

**Diplôme d'Etudes spécialisées en Gestion de l'Environnement**

**Le coût environnemental du transport de  
marchandises et la problématique des  
kilomètres alimentaires**

Travail de fin d'études présenté par :  
Pascal HAVART  
en vue de l'obtention du grade académique de  
Certificat d'Etudes Spécialisées en Gestion de l'Environnement

Année académique : 2005/2006

Directeur : Prof. MF. GODART



# REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier très chaleureusement toutes les personnes qui m'ont soutenu dans la réalisation de ce travail et tout particulièrement:

- Le Professeur MF. GODART, directeur de ce travail ;
- Monsieur F. DOBRUSZKES, l'initiateur de ce projet.

## Résumé.

Nos aliments voyagent aujourd'hui de plus en plus. Cette réalité, personne ne la nie. Personne ne semble non plus mesurer l'impact que cela peut provoquer sur l'environnement.

Les facteurs influençant étant nombreux, nous nous orienterons de façon privilégiée vers un des nombreux aspects que comporte cette problématique : le cas du transport des aliments et son coût environnemental.

Peut-on quantifier cet impact ? Est-il possible d'adapter son comportement de consommateur pour diminuer le coût environnemental de ce que l'on mange ? C'est en substance à ces deux questions que ce travail va tenter de répondre.

Pour comprendre le problème et cerner les enjeux de cette ballade forcée des aliments, il est nécessaire de comprendre comment fonctionne la logistique dans l'agroalimentaire et comment elle risque d'évoluer. A côté de la logistique, il y a le consommateur, qui parfois subit les évolutions de celle-ci et parfois les provoque.

L'augmentation des kilomètres a, comme nous l'avons dit, un coût plus ou moins élevé selon le mode de transport et selon la distance parcourue. Mesurer ce coût n'est cependant pas une chose facile tant les paramètres à intégrer sont nombreux. En effet, des produits peuvent paraître avantageux pour l'environnement dans certains cas puis devenir défavorables au gré des facteurs de comparaisons. Le coût environnemental du transport est un des aspects du coût total de notre alimentation qui, pour qu'il prenne tout son sens, doit être intégré dans des réflexions globales. S'il apparaît difficile pour le consommateur de toujours réaliser le bon choix, il lui reste cependant à exercer un minimum de sens critique ainsi qu'à faire preuve de bon sens.

# Table des matières

Introduction.....	1
Chap 1. Nos aliments ont-ils un goût de pétrole ?.....	2
1.1. Produire.....	2
1.2. Transformer et emballer.....	2
1.3. Transporter.....	3
1.4. Consommer.....	3
Chap 2. La logique de la logistique dans l'agroalimentaire.....	4
2.1. Introduction.....	4
2.2. Comment mesurer l'impact des évolutions de la logistique.....	4
2.3. Analyse des tendances dans l'organisation logistique.....	7
2.3.1. <i>Evolution des structures logistiques</i> .....	7
2.3.1.1. Concentration spatiale de la production.....	7
2.3.1.2. Concentration spatiale des structures de distribution.....	7
2.3.1.2.1. <i>Réduction du nombre de niveau de distribution</i> .....	7
2.3.1.2.2. <i>Création de sites locaux de consolidation</i> .....	10
2.3.1.2.3. <i>Création de systèmes « en étoile »</i> .....	11
2.3.2. <i>Réalignement des chaînes d'approvisionnement</i> .....	11
2.3.2.1. Insertion de nouvelles étapes dans les procédés de production.....	11
2.3.2.2. Désintégration verticale de la production.....	12
2.3.2.3. Réduction du nombre de site d'approvisionnement.....	12
2.3.2.4. Éloignement des sites d'approvisionnement.....	12
2.3.2.5. Prise de contrôle de la chaîne de distribution par les détaillants.....	13
2.3.2.6. Concentration du commerce international sur un nombre réduit de plateformes portuaires et aéroportuaires.....	14
2.3.3. <i>Organisation de la production et de la distribution</i> .....	14
2.3.3.1. La généralisation de la pratique du juste-à-temps.....	14
2.3.3.2. Généralisation des livraisons planifiées.....	15
2.3.4. <i>Modification dans l'organisation des moyens de transport</i> .....	15

2.3.4.1. Modification de la répartition Modale.....	15
2.3.4.2. Externalisation des activités de logistique et de transport.....	16
2.3.4.3. Modification des méthodes de manipulation.....	16
2.3.4.4. Utilisation accrue de logiciels de gestion des livraisons.....	16
2.3.4.5. Valorisation des trajets à vide et amélioration du taux de chargement .....	17
2.4. Quels sont les impacts de ces tendances sur les kilomètres alimentaires.....	18
2.5. Existe-t-il des solutions ? .....	20
2.5.1. Réduire l'intensité des transports.....	20
2.5.2. Améliorer l'utilisation des véhicules.....	21
2.5.3. Conclusion .....	23
Chap 3. L'influence des nouveaux modes de consommation.....	24
3.1. Utilisation accrue de la voiture pour réaliser les achats .....	24
3.2. De tout, tout le temps.....	25
Chap 4. Les impacts des kilomètres alimentaires.....	26
4.1. Introduction.....	26
4.2. Impacts généraux liés au transport .....	27
4.2.1. Coût environnemental .....	27
4.2.1.1. Gaz à effet de serre .....	27
4.2.1.2. Qualité de l'air .....	28
4.2.1.3. Nuisances acoustiques .....	29
4.2.1.4. Autres impacts environnementaux.....	29
4.2.1.4.1. Pollution de l'eau .....	29
4.2.1.4.2. Occupation des sols et morcellement de l'habitat.....	30
4.2.2. Coût économique .....	31
4.2.2.1.1. Accidents .....	31
4.2.2.1.2. Congestion.....	31
4.3. Impacts spécifiques des différents modes de transport.....	32
4.3.1. Répartition modale du transport alimentaire.....	32
4.3.2. Le transport par camion.....	33
4.3.3. Le transport par avion.....	35
4.3.4. Le transport par bateau.....	37

4.3.4.1.1. <i>Nuisances spécifiques au transport maritime</i> .....	37
4.3.4.1.2. <i>Emissions engendrées par le transport maritime</i> .....	38
4.3.5. <i>Le transport par train</i> .....	39
4.3.6. <i>Conclusion</i> .....	40
Chap 5. Etude de cas .....	42
5.1. Cas n° 1 : Vin français ou Argentin ?.....	43
5.2. Cas n° 2 : Bilan énergétique entre tomates Belges et Italiennes...45	
5.3. Cas n° 3 : Les kilomètres alimentaires de pots de yaourt.....48	
5.3.1. <i>Morphologie générale de la chaîne logistique du yaourt</i> .....	48
5.3.2. <i>Les trajets en amont de l'usine</i> .....	49
5.3.3. <i>Les trajets en aval de l'usine</i> .....	50
5.3.4. <i>Conclusion</i> .....	51
Chap 6. Kilomètres alimentaires et commerce équitable.....	53
6.1. Considérations générales .....	53
6.2. Mise en perspective .....	53
6.3. Critères de définition du commerce équitable.....	54
6.3.1. <i>Avantages et perspectives du commerce équitable</i> .....	54
6.4. Point de vue écologique.....	55
6.5. Impacts écologiques et impacts sociaux, est-ce comparable ?.....	56
Conclusions.....	59

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Liens entre activité économique et transport de marchandises</i> .....	6
<i>Figure 2: Structure traditionnelle de distribution (obsolète)</i> .....	8
<i>Figure 3: Centralisation des structures de distribution</i> .....	9
<i>Figure 4: Variations des coûts en fonction du degré de centralisation</i> .....	10
<i>Figure 5: Système en « étoile »</i> .....	11
<i>Graphique 1: Evolution des Parcours à vide et véhicules kilomètres sur la période 85-95</i> .....	17
<i>Tableau 1: Impacts des principales tendances logistiques sur les ratios clés du transport dans le secteur agroalimentaire</i> .....	19
<i>Graphique 2: Evolution de la consommation finale énergétique par secteur en Europe en million de tonnes équivalent pétrole</i> .....	26
<i>Tableau 2 : Effets nocifs causés par la pollution atmosphérique sur l'environnement</i> .....	28
<i>Graphique 3 : Nombre de tonnes-kilomètres générés par le secteur alimentaire Anglais en 2002</i> .....	32
<i>Tableau 3 : Facteurs d'émissions du transport par camion en g/tkm (camion articulé de 34 à 40 t sur autoroute et sur relief accidenté)</i> .....	33
<i>Tableau 4 : Emissions relatives au transport routier en gr/km</i> .....	34
<i>Figure 6 : Zones d'émissions du trafic aérien</i> .....	35
<i>Tableau 5 : Emissions en gr/kg de carburant relative aux aéronefs pour des vols à longue distance</i> .....	36
<i>Tableau 6 : Emissions en gr /tkm relative aux aéronefs pour des vols à longue distance</i> .....	36
<i>Tableau 7 : Coefficients d'émission de polluants atmosphériques, en g/tkm</i> .....	38
<i>Tableau 8 : Emissions de polluants atmosphériques en gr/tkm des trains électriques</i> .....	39
<i>Graphique 4 : Voies électrifiées en Europe en pourcent de la longueur totale</i> .....	39
<i>Tableau 9 : Emissions de polluants atmosphériques en gr/tkm des trains diesels-électriques</i> .....	40
<i>Graphique 5 : Nombre véhicules-kilomètres générés par le secteur alimentaire Anglais en 2002</i> .....	41

<i>Graphique 6 : Emissions de dioxyde de carbone associé transport alimentaire Anglais en 2002 .....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 7 : Chaîne logistique simplifiée .....</i>	<i>43</i>
<i>Tableau 10 : Emissions générées par le transport de divers aliments .....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 11 : Facteurs d'émissions en kg/kwh utilisés dans le comparatif .....</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 12 : Emissions générées par la production et le transport des tomates .....</i>	<i>46</i>
<i>Figure 8 : Morphologie de la chaîne logistique du yaourt.....</i>	<i>48</i>
<i>Figure 9 : Modélisation des flux de transport dans la production de yaourt .....</i>	<i>50</i>
<i>Graphique 13 : Consommation énergétique des différentes étapes de transport du yaourt par type de chaîne de distribution .....</i>	<i>51</i>
<i>Graphique 14 : Synthèse de la consommation énergétique de la distribution du yaourt par type de chaîne .....</i>	<i>52</i>

# INTRODUCTION

S'il est un geste considéré depuis toujours comme anodin et naturel, c'est bien celui de s'alimenter. Pourtant, qui peut prétendre connaître l'impact environnemental de ce qui se trouve dans son assiette ? Cette question, a priori simple, cache cependant de nombreuses inconnues. Dans le cadre de ce travail, nous allons aborder l'une des composantes de cette problématique : le transport. Notre objectif est donc de déterminer dans quelle mesure les kilomètres alimentaires pèsent plus ou moins gravement sur l'environnement notamment en matière d'émission de CO<sub>2</sub>.

Nous analyserons en premier lieu les causes qui ont conduit à augmenter les distances parcourues par nos aliments. Pour cela, nous détaillerons l'organisation des circuits logistiques d'approvisionnement de marchandises entre les unités de production et les points de distribution ainsi que l'évolution au cours du temps. Nous tenterons ensuite de réfléchir aux améliorations qui sont possibles à ce niveau dans le sens d'une utilisation plus rationnelle de l'énergie. Nous examinerons également l'évolution des comportements des consommateurs et leurs impacts sur la consommation d'énergie.

