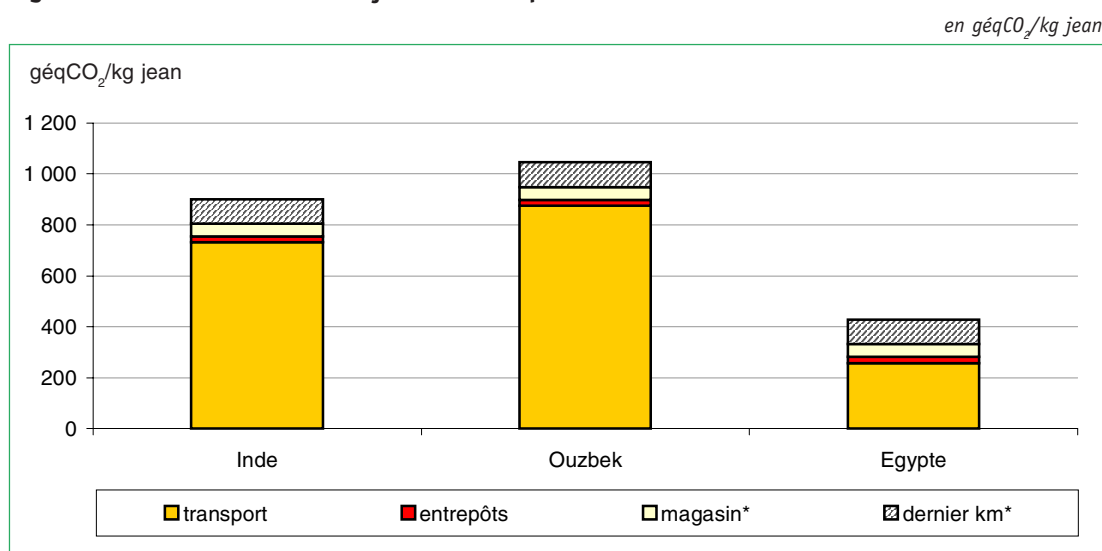
La quantité d'énergie dépensée est de 350 gep par kilo pour les chaînes de jeans d'Asie et 200 pour celle d'Egypte (à comparer à la centaine de gep par kilo des chaînes de yaourt). Le transport en amont du magasin est le principal responsable de cette consommation importante d'énergie surtout pour les chaînes d'Asie, il représente plus de la moitié du total (un tiers pour celles du yaourt).

Les supply chains du jean consomment également beaucoup d'énergie dans les magasins et pour le dernier kilomètre : respectivement 80 et 26 gep/kg soit le tiers de la consommation (hors production) pour les chaînes d'Asie et les deux tiers pour celles d'Egypte. En comparaison du yaourt, les jeans ont un faible taux de rotation d'où une forte consommation d'énergie en magasin au kilogramme vendu.

Et poids prédominant des émissions du transport pour un produit « mondialisé »

En termes d'émissions de GES, les magasins et entrepôts perdent de l'importance et le transport prend une part tout à fait dominante, quelle que soit l'origine de la matière première (figure 4).

Figure 4 - Émissions de GES du jean selon la provenance du coton



Source : Inrets

* Postes « magasin » et « dernier kilomètre » constants

Vers un outil de calcul des émissions par chaîne logistique

Ces résultats sont très sensibles aux hypothèses retenues. Les prolongements qui sont engagés dans le cadre d'une deuxième phase de cette recherche (2006-2008) s'articulent autour des axes suivants :

- appliquer la présente méthodologie à d'autres produits afin d'élargir les champs d'observation et d'acquérir plus de connaissances sur les consommations d'énergie et émissions de GES en transport de marchandises. Les produits retenus dans la seconde phase sont les fruits et légumes et les meubles ;
- préciser davantage la part du déplacement du consommateur dans l'ensemble de la chaîne logistique. Ces déplacements du consommateur varient selon le type de distribution considéré mais ils pourraient aussi varier selon les produits et selon les régions et leur densité de population. Le choix des meubles dans la seconde phase conduira à analyser un cas plus complexe de déplacement du consommateur.

Cette deuxième phase comporte aussi la construction d'un outil de calcul de la consommation d'énergie par chaîne logistique qui serait directement utilisable par les entreprises. Ceci conduit en particulier à définir le périmètre de l'analyse et donc à bien considérer ce qui relève de la logistique par rapport à la production ou aux autres étapes de l'analyse du cycle de vie du produit.

Références bibliographiques

- 1 Rizet Ch., Keïta B.
Chaînes logistiques et consommation d'énergie : cas du yaourt et du jean.
Inrets-Dest 2005
disponible sur www2.ademe.fr/servlet/getBin?
- 2 Rizet Ch., Keïta B.
Choix logistiques des entreprises et consommation d'énergie - Améliorations à apporter à l'enquête ECHO.
Rapport Inrets-Ademe, 2002
- 3 Browne M., Rizet Ch., Anderson S., Allen J., Keïta B.
Life Cycle Assessment in the Supply Chain - a review and case study.
Transport Review Volume 25, Number 6, November 2005, pp. 761-782