Nous énoncerons ensuite les principaux impacts des kilomètres alimentaires et nous tenterons d'en proposer une quantification en terme d'émission de CO<sub>2</sub>. Nous aborderons pour ce faire les quatre principaux modes de transport de marchandises.

Nous concrétiserons ensuite notre travail de recherche en calculant l'impact énergétique de quelques produits communs de notre alimentation en fonction de l'origine des marchandises, de leurs modes de production et de transport.

Enfin, nous nous risquerons à une analyse d'un cas particulier en matière d'évolution des habitudes de consommation, à savoir le commerce équitable et ses retombées possibles en matières d'environnement.

## Chap 1. Nos aliments ont-ils un goût de pétrole ?

Bien que l'objectif de ce travail ne concerne que la problématique des kilomètres alimentaires, il nous semble intéressant de présenter le problème dans un cadre plus global. Il faut en effet éveiller l'attention sur le poids que peut représenter notre alimentation sur l'environnement mondial. Transporter c'est une chose mais ce n'est qu'une facette de toute la grande machinerie qui nous permet de remplir notre assiette tous les jours.

### 1.1. Produire

Des quantités considérables d'énergie sont nécessaires pour produire des denrées alimentaires : engrais, produits phytopharmaceutiques, carburant pour le matériel agricole, etc. Une mesure couramment utilisée pour mettre en évidence cette consommation d'énergie est le rapport entre l'énergie utilisée pour produire une denrée alimentaire donnée et le contenu énergétique de celle-ci. Ce taux exprimé en calories tend de plus en plus à diminuer. Ce taux est aujourd'hui situé entre 0,1 et 2 dans le secteur de la production de fruits et légumes. Cela signifie donc que pour produire 1 calorie de nourriture, il faut entre 0,5 et 10 calories d'intrants. On estime que le taux énergétique du bœuf élevé de manière intensive se situe entre 0,1 et 0,03 et que ce taux peut atteindre une valeur de 0,002 pour les légumes cultivés sous serre en hiver. D'autres nuisances sont également à prendre en compte : les rejets produits par le secteur agricole, la surexploitation des ressources en eau pour l'irrigation, l'épuisement des ressources en poissons, etc.

Dans ce déluge de dépenses énergétiques, on pourrait considérer que l'agriculture biologique représente la solution idéale. Il est vrai que ce mode de production est plus économe dans l'absolu. Mais est-il plus avantageux de faire venir des produits biologiques d'une destination lointaine que de consommer des produits locaux issus de l'agriculture traditionnelle ?

### 1.2. Transformer et emballer.

Avant de vendre les produits alimentaires, il faut les traiter, les transformer et les emballer. Le nombre d'étapes dans les procédés industriels ne cesse ainsi d'augmenter. Mais qui dit plus d'étapes dit plus de transport et donc plus de pollution.

Le fruit de ces processus de transformation est aujourd'hui un produit abondamment emballé et aseptisé qui contribue de façon importante à la production de déchets. On estime ainsi que chaque Européen génère chaque année environ 160kg de déchets d'emballage dont 2/3 sont d'origine alimentaire. De même, approximativement 1/3 des impacts environnementaux d'un ménage sont liés à la consommation de nourriture (observ).

### 1.3. Transporter.

On peut aujourd'hui acheter dans n'importe quel magasin des aliments produits aux quatre coins de la planète. Pour arriver dans notre assiette, nos aliments ont souvent réalisé un cheminement long et complexe. Tout ce transport n'est évidemment pas sans impact sur l'environnement. Pour matérialiser tous ces transports, on parle de kilomètres alimentaires. Les kilomètres alimentaires représentent l'ensemble des kilomètres parcourus par les denrées alimentaires de l'exploitation agricole jusqu'au consommateur. Ils sont généralement exprimés en tonnes-kilomètres (distance parcourue multipliée par le poids en tonnes de chaque produit). Pour mesurer l'impact environnemental de ces kilomètres, on utilise également la notion de véhicules-kilomètres (somme des kilomètres réalisés par chaque véhicule ayant transporté les denrées).

### 1.4. Consommer.

A cette note environnementale déjà salée, il faut également ajouter les impacts directs de la consommation alimentaire. Il faut en effet tenir compte de la consommation énergétique du transport des achats, de la réfrigération, de la préparation des repas, de la vaisselle.

Qui peut imaginer tout ce que cela peut impliquer de répondre à un besoin aussi indispensable que celui de s'alimenter ? Le problème est complexe et sans solution idéale. Les consommateurs peuvent cependant exercer des choix réfléchis et pertinents pour contribuer, à leur niveau, à un environnement de meilleure qualité.

## Chap 2. La logique de la logistique dans l'agroalimentaire

### 2.1. Introduction

Le transport de marchandises a augmenté de façon considérable ces dernières années. La quantité totale de marchandises transportées exprimée en tonnes est restée relativement stable tandis que le flux de transport exprimé en tonnes-kilomètres n'a cessé d'augmenter. Cela signifie donc que les produits sont transportés sur des distances de plus en plus longues.

On a généralement tendance à croire que l'augmentation des kilomètres alimentaires est le seul résultat de l'éloignement grandissant des sources d'approvisionnement des chaînes de supermarchés. Ce phénomène, même si il était autrefois le principal responsable de cette augmentation, n'est aujourd'hui qu'un facteur parmi une multitude d'autres qui contribuent à cette hausse de la consommation de transport. Les exigences de plus en plus nombreuses et spécifiques des différents acteurs économiques ont en effet induit des mutations nombreuses et profondes dans le secteur de la logistique.

Il serait sans doute un peu trop facile de s'en remettre à cette seule explication pour comprendre le problème. Nos propres comportements ont également des impacts qui ne sont pas à négliger. Notre régime alimentaire a en effet largement évolué. Nous mangeons des produits de plus en plus variés et ce, en toutes saisons. En 1960, nous nous rendions à pied dans des épiceries qui proposaient alors environs 2000 produits différents. Aujourd'hui, nous nous rendons en voiture dans d'immenses supermarchés situés en dehors des villes. Des supermarchés élevés au rang de temples de la consommation qui nous inondent sous plus de 15000 produits différents.

Qui s'en plaindrait ? L'environnement sans doute s'il avait droit au chapitre.

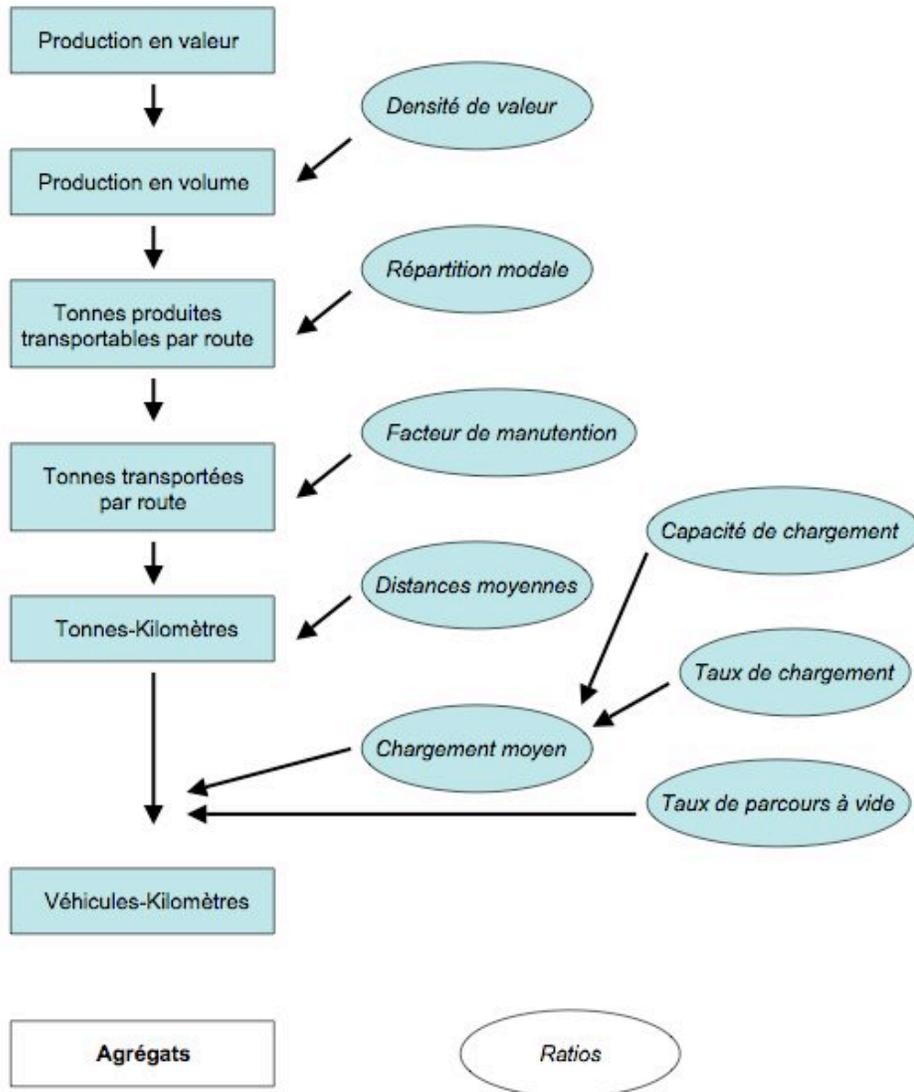
### 2.2. Comment mesurer les impacts des évolutions de la logistique ?

La croissance économique et la demande en transport ont été pendant longtemps considérées comme étant fortement corrélées. Même si ces deux variables sont fortement dépendantes, elles n'ont pourtant pas toujours connu des évolutions parallèles. En effet, le PIB et les tonnes kilomètres présentent une certaine distorsion dans leurs évolutions de ces 25 dernières années. Une extrapolation des tendances passées ne pourrait donc conduire qu'à des valeurs tout à fait fausses. Les évolutions récentes doivent donc trouver leurs causes ailleurs que dans celles qui avaient pu être identifiées par le passé.

De nombreuses études ont ainsi montré que l'évolution du trafic méritait d'être étudiée du point de vue de l'évolution des organisations logistiques. Une des méthodes

d'analyse les plus connues et les plus utilisées est sans doute celle développée par McKinnon et Woodburn (1996). Le cadre de cette analyse, présenté et illustré dans le diagramme ci-dessous, montre comment, en partant de la valeur des marchandises produites, une série de ratios et d'agrégats décrit l'organisation logistique et permet, finalement, de déterminer le trafic des camions.

- La valeur à la tonne ou densité de valeur permet de traduire la valeur de la production en tonnage produit.
- La répartition modale donne la part de la route en tonnage dans l'ensemble des modes de transport.
- Le facteur de manutention traduit le ratio entre tonnes produites et tonnes chargées, la marchandise produite pouvant être successivement chargée sur plusieurs moyens de transport jusqu'à sa destination finale. Le même envoi peut donc être enregistré plusieurs fois pendant qu'il progresse le long de la chaîne d'approvisionnement. Le « facteur de manutention » mesure ce « comptage multiple » et constitue un indicateur approximatif du nombre de maillons de la chaîne d'approvisionnement.
- La distance moyenne de transport correspond à la longueur moyenne des différents maillons de la chaîne d'approvisionnement.
- Le facteur de chargement mesure le rapport des tonnes chargées à la capacité de chargement ou charge utile d'un véhicule.
- Le chargement moyen est la moyenne des tonnes transportées, pondérée par le nombre de kilomètres effectués en charge. Avec le taux de parcours à vide, il constitue l'intermédiaire de calcul du trafic des poids lourds (mesuré en véhicules-kilomètres).
- Le taux de parcours à vide correspond au pourcentage de kilomètres parcourus à vide.



**Figure 1 : Liens entre activité économique et transport de marchandises.**  
 (Source : Redefine, 1999)

## 2.3. Analyse des tendances dans les organisations logistiques.

Les ratios que nous venons de citer caractérisent l'organisation logistique d'un secteur ; leur évolution reflète et explique les changements de cette organisation. Quatre niveaux d'évolutions peuvent être distingués : l'évolution des structures logistiques, le réaligement des chaînes d'approvisionnement, l'organisation de la production et de la distribution, la modification dans l'organisation des moyens de transport.

### 2.3.1. Évolution des structures logistiques.

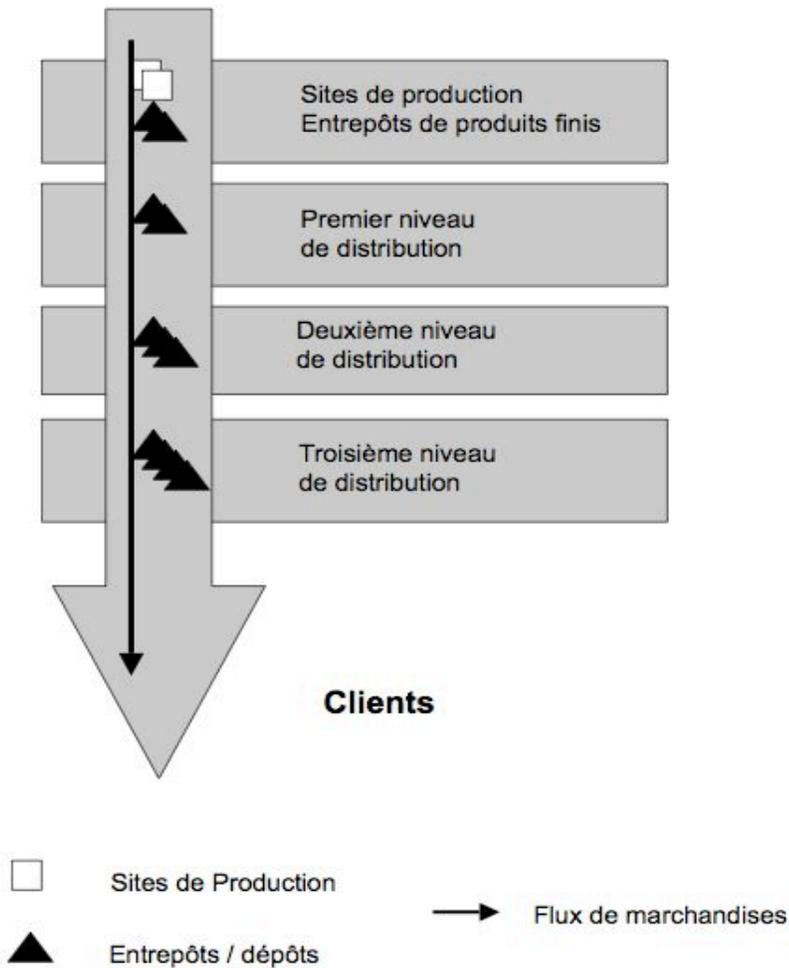
#### 2.3.1.1. Concentration spatiale de la production.

De nombreuses compagnies agroalimentaires ont concentré leurs capacités de production dans un nombre réduit d'emplacements afin de tirer avantage des économies d'échelles. Certaines entreprises ont choisi de diminuer le nombre de leurs sites de production tandis que d'autres ont choisi d'adopter une stratégie de production ciblée en maintenant le nombre de sites de production mais en les spécialisant dans la production d'un nombre réduit de produits. Ce processus de spécialisation a donc conduit à transformer les sites multi-produits, généralement à vocation nationale, en sites mono-produits à vocation supranationale. Cette tendance à la spécialisation se retrouve également dans la production agricole à des échelles géographiques variables. En augmentant de manière considérable la distance entre les lieux de production et de consommation, la centralisation de la production a ainsi généré une quantité considérable de véhicules-kilomètres supplémentaires. En réalité, on peut constater que l'augmentation des véhicules-kilomètres n'est pas pour autant proportionnelle à la centralisation car elle peut-être réduite par des processus de consolidation que nous détaillerons plus tard.

#### 2.3.1.2. Concentration spatiale des structures de distribution

##### *2.3.1.2.1. Réduction du nombre de niveaux de distribution*

Un des phénomènes les plus importants est la tendance à la réduction du nombre de niveaux de distribution dans les structures logistiques. La structure, que l'on peut qualifier de traditionnelle, est une structure décentralisée comportant trois niveaux de distribution, c'est-à-dire un niveau national, un régional et un local. Il s'agit de la structure présentée dans le diagramme ci-dessous.

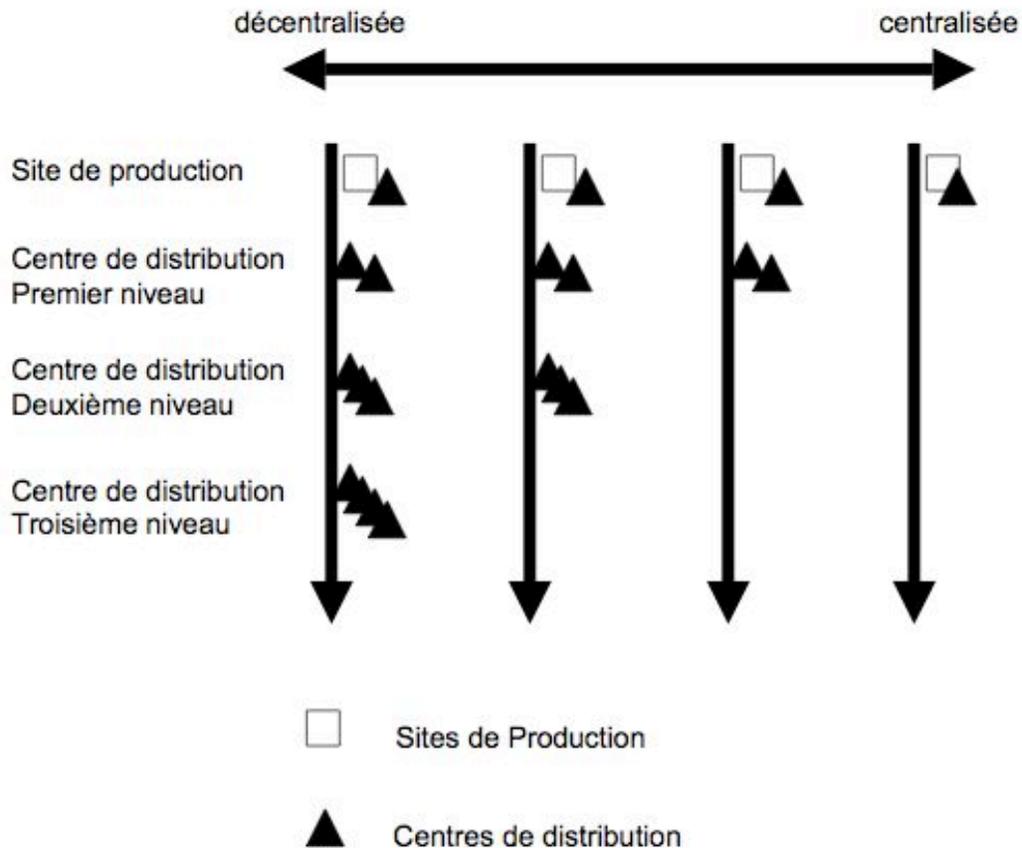


**Figure 2: Structure traditionnelle de distribution (obsolète).**

(Adapté de Gacogne, 2003)

Cette structure n'est évidemment valable que pour un réseau de distribution au niveau national. Naturellement, le réseau peut être régional et ne comporter que deux niveaux, l'un étant régional et l'autre local, voire même qu'un seul centre de stockage selon le rayonnement de l'entreprise.

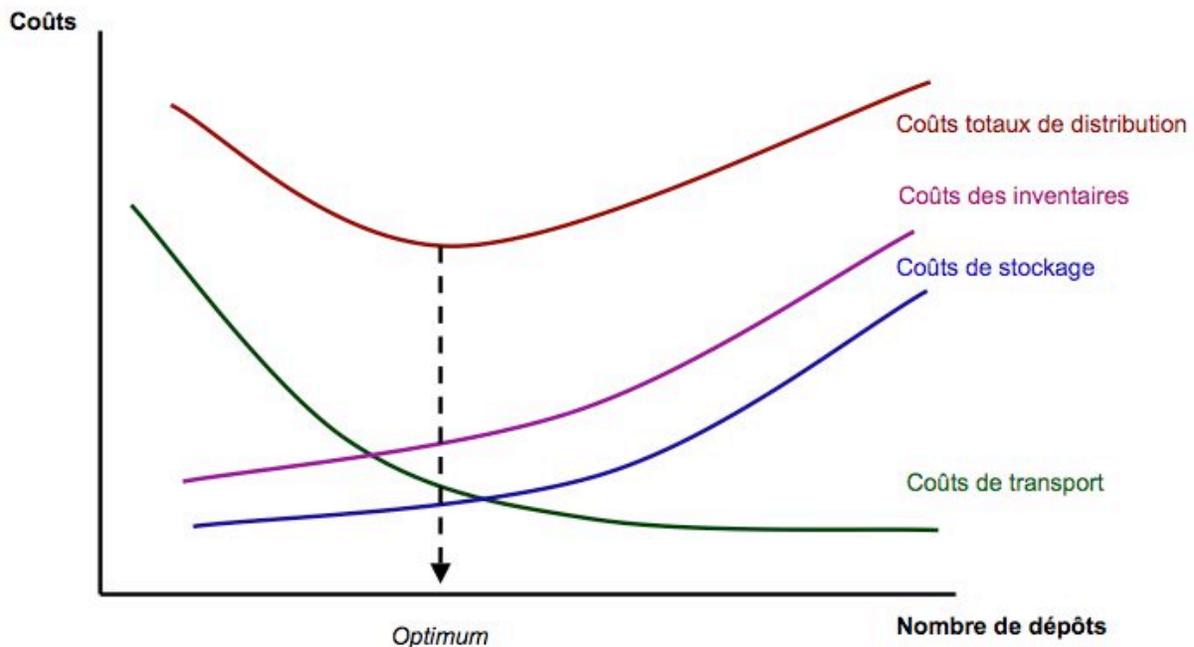
Cette structure qui comprend donc au total trois niveaux de distribution, ainsi que des stocks industriels sur le site de production, est jugée dorénavant comme étant obsolète. La tendance à la réduction du nombre de sites de stockage conduit donc vers des structures à deux voire à un seul niveau. Celles-ci comprennent le plus souvent soit un niveau national et régional, soit uniquement l'un des deux. La structure la plus décentralisée étant en principe actuellement celle qui comporte deux niveaux de distribution, et la plus centralisée celle dont les expéditions sont effectuées directement depuis le site de production.



**Figure 3: Centralisation des structures de distribution.**

(Adapté de Gacogne, 2003)

Tous ces phénomènes récents de centralisation sont naturellement liés à la standardisation non seulement de la production mais également de la distribution des produits. Cependant, il faut garder à l'esprit que ces tendances d'organisation à un niveau supranational sont encore émergentes, et leur mise en place est étroitement liée à la taille des firmes. Il s'agit de tendances et de volontés d'adaptation réelles, mais pas toujours traduites dans les faits. Il reste de nombreux obstacles à une distribution large des produits au niveau européen, liée à des goûts qui peuvent être fondamentalement différents d'un pays à l'autre, à des critères purement techniques, réglementaires, etc. Actuellement, les structures nationales comportant un seul niveau de distribution restent les plus sollicitées, tandis que celles comportant deux niveaux tendent à se raréfier. Comme c'est le cas pour la production, la centralisation des activités de manutention contribue à générer plus de mouvement de transport par tonne de produits distribués. Les coûts supplémentaires générés par ce transport restent malgré tout assez faibles au regard des économies de stockage et d'inventaire qui sont ainsi réalisées. La figure 3 montre comment, en centralisant ces activités de distribution, les entreprises compensent les surcoûts de transport.



**Figure 4: Variations des coûts en fonction du degré de centralisation.**  
 (Adapté de McKinnon, 2005)

#### 2.3.1.2.2. Création de sites locaux de consolidation.

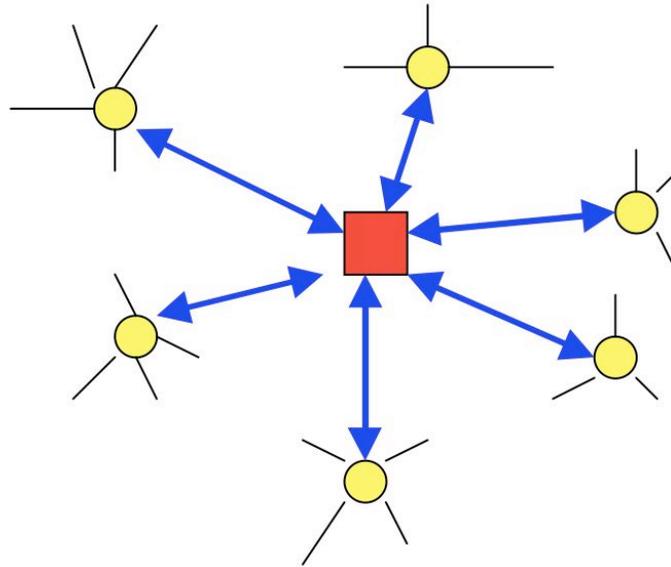
Si la nouvelle tendance en logistique a conduit à réduire les sites de stockage, elle a aussi contribué à augmenter le nombre de kilomètres effectués par les véhicules. Dans le système de distribution traditionnel, la manutention, le stockage et le groupage/dégroupage sont réalisés de manière combinée dans des sites de stockages locaux.

Actuellement, ces centres de stockage sont petit à petit remplacés par des plateformes destinées aux seules opérations de groupage et dégroupage, c'est-à-dire au transit des marchandises et non à leur stockage. Leur fonction consiste à massifier les transports sur longue distance afin d'en réduire le coût.

La chaîne logistique est de cette façon divisée en deux avec un transport linéaire à grande distance consolidé et une opération de livraison localisée après désagrégation des chargements. Si cette nouvelle méthode a permis aux entreprises de diminuer le coût de livraison des produits en diminuant le nombre de véhicules-kilomètres, elle a aussi provoqué l'apparition d'un nouveau maillon dans la chaîne logistique. Ce nouveau maillon a pour conséquence de rendre le circuit logistique encore plus complexe et augmente ainsi le nombre de tonnes-kilomètres réalisés.

### 2.3.1.2.3. Création de systèmes « en étoile ».

Une proportion importante et croissante de marchandises, essentiellement constituées de colis et de charges palettisées, sont aujourd'hui assemblées dans des dépôts locaux «satellites». Celles-ci transitent ensuite par un entrepôt «pivot» centralisé pour y être triées. Elles sont ensuite acheminées vers leur destination finale via d'autres dépôts satellites. L'acheminement indirect des flux de marchandises par ces systèmes d'«entrepôts pivots» engendre un plus grand nombre de tonnes-kilomètres que les liaisons inter-dépôts directes, bien que ce système présente l'avantage d'améliorer l'utilisation des véhicules et de réduire les niveaux de trafic dans l'ensemble.



**Figure 5: Système en « étoile ».**

(Source : McKinnon, 2005)

## 2.3.2. Réalignement des chaînes d'approvisionnement

Cette tendance a pour conséquence d'augmenter le nombre et la longueur des maillons dans la chaîne d'approvisionnement.

### 2.3.2.1. Complexification des procédés de production

L'augmentation et la spécialisation de l'offre de produits alimentaires ont eu pour conséquence d'augmenter la complexité des procédés de production. Les produits nécessitent maintenant plus de préparation avant de pouvoir être vendus (lavage, tris, congélation, emballage, etc.). Une quantité importante de maillons est ainsi ajoutée à la chaîne logistique.

### 2.3.2.2. Désintégration verticale de la production.

Les entreprises ont, depuis une vingtaine d'années, tendance à concentrer leurs ressources sur des activités centrales en abandonnant toute une série d'activités annexes qui peuvent être réalisées de façon plus performante et à des coûts bien moins élevés par des firmes concurrentes . Cette désintégration verticale des opérations de fabrication a eu une fois de plus pour conséquence d'augmenter la complexité de la chaîne d'approvisionnement. Les activités qui étaient auparavant réalisées sur des sites communs proches des consommateurs sont maintenant réalisées sur des sites spécialisés, augmentant ainsi la demande en transport. Cette tendance est particulièrement visible dans des secteurs tels que l'électronique, l'automobile, et l'engineering. Ce changement est par contre moins visible dans les industries agroalimentaires.

### 2.3.2.3. Réduction du nombre de sites d'approvisionnement

La multiplication du nombre de fournisseurs fut longtemps une des méthodes privilégiées pour réduire les risques de ruptures dans l'approvisionnement et favoriser la concurrence entre les fournisseurs. Cette technique n'est cependant plus d'application aujourd'hui. La tendance est en effet depuis une vingtaine d'années à une réduction du nombre de fournisseurs et même, dans de nombreux cas, à un mouvement vers un approvisionnement « unique ». Cette réduction drastique des sources d'approvisionnement est fortement liée à l'adoption des techniques de juste-à-temps ainsi que les démarches de qualité. Ces techniques exigent en effet des chaînes d'approvisionnement réduites au maximum. L'approvisionnement unique peut cependant être profitable pour les opérations de transport en consolidant les flux de marchandises, permettant ainsi aux entreprises de maximiser au mieux leurs facteurs de chargement.

### 2.3.2.4. Éloignement des sites d'approvisionnement.

Dans un contexte d'ouverture des marchés tant au niveau européen que mondial, l'éloignement des sites d'approvisionnement se présente comme une évolution logique des systèmes d'approvisionnement. Cette tendance se révèle d'ailleurs être une des principales causes de l'augmentation des kilomètres alimentaires. Autant les producteurs, les grossistes que les détaillants s'approvisionnent chez des fournisseurs de plus en plus éloignés et ce, pour différentes raisons :

- Cela permet d'acheter des produits à des prix plus intéressants que les produits locaux.
- La qualité des produits est souvent meilleure.
- Cela permet d'améliorer la disponibilité des produits, surtout s'il s'agit de produits saisonniers.
- Les coûts relatifs des transports à longue distance ont chuté.

- L'agriculture a subi une spécialisation à des échelles nationales et internationales.
- Le développement du commerce électronique de type b to b (business to business), ainsi que des marchés virtuels dans l'agroalimentaire a permis aux compagnies d'étendre leurs horizons géographiques pour la recherche de nouveaux fournisseurs.
- La libéralisation du marché mondial a évidemment facilité l'importation de denrées alimentaires.

Il est évident que le principe d'éloignement des sources n'est pas limité au secteur agroalimentaire. D'autres secteurs subissent en effet des changements similaires et ce, à des degrés divers. De nombreuses études semblent pourtant montrer que cette pratique est particulièrement prononcée dans le secteur alimentaire.

#### 2.3.2.5. Prise de contrôle de la chaîne de distribution par les grandes chaînes de supermarché.

Depuis ces 30 dernières années, une augmentation significative du contrôle des détaillants sur la chaîne d'approvisionnement alimentaire a été observée. Au fur et à mesure qu'ils augmentaient leurs parts de marché, ils ont pu assumer une part grandissante de responsabilité dans la distribution des produits agroalimentaires. Ils ont ainsi peu à peu pris le contrôle de la distribution secondaire en acheminant les approvisionnements vers leurs propres centres de distribution pour consolider les livraisons vers les magasins. Tous les liens qui existaient auparavant entre le gestionnaire de magasin et le fournisseur local n'existent donc plus. Le gestionnaire de magasin ne peut en effet plus exercer aucun choix sur l'origine des produits qui se trouvent dans son magasin.

Ce transfert de responsabilité au niveau de l'approvisionnement des magasins du fournisseur vers le détaillant déplace donc les flux de produits des dépôts de distribution du producteur vers les rdc (Retailer's Distribution Center). Ce déplacement de compétences n'affecte cependant pas le nombre total de liens dans la chaîne d'approvisionnement. Mais étant donné leur aspect plus centralisé et leur faculté à desservir un plus grand espace géographique, le transit par les rdc allonge considérablement le dernier lien de la chaîne logistique. Cette augmentation de la distance entre les dépôts et les magasins implique donc une augmentation du nombre de tonnes kilomètres. La consolidation des envois permet cependant une certaine réduction du nombre de véhicules kilomètres.

Toute réduction du trafic de camion au niveau du deuxième niveau de distribution doit cependant être mise en rapport avec l'augmentation du volume transporté au niveau du premier niveau de distribution situé en aval des rdc.

Une des principales causes de cette augmentation du volume transporté est la centralisation des sources d'approvisionnement vers des producteurs uniques plus petits. La priorité donnée au développement des réseaux de distribution des détaillants évite donc aux petits fournisseurs de desservir individuellement tous les magasins d'une

chaîne de détaillants. Cela leur évite donc de passer des contrats spécifiques avec les distributeurs ou de confiner leurs ventes à une série de magasins dans une région donnée. En passant par les rdc, les petits producteurs gagnent ainsi un accès à une chaîne de magasin nationale et augmentent ainsi de façon substantielle leur clientèle potentielle. Pour les produits fabriqués par des petits producteurs régionaux, le développement des rdc a cependant grandement contribué à augmenter le nombre de kilomètres alimentaires exprimés à la fois en tonnes-kilomètres et en véhicules-kilomètres. Malheureusement, les systèmes centralisés qui ont permis aux petits producteurs d'augmenter leurs parts de marché ont également rendu virtuellement impossible pour eux la possibilité de livrer directement les magasins locaux. Ces dernières années, les chaînes de supermarché ont considérablement augmenté la proportion de produits transitant par leur rdc. Seuls certains produits spécifiques font exception à cette règle (œufs, pain, lait) et sont expédiés directement vers le magasin par le producteur.

#### 2.3.2.6. Concentration du commerce international sur un nombre réduit de plateformes portuaires et aéroportuaires.

Le développement des stratégies de « hubbing » a conduit les opérateurs de transport maritime et aérien à concentrer leurs activités sur un nombre réduit de plate-formes provoquant de ce fait la disparition de nombreux ports régionaux. Cette centralisation a conduit les importateurs et exportateurs à effectuer de plus grandes distances pour acheminer leurs produits. De plus, il y a eu également une concentration du trafic routier et ferroviaire européen sur un nombre réduit d'axes de plus en plus surchargés.

### 2.3.3. Organisation de la production et de la distribution

#### 2.3.3.1. La généralisation de la pratique du juste-à-temps.

Parmi les tendances les plus couramment citées, la généralisation des pratiques en juste-à-temps est souvent incriminée dans la croissance des trafics routiers. Celles-ci permettent de réduire les stocks en augmentant la fréquence des livraisons dont la taille est, de ce fait, réduite. Elles conduisent à augmenter la rotation des stocks dont elles diminuent ainsi les coûts. Elles ont été introduites dès les années 50 dans le processus de production de Toyota, au Japon.

Cette organisation repose donc sur une volonté de rendre la circulation des flux de matières quasi-continus, réduisant ainsi autant que possible tous les stocks intermédiaires. En minimisant les stocks, le juste-à-temps exige une synchronisation des flux et des activités, et demande des services de transport particulièrement fiables et flexibles. Les systèmes d'information y jouent un rôle essentiel, leur développement a probablement à la fois permis et accéléré ce type d'organisation.

Le délicat équilibre entre coût de stockage et coût de transport reste malgré tout une question d'arbitrage interne à l'entreprise et peut varier considérablement selon le secteur concerné.

Cependant, concernant la distribution aux points de vente, la diminution des quantités livrées par commande se révèle être un moyen de réduction des surfaces de stockage au profit de surfaces de ventes (notamment lorsque le coût foncier est élevé). Les magasins proposent aujourd'hui des assortiments nettement plus larges de produits qu'il y a une vingtaine d'années par exemple. Si le volume des livraisons n'a pas augmenté, leur contenu à lui par contre considérablement varié. En effet, ils offrent maintenant une grande variété de produits correspondant ainsi aux exigences nouvelles des consommateurs. Cette quantité implique aussi de plus petites quantités par produit, et des fréquences de livraison plus élevées puisque l'espace de stockage a été réduit.

Les méthodes de production ont été remises en cause bien souvent d'abord dans un but de réduction des coûts, mais aussi par la suite dans une recherche de flexibilité, de réduction des délais, et plus généralement d'augmentation du niveau de service à la clientèle.

A partir d'une notion très répandue d'organisation dite de juste-à-temps, il en ressort que les systèmes logistiques tendent tous vers une même conception : celle de la circulation continue des flux physiques.

#### 2.3.3.2. Généralisation des livraisons planifiées.

Les livraisons sont, de plus en plus, planifiées et effectuées à des dates convenues d'avance. Cette mesure permet aux entreprises qui utilisent ce système d'améliorer l'efficacité de leurs transports en forçant les acheteurs à adhérer à des calendriers de livraisons prédéfinis. Les acheteurs sont ainsi informés qu'un véhicule passera dans leur région à une date donnée. S'ils désirent recevoir une livraison à cette date, ils sont tenus d'informer préalablement le fournisseur. En planifiant de cette manière les livraisons à des endroits donnés à une date donnée, les fournisseurs sont en mesure de réaliser une meilleure consolidation de leurs envois. Cette mesure provoque une légère augmentation du nombre de tonnes-kilomètres, mais améliore également de façon considérable le ratio tonnes/véhicules-kilomètres et fait ainsi chuter le volume du trafic.

#### 2.3.4. Modification dans l'organisation des moyens de transport.

##### 2.3.4.1. Modification de la répartition Modale

Le choix du type de transport revêt une importance capitale. Celui-ci peut à la fois influencer la quantité totale de véhicules-kilomètres et la quantité totale de tonnes-kilomètres.

L'utilisation de moyens de transport moins polluants comme le train n'est évidemment pas sans effet. L'effet final sur les deux variables dépendra de la proximité des connexions entre les centres de production/transformation et les axes ferroviaires. Dans le cas d'un système intermodal, les flux doivent souvent être acheminés vers des dépôts centraux, ajoutant ainsi une quantité supplémentaire de mouvements. Il est évident qu'une quantité très réduite de produits agro-alimentaires sont acheminés par le rail. Le

mode de fonctionnement du rail est en effet relativement incompatible avec les impératifs actuels du secteur agroalimentaire. Le rail est actuellement principalement utilisé pour le transport de produits pondéreux en trains complets, le transport de produits isolés diminuant beaucoup.

Il faut cependant garder à l'esprit que le train n'est pas incompatible avec le transport de nourriture dans l'absolu, des adaptations restent possibles si une réelle volonté est exprimée dans ce sens.

#### 2.3.4.2. Externalisation des activités de logistique et de transport.

Depuis quelques années, les modes de consommation ont considérablement évolué. Les produits doivent être variés et disponibles rapidement. Un des résultats de ces changements est la diminution des stocks et le recours à des prestataires logistiques extérieurs extrêmement fiables. L'externalisation qui ne concernait au départ que le transport concerne maintenant également l'entreposage, l'étiquetage et l'emballage, étendant ainsi de plus en plus le rôle des prestataires logistiques. L'externalisation de ces partenaires logistiques résulte de la nécessité de recourir à des professionnels spécialisés, plus compétitifs en termes de coûts et de qualité de service.

#### 2.3.4.3. Modification des méthodes de manipulation.

Le développement de nouveaux procédés de conditionnement pour faciliter les manipulations peut avoir des conséquences fâcheuses sur le taux de chargement. En effet, si l'utilisation du système traditionnel de palette en bois implique une perte de 10 à 12% d'espace, les nouveaux systèmes de conteneurs peuvent provoquer une perte de volume de chargement allant jusqu'à 40% (A.T. Kearney, 1997). En choisissant ces nouveaux systèmes consommateurs d'espace, les firmes ont en revanche amélioré de façon significative les procédures de manipulation.

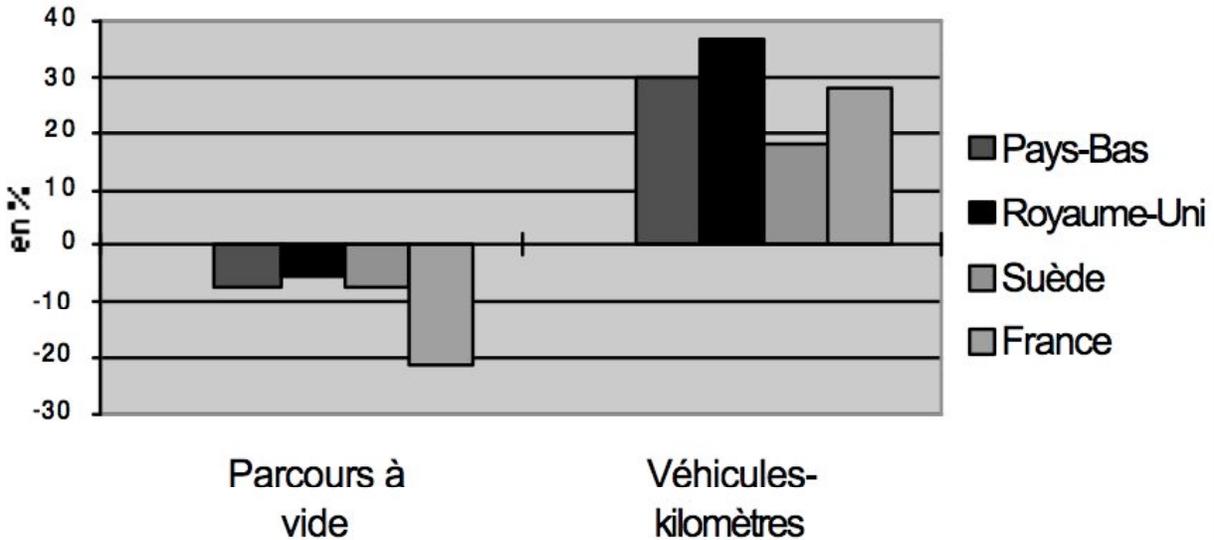
L'augmentation significative du volume des emballages primaires et secondaires a également contribué à cette consommation d'espace. En utilisant de façon de plus en plus fréquente des systèmes de conditionnement réutilisables, les entreprises ont pu diminuer considérablement leur consommation d'emballage mais ont par la même occasion fait chuter le taux de chargement.

#### 2.3.4.4. Utilisation accrue de logiciels de planification des livraisons.

Si l'utilisation des logiciels de planification était autrefois fort discutée en raison de l'efficacité médiocre des premiers modèles, l'efficacité de ces logiciels ne souffre actuellement plus aucune critique. Ces logiciels peuvent en effet réduire significativement les trajets. Ils sont actuellement largement utilisés dans le secteur agroalimentaire et ce, tant par les producteurs et les distributeurs que par les détaillants. Ils ont ainsi permis de réduire considérablement la quantité totale de véhicules-kilomètres.

### 2.3.4.5. Valorisation des trajets à vide et amélioration du taux de chargement.

La diminution du taux de trajet à vide est constante et généralisée à tous les secteurs de production. Le graphique suivant nous montre la variation du taux de parcours dans cinq pays européens ayant participé au projet Redefine.



Graphique 1: Evolution des Parcours à vide et véhicules kilomètres sur la période 85-95 (Source : Redefine (1999))

De nombreuses tendances sont à même de modifier ces deux paramètres avec des effets tantôt positifs tantôt négatifs. L'une des plus importantes à été la libéralisation des opérations de transport routier, grâce à laquelle des opérateurs ont été autorisés à prendre des chargements de retour (opération de cabotage). Cette tendance, couplée au recours croissant des entreprises à des services de prestataires logistiques extérieur, à grandement amélioré ces deux paramètres. Les camions qui appartenaient autrefois aux firmes productrices ne réalisaient en effet que des transports de l'usine vers les dépôts. Les retours se faisaient ainsi presque toujours à vide. Maintenant que ces opérations sont confiées à des transporteurs indépendants et que ceux-ci sont autorisés à pratiquer le cabotage, ces trajets de retour sont au maximum valorisés par le transport de marchandises provenant d'autres clients. De manière plus anecdotique, la modification des méthodes de manipulation et l'utilisation accrue de systèmes de conditionnement consigné ont également contribué à cette évolution.

## 2.4. Quels sont les impacts de ces tendances sur les kilomètres alimentaires ?

La croissance des kilomètres alimentaires ne peut pas être considérée comme étant le simple résultat de l'augmentation des distances vis-à-vis des sources d'approvisionnement. L'augmentation doit plutôt être considérée comme étant le résultat d'interactions complexes entre les différentes évolutions de la logistique. Certains de ces changements se renforcent mutuellement tandis que d'autres ont tendance à s'annuler

Les décisions logistiques influençant les opérations de transport logistique peuvent être classées selon quatre niveaux :

- 1) Les décisions stratégiques qui influencent l'évolution des structures logistiques,
- 2) Les décisions commerciales qui provoquent le réalignement des chaînes d'approvisionnement,
- 3) Les décisions opérationnelles qui affectent l'organisation de la production et de la distribution,
- 4) Les décisions tactiques qui modifient l'organisation des moyens de transport.

Les décisions prises aux niveaux 1 et 2 déterminent la quantité de mouvements de fret exprimée en tonnes-kilomètres tandis que les décisions de niveaux 3 et 4 convertissent ce mouvement en trafic de véhicules exprimé en véhicules kilomètres (McKinnon et Woodburn, 1996).

Selon McKinnon et Woodburn, les tendances logistiques affectent principalement 4 ratios qui lient le poids de la nourriture produite ou consommée et le trafic de véhicules. Il s'agit du facteur de manutention, de la distance moyenne et du chargement moyen. Le chargement moyen étant lui-même fonction de la capacité de chargement et du taux de chargement, on obtient ainsi quatre ratios fondamentaux.

Le tableau suivant montre les relations qui peuvent exister entre ces ratios et les différentes tendances logistiques.

Key Logistical Trends & Drivers 1985 to 1995	Key Ratios			
	Hand-ling factor	Avg. length of haul	Load factor	Empty running
<b>1 Restructuring of logistical systems</b>				
1.1 Spatial concentration of production; either through reduction in plant numbers, or specialisation ('focused production')	increased	+	(+)	
1.2 Spatial concentration of inventory		+	(+)	
1.3 Development of break-bulk operations	(+)	(-)		
1.4 Creation of hub-satellite network	(+)	(-)		
<b>2 Realignment of supply chains</b>				
2.1 Vertical disintegration of production	+			
2.2 Increase of single sourcing			+	
2.3 Wider geographical sourcing of supplies		+		
2.4 Insertion of more production stage	+			
2.5 Increase in retailer's control over supply chain		+	+	
2.6 Concentration of international trade on hub ports		(+)		
<b>3 Rescheduling of product flow</b>				
3.1 Application of JIT principle in manufacturing			(-)	
3.2 Growth of 'nominated day' deliveries			(+)	
<b>4 Changes in management of transport resources</b>				
4.1 Modal Shift	(+)			
4.2 Outsourcing of transport / logistics function			(+)	
4.3 Changes in vehicle, weight and type			(+)	
4.4 Changes in handling systems			(-)	
4.5 Use of computerised vehicle routing/scheduling			(-)	(-)
4.6 Increase in return loading				(-)

+ = effet positif important

(+) = effet positif limité

- = effet négatif important

(-) = effet négatif limité

**Tableau 1: Impacts des principales tendances logistiques sur les ratios clés du transport dans le secteur agroalimentaire.**

(Adapté de l'analyse REDEFINE (1999) et de McKinnon (2005))

## 2.5. Existe-t-il des solutions ?

D'une manière générale, les évolutions à apporter aux systèmes logistiques peuvent agir sur deux paramètres fondamentaux : l'intensité de transport et l'utilisation des véhicules.

L'intensité de transport indique à la fois le nombre de maillons de la chaîne d'approvisionnement et leur longueur moyenne. Cette mesure est obtenue par la division du nombre de tonnes transportées par le poids effectif des biens produits ou consommés. Cette mesure illustre à merveille l'impact des restructurations logistiques ainsi que le réaligement des chaînes d'approvisionnement.

Le taux d'utilisation des véhicules est la résultante du taux de chargement des véhicules et du taux de parcours à vide. Mis en rapport avec le volume de marchandises transportées (en tonnes-kilomètres), ces deux taux permettent d'obtenir le trafic de véhicules exprimé en véhicules-kilomètres.

### 2.5.1. Réduire l'intensité de transport

En théorie, il serait possible de réduire la distance moyenne de transport, ou de manière plus réaliste d'en réduire l'allongement. Il faudrait pour cela reconfigurer les systèmes de production et de distribution. Comme nous l'avons vu, les entreprises ont abondamment concentré leurs structures de production et de distribution au cours de ces dernières années. Ces décisions sont qualifiées de stratégiques et sont relativement fixes à court et moyen terme. De plus, étant donné les bénéfices considérables que ces mesures ont procurés aux différentes entreprises, il semble difficile d'inverser la tendance. Des mesures radicales devraient donc s'imposer. Pour influencer ces arbitrages au point d'introduire un retour à des modes de production et de distribution plus localisés et décentralisés, il faudrait faire en sorte que les coûts de transport augmentent considérablement (de plus de 100 pour cent en général) (McKinnon 1998). Or, il est bien évident qu'aucune autorité ne prendra le risque de mettre en place une telle mesure qui conduirait à un véritable suicide politique. Il reste cependant toujours l'espoir d'une hypothétique internalisation des coûts externes dont nous avons précédemment parlé. Il reste à savoir si l'augmentation induite par cette internalisation sera suffisante pour entraîner une restructuration logistique sensible. Un ralentissement de l'accroissement du trafic sera quoi qu'il en soit observé dans des secteurs (comme celui de l'alimentation) où les produits fabriqués et distribués possèdent un faible ratio valeur-densité.

Faute de telles mesures d'augmentation des coûts, l'aggravation de la congestion routière pourrait imposer un retour à une logistique à moins forte intensité de transport. Cette hypothèse ne fait cependant pas l'unanimité parmi les spécialistes dont beaucoup considèrent que l'effet sur le nombre total de véhicules-kilomètres serait relativement réduit.

Outre les décisions stratégiques, ce sont également les décisions commerciales qui participent activement à l'augmentation de l'intensité de transport. L'expansion des zones géographiques d'approvisionnement semble si fondamentale dans le processus de développement qu'ici aussi il semble difficile d'enrayer le processus. Dans de nombreuses entreprises, les différentiels des coûts des facteurs sont très prononcés par rapport aux coûts des transports. Cette différence permet de transporter de façon économique des produits sur de très grandes distances. L'exemple de l'Observatoire de la santé bruxellois des crevettes belges transportées jusqu'au Maroc pour y être décortiquées illustre à merveille cette problématique.

Le développement de structures d'approvisionnement « régionales » préconisé par des auteurs comme Holzapfel (1995) semble être une des solutions au problème. Dans de telles structures, les entreprises s'approvisionneraient dans la mesure du possible auprès de fournisseurs locaux. La mise en place de telles structures pourrait, si l'on en croit une étude menée par Böge (1994), conduire à des économies considérables. Son étude sur la « logistique des transports » d'un pot de yaourt indique que si des fournisseurs plus proches avaient été préconisés dans le processus de production et de distribution de ce produit, le nombre total de véhicules kilomètres aurait pu être réduit de 67 pour cent. Si cette démarche devait être suivie de manière plus générale, elle inverserait radicalement l'augmentation récente du nombre de kilomètres alimentaires. Celle-ci pourrait également avoir des effets défavorables sur les choix offerts aux consommateurs, et peut-être sur les prix. Le comportement des consommateurs est donc déterminant dans cette démarche.

Pour provoquer un tel retour à une structure d'approvisionnement plus localisée, seule une hausse marquée des coûts de transport et/ou l'allongement des temps de parcours semble pouvoir être envisagés.

### 2.5.2. Améliorer l'utilisation des véhicules

L'amélioration des taux de chargement et la diminution du taux de parcours à vide représente une autre source de réduction des externalités liées au transport. Les bénéfices liés à ces améliorations sont à la fois perceptibles au niveau environnemental et économique. Tous les modes de transport peuvent faire l'objet de telles modifications. Nous nous limiterons néanmoins ici au cas du transport routier. Celui-ci constitue en effet le mode le plus coûteux en terme de pollution atmosphérique mais également en terme de congestion. C'est également ce mode qui cumule le plus grand nombre d'études et de données.

Nous avons déjà envisagé précédemment le problème des trajets à vide. Nous avons vu que ceux-ci tendaient à diminuer ces dernières années. Personne ne sait cependant jusqu'à quel niveau cette amélioration progressera. Il est clair que certains facteurs comme l'incompatibilité des véhicules ou les contraintes horaires imposent des taux de parcours à vide minimum qualifiés de « structurels ». Les pouvoirs publics ne sont malheureusement guère en mesure d'agir sur ce niveau plancher. Par ailleurs, l'application de directives sur les temps de travail dans l'industrie du transport routier et l'aggravation de la congestion routière sont susceptibles d'entraver le chargement de

retour en imposant des contraintes d'horaire plus rigoureuses pour les opérations de livraisons (McKinon, 2002).

Le taux de chargement a lui aussi suivi une évolution favorable ces dernières années. Dans le secteur alimentaire, ce taux reste malgré tout assez faible étant donnée la masse volumique des produits transportés. Les chargements ont donc tendance à combler rapidement l'espace disponible alors que le poids maximum est loin d'être atteint. Pour pallier ce problème, de nombreux transporteurs ont privilégié l'utilisation de camions doubles remorques ou à plancher surbaissé pour améliorer de façon significative leur volume de chargement.

Des améliorations ont également pu être obtenues par l'utilisation de plus en plus répandue de camions compartimentés par les chaînes de supermarchés. Cela leur a permis notamment de transporter dans un même camion des produits nécessitant des températures de conservations différentes.

Bien que les opérateurs de transport tendent naturellement à améliorer l'utilisation des véhicules, les diverses tendances logistiques limitent ces améliorations à un niveau d'équilibre donné. Pour déplacer ce niveau d'équilibre vers une utilisation plus optimale des véhicules, il est nécessaire que les pouvoirs publics modifient certains paramètres économiques.

Ils peuvent tout d'abord augmenter les coûts d'exploitation des véhicules par une fiscalité plus lourde. Certaines études statistiques semblent malheureusement indiquer que des taxes élevées sur les carburants n'ont guère d'effet sur les coefficients de chargement des véhicules.

Ils peuvent également modifier la taille et le poids légal des véhicules. Bien que ce genre de mesure aurait pour effet immédiat de diminuer le taux de chargement des véhicules, on peut néanmoins supposer, qu'après une période d'adaptation nécessaire à l'ajustement du parc de véhicules, l'effet soit globalement positif. Ainsi, une étude de la *Commision for integrated transport (Cfit)* du Royaume-Uni a conclu que le relèvement du poids maximum des camions de 40 à 44 tonnes ferait gagner plus de 100 millions de véhicules-kilomètres en trafic de véhicules articulé sur le réseau routier britannique.

Une hypothétique augmentation pourrait néanmoins provoquer deux effets indésirables. Premièrement, l'augmentation conduirait irrémédiablement à une érosion du trafic ferroviaire. Cette modification conduirait en effet à créer de véritables trains routiers capables de concurrencer activement le chemin de fer. Cette éventualité apparaît comme des plus gênantes, surtout à une époque où l'on cherche à privilégier le rail. Deuxièmement, cette augmentation renforcerait encore un peu plus le caractère destructeur du camionnage. Les camions contribuent déjà abondamment à l'usure de l'infrastructure routière. Qu'en serait-il si leur poids devait encore augmenter ?

### 2.5.3. Conclusion.

Les outils à la disposition des pouvoirs publics sont donc relativement limités. Il s'agit donc principalement de mesures fiscales, d'incitations financières ainsi que les réglementations. Au niveau du transport alimentaire, c'est donc avant tout l'intégration des coûts externes qui pourrait influencer le plus favorablement les organisations logistiques en les poussant à privilégier un approvisionnement plus local. Dans une moindre mesure, la modification des dimensions légales des véhicules pourrait également être favorable. L'augmentation du poids légal étant lui relativement inefficace.

## Chap 3. L'influence des nouveaux modes de consommation

### 3.1. Utilisation accrue de la voiture pour la réalisation des achats

Actuellement, on constate que les gens se rendent de moins en moins souvent aux magasins pour réaliser leurs achats d'alimentation. Ils achètent ainsi plus de produits en une seule fois. On constate également que les surfaces commerciales deviennent de plus en plus grandes et s'implantent de plus en plus loin des centres villes. Pour acheter plus de produits en une seule fois dans des magasins de plus en plus éloignés, il devient nécessaire de transporter toute cette marchandise dans un outil spécial : la voiture. Ces deux tendances interagissent et conduisent à faire augmenter de façon considérable la consommation de transport.

La construction de supermarchés en périphérie des villes est pourtant de moins en moins plébiscitée. Ces supermarchés ont en effet de nombreux effets négatifs : disparition de nombreux petits magasins de proximité, déclin des centres ville, perte d'espaces verts, réduction des sites d'achats pour les personnes moins mobiles, augmentation des problèmes de circulation dans la périphérie des villes, etc. Ironie du sort, les supermarchés décentrés, ont été initialement perçus comme étant la solution idéale pour régler les problèmes d'engorgement des centres villes. Des études avaient tenté de prouver que les magasins décentrés étaient la solution idéale pour diminuer la distance totale des trajets (Des achats moins fréquents donc moins de kilomètres). Une conclusion un peu facile pour une étude un peu trop simple.

Il est difficile d'imaginer un changement radical étant donné que ces magasins sont là et qu'ils ne vont pas disparaître du jour au lendemain. De plus, il semble difficile de s'opposer à la grande distribution qui répond aux attentes principales du consommateur moyen à savoir : de nombreux produits, des prix concurrentiels et de grands espaces de parking. Cette problématique semble difficile à solutionner sans l'apparition de changements radicaux dans les mentalités. Pourtant, il existe une solution toute simple : les magasins de proximité. Encore faut-il que les gens ne se rendent pas en voiture dans ces magasins. Peut-être que l'augmentation continue du prix des carburants conduira une partie des gens à remettre en question leurs habitudes.

### 3.2. De tout, tout le temps.

L'évolution des modes de consommation est également marquée par l'augmentation de la consommation des produits préparés ainsi que des produits hors saisons. Qui en est le responsable ? Les chaînes de grandes distributions qui arborent ces produits dans leurs étalages au nom de la sacro-sainte société de consommation ou les consommateurs qui les achètent sans s'embarrasser de réflexions sur l'origine des produits. Ce phénomène, comme de nombreux autres n'est pas l'œuvre d'un coupable idéal. Tout le monde est responsable de cette évolution et c'est là tout le problème.

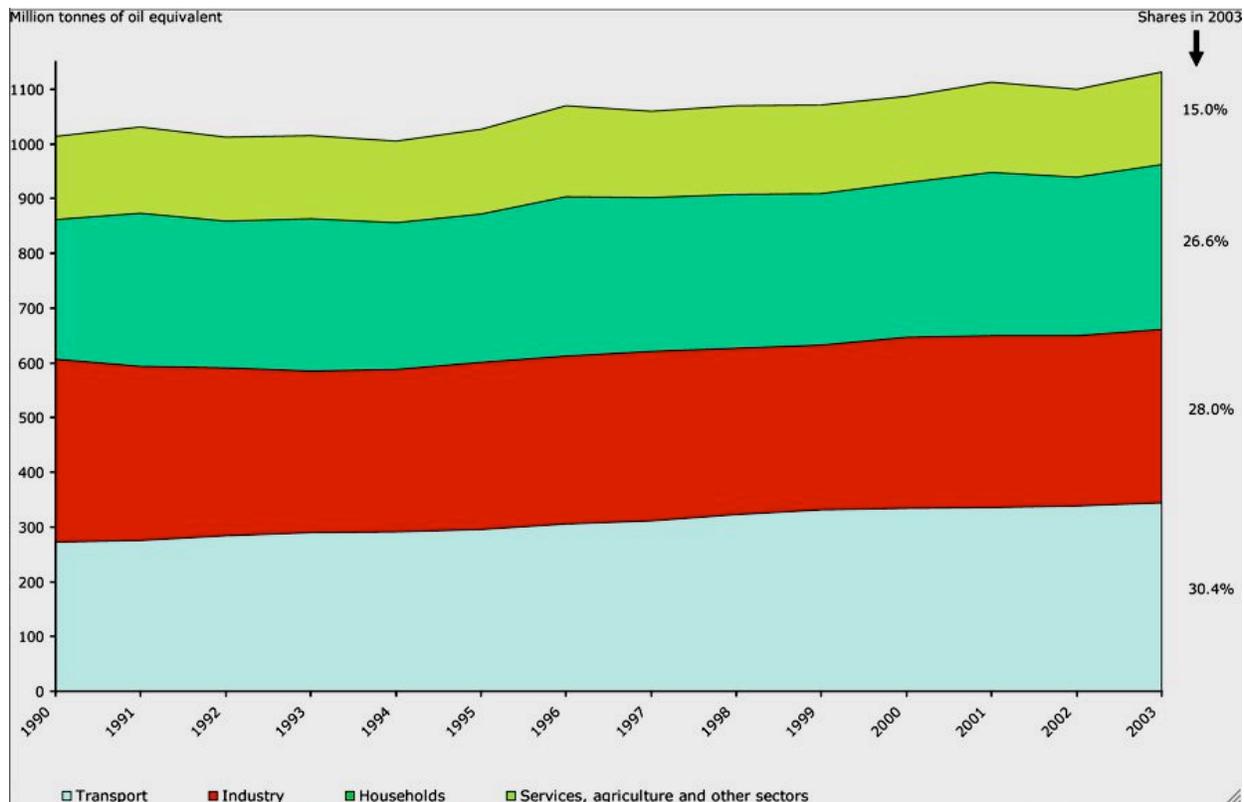
L'évolution des mentalités marquée par les différentes crises alimentaires a cependant poussé les gens à s'interroger sur la qualité des produits qu'ils achètent. On a en effet pu remarquer une véritable explosion de la part de marché des produits biologiques. Mais acheter des produits bio qui ont été cultivés de l'autre côté du globe, est-ce réellement un cadeau pour l'environnement ? Les magasins signalent pourtant de plus en plus à grand renfort de label et d'étiquette l'origine bio de leurs tomates d'Argentine ou de leurs haricots d'Afrique du Sud. La distance devient argument de vente et ce, même pour les produits qui ne sont pas issus de l'agriculture biologique.

Le manque criant d'information et d'éducation semble être un des problèmes, mais il n'est certainement pas le seul.

## Chap 4. Les impacts des kilomètres alimentaires.

### 4.1. Introduction

Le secteur des transports est actuellement responsable du tiers de la consommation énergétique en Europe. Cette consommation a subi une augmentation de 12% sur la période 1990-2003. Ce secteur est celui pour lequel l'augmentation a été la plus importante sur cette période. Il constitue aujourd'hui le plus important consommateur énergétique. C'est beaucoup et cette croissance ne semble pas vouloir s'arrêter en si bon chemin.



**Graphique 2: Evolution de la consommation finale énergétique par secteur en Europe en million de tonnes équivalent pétrole**  
(Source : EEA 2006)

Les impacts sur l'environnement de ce secteur d'activités sont nombreux et variés. De nombreuses études se sont penchées sur le problème et ont tenté de quantifier ces nuisances. L'action Cost 319 « Estimation des émissions de polluants par les transports » menée par une centaine de chercheurs européens de 1993 à 1998 en est un exemple parfait.

L'estimation des coûts qualifiés d' « externes » poursuit un objectif : « Internaliser les coûts externes ». Actuellement, les coûts d'utilisation d'un véhicule n'intègrent finalement que peu de paramètres : carburant, assurances, achat du véhicule, entretien du véhicule, taxe de circulation et de mise en circulation. Tous les autres coûts que nous allons passer en revue dans le présent chapitre sont quant à eux à charge de la collectivité. L' « internalisation des coûts externes » vise donc à canaliser l'ensemble des coûts vers le seul utilisateur. La tâche est cependant ardue et l'on est encore loin de pouvoir mettre en pratique une telle démarche.

Il est important de noter que nous aborderons ce chapitre principalement sous un aspect général. Le transport de denrées alimentaires étant avant tout un transport de marchandises au même titre que les autres. Le présent chapitre est donc à interpréter sous un point de vue général.

Le transport agroalimentaire présentant cependant certaines spécificités notamment en termes de répartition modale et de conditions de transport, nous préciserons donc quelle est l'importance relative de ce secteur ainsi que sa répartition modale.

## 4.2. Impacts généraux liés au transport

### 4.2.1. Coût environnemental

#### 4.2.1.1. Gaz à effet de serre

Le transport est évidemment un des premiers responsables de la production de gaz à effet de serre. La combustion de carburants par les moteurs thermiques rejette en effet une quantité importante d'eau et de dioxyde de carbone. Ces gaz absorbent les radiations dans la stratosphère. Bien que traversés par les rayons du soleil, ils réfléchissent les ondes longues des radiations normalement émises par la terre et renvoyées dans l'espace. Ce phénomène peut élever la température de l'atmosphère. Bien que l'on cerne mal les incidences exactes de l'augmentation de ces gaz dans l'atmosphère terrestre, personne ne remet en doute l'impact de cette augmentation sur l'évolution du climat mondial.

Les informations susceptibles d'être recueillies sur les émissions de dioxyde de carbone par tonne de marchandises transportées au kilomètre seront présentées dans les sections suivantes.

#### 4.2.1.2. Qualité de l'air

Le transport de marchandise génère une quantité importante de polluants ayant des effets variables sur la santé et l'environnement. Le tableau suivant compile les principaux composés incriminés, leurs origines et leurs effets les plus importants.

Polluant	Origine	Effets
Monoxyde de Carbone (CO)	Combustion incomplète	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Problèmes respiratoires (fourniture insuffisante d'Oxygène)</li> <li>➤ Contribution indirecte à l'effet de serre (Empêche la dégradation chimique du méthane)</li> </ul>
Dioxyde de Carbone (CO <sub>2</sub> )	Combustion	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Effet de serre</li> </ul>
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	Oxydation des composés N et N <sub>2</sub> des carburants	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Acidification des sols et de l'eau, surfertilisation</li> <li>➤ Responsables de la formation d'ozone dans la basse atmosphère (smog photochimique)</li> <li>➤ Effets néfastes sur la végétation.</li> <li>➤ Irritations du système respiratoire (toux, rhinite, maux de gorge)</li> </ul>
Composés Organiques Volatils (COV) et hydrocarbures	Cycle de production de l'essence (évaporation), combustion incomplète	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Effets toxiques sur l'homme et son environnement</li> <li>➤ Formation d'Ozone troposphérique avec les NOx</li> </ul>
Particule et poussières	Combustion incomplète des moteurs diesels	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Problèmes respiratoires, effets cancérogènes (effet renforcé par l'adsorption de cov et d'hydrocarbures)</li> <li>➤ Dégradation de l'infrastructure (noircissement, détérioration des matériaux de construction)</li> </ul>
Ozone (O <sub>3</sub> ) (formé par l'interaction avec d'autres polluants)	Photo-oxydation avec Nox et COV	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Irritation du système respiratoire, atteinte aux poumons</li> </ul>
Dioxyde de Soufre (SO <sub>2</sub> )	Combustion de carburants soufré	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Principal agent responsable de la formation des pluies acides</li> </ul>

**Tableau 2 : Effets nocifs causés par la pollution atmosphérique sur l'environnement.**

Les polluants générés par le transport sont nombreux et le plus souvent émis en quantités infimes. Pourtant, lorsque l'on examine les atteintes portées à l'environnement par le transport, on ne tient généralement compte que des principaux polluants. Deux raisons peuvent l'expliquer. Premièrement parce qu'il n'existe que très peu d'informations sur les incidences de ces éléments. Deuxièmement parce que les gouvernements ne réglementent pas encore ces émissions.

#### 4.2.1.3. Nuisances sonores

La circulation constitue une source majeure de bruits, en particulier en milieu urbain. Outre son caractère désagréable, le bruit est à l'origine de problèmes de santé comme le stress, les troubles du sommeil, les maladies cardio-vasculaires et la perte d'acuité auditive. Mesurer le volume de la pollution acoustique s'avère une opération complexe. Un niveau sonore supérieur à 65 dB(A) est généralement jugé comme excessif. Cependant un certain nombre de paramètres différents doivent être pris en considération dans un indicateur de bruit : le volume, l'intensité, la fréquence, la durée et la variabilité. Les indicateurs de bruit correspondent généralement à la moyenne du volume et de la durée durant un certain laps de temps. Le contexte dans lequel se produit le bruit revêt de l'importance ; un bruit qui peut passer pour acceptable dans un environnement professionnel durant la journée serait intolérable dans un quartier résidentiel pendant la nuit. De la même façon, un bruit auquel on s'attend peut être moins gênant qu'un bruit inopiné. En outre, le même volume sonore peut être toléré plus facilement lorsqu'il intervient de façon intermittente que lorsqu'il est persistant. Cependant, obtenir des données sur les expositions réelles au bruit demeure difficile. Les principaux modes de transport utilisés pour le déplacement de marchandises génèrent des nuisances acoustiques variables. L'avion et le camion sont sans doute les deux plus grands responsables de ces nuisances

#### 4.2.1.4. Autres impacts environnementaux

##### 4.2.1.4.1. Pollution de l'eau

Le fonctionnement normal des moyens de transport ne contribue pas à la pollution de l'eau de la même façon qu'il pollue l'air. Cependant, les transports portent atteinte de façon à la fois directe et indirecte à la qualité de l'eau. Les activités liées au transport maritime en particulier affectent directement l'environnement. Nous détaillerons ce point dans la partie relative au transport maritime. Les opérations habituelles de dragage des boues dans les ports et les voies navigables intérieures brassent à la surface les dépôts toxiques et conduisent fréquemment à éliminer les rejets de dragage en haute mer. (Bien entendu l'existence des sédiments toxiques provient de nombreuses autres sources que les transports ; le dragage fait simplement remonter à la surface les substances toxiques et pose le problème du lieu de leur stockage.) Ces problèmes augmentent avec l'essor du transport maritime bien qu'ils soient moins directement liés au volume de fret par kilomètre que dans le cas de la pollution atmosphérique. Les transports terrestres affectent de façon moins directe la qualité de l'eau. Les accidents de la route et les gaz d'échappement des véhicules sont tous deux sources de déversement d'hydrocarbures et de substances chimiques dangereuses qui ruissellent de la route dans les eaux de surface et les nappes aquifères. Le réseau routier lui-même, ainsi que les parcs de stationnement, les voies d'accès et autres surfaces recouvertes d'un revêtement entraînent un accroissement des surfaces imperméables, en particulier en milieu urbain. Les surfaces imperméables arrêtent l'infiltration des précipitations dans les nappes aquifères. Une extension de ces surfaces augmentera

par conséquent les risques d'inondation et entraînera un accroissement des polluants qui s'écoulent dans les eaux de surface lors de précipitations abondantes.

#### *4.2.1.4.2. Occupation des sols et morcellement de l'habitat*

Les infrastructures nécessaires aux transports terrestres ont un impact important sur le morcellement de l'habitat et la perturbation du milieu. Le morcellement de l'habitat comporte quatre composantes :

- Premièrement, les réseaux de transport entraînent la destruction directe du milieu naturel en le remplaçant par des routes, des voies ferrées ou autre infrastructure.
- Deuxièmement, le passage des transports perturbe l'habitat voisin en le polluant avec des substances chimiques, du bruit, de la lumière ou en l'affectant par d'autres nuisances.
- Troisièmement, la voie de passage crée une barrière qui sépare des zones fonctionnelles au sein d'un habitat. De nombreuses espèces ne traverseront pas cette barrière de sorte qu'une route peut avoir pour conséquence de diviser leur écosystème en deux. La diversité des espèces présentes au sein d'un écosystème dépend de la taille totale et ininterrompue de la superficie de l'habitat ; aussi, le fait de diviser une zone par une route peut réduire de moitié la diversité de l'écosystème au lieu de lui soustraire seulement l'espace effectivement occupé par la route.
- Quatrièmement la voie de passage aménagée pour les transports peut être à l'origine de collisions directes entre les animaux et les véhicules en déplacement.

L'importance que revêtent les routes et voies ferrées comme sources de morcellement de l'habitat dépend de leur longueur et de leur largeur ainsi que des habitats traversés. La disparition directe des habitats, des facteurs externes comme la pollution et le bruit ainsi que le taux d'animaux écrasés sur les routes sont directement affectés par la densité du trafic et la largeur de la chaussée. On dispose cependant de moyens pour limiter ces atteintes à l'environnement par le tracé des routes et la mise en place de protections de manière à réduire la pollution ou la lumière, etc. Leur importance dépend cependant étroitement de la nature du milieu naturel environnant. Une route ou une voie de chemin de fer qui traverse une zone urbaine ne provoquera vraisemblablement pas de dommage à l'écosystème étant donné que le milieu ne se trouve déjà plus dans son état naturel. Cependant les routes qui passent dans des zones sensibles comme les Alpes ou dans des massifs forestiers protégés sont à même d'entraîner des dommages écologiques significatifs. Une analyse rigoureuse de l'impact des différents modes de transport sur l'utilisation des sols et le morcellement des habitats exigerait une connaissance approfondie de l'écologie locale et des plans d'aménagement des sols. Même en disposant des informations relatives aux conditions ambiantes particulières, il est compliqué d'établir une corrélation directe avec l'augmentation du transport des marchandises. Les données succinctes sur l'occupation des sols par les différents modes de transport donnent à penser que les routes provoquent plus de dommages que les autres moyens de transport.

## 4.2.2. Coût économique

### 4.2.2.1. Accidents

Parler des accidents n'est pas chose aisée. Leurs conséquences sont nombreuses et souvent difficiles à quantifier. Celles-ci sont en effet à la fois environnementales, sociales et économiques.

La première chose qui vient à l'esprit lorsque l'on parle d'accident, c'est évidemment l'aspect social. Les accidents blessent et tuent de nombreuses personnes. La douleur provoquée chez les personnes concernées est cependant quasiment impossible à quantifier. Seuls les coûts des soins de santé peuvent être intégrés dans un éventuel calcul du coût des accidents. Il s'agit dès lors de l'aspect économique des accidents. A ces coûts de soins de santé il faut également ajouter les coûts liés à la perturbation du trafic et à la détérioration des infrastructures.

Vient ensuite l'aspect environnemental qui est dans notre cas généralement moins important que pour d'autres types de transport. En effet, la nature même des produits transportés n'est pas à même de générer des nuisances environnementales sévères. Les pertes de carburant et de fluides sont par contre toujours susceptibles de nuire.

La priorité dans les méthodes de calculs du coût des accidents est généralement largement donnée aux aspects économiques. Ce choix apparaît quelque peu arbitraire bien évidemment et il est possible d'adopter une démarche différente mais celle-ci a le mérite d'être plus facile à mettre en œuvre.

### 4.2.2.2. Congestion

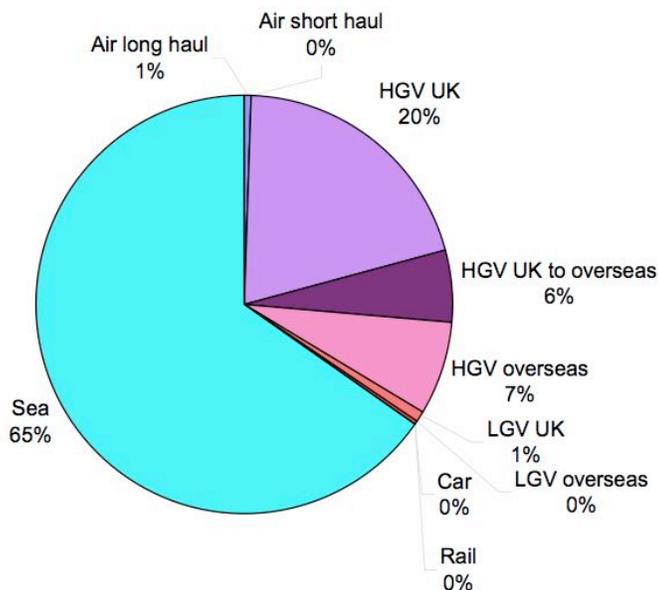
Cette conséquence du transport est sans doute l'une des plus importantes du point de vue de son impact sur les organisations logistiques. La congestion a pour effet d'allonger les temps de parcours et de les rendre incertains, de surdimensionner le parc de matériel roulant et le personnel affecté, d'augmenter la consommation de carburant et les coûts d'entretien des véhicules, d'accroître la pollution, de détériorer le cadre de vie. On observe ainsi des changements dans les pratiques des sociétés logistiques qui n'hésitent pas à recréer des dépôts pour éviter de rompre les chaînes d'approvisionnement. Dans cette problématique, la qualité à la fois d'émetteurs et récepteurs des automobilistes en matière d'externalité négative pose le problème de la prise en compte des coûts liés à la gêne qu'ils s'occasionnent mutuellement.

## 4.3. Impacts spécifiques des différents modes de transport

### 4.3.1. Répartition modale du transport alimentaire.

Le choix du mode de transport des denrées alimentaires est lié à différentes contraintes telles que l'origine et les caractéristiques du produit (fragilité, délai de péremption, etc.). Les produits d'origine lointaine (Afrique, Asie, Amérique) sont ainsi acheminés par bateau ou par avion selon la rapidité avec laquelle les produits doivent arriver à destination. Étant donné le coût extrêmement élevé du transport aérien, celui-ci est réservé à des produits de luxe (alcool, tabac, etc.) ou à conservation limitée (poisson frais, certains légumes, etc.). Pour tous les trajets intra-européens, c'est le camion qui se taille la part du lion en ne laissant que des miettes pour le transport ferroviaire et fluvial. A ces kilomètres réalisés jusque l'étalage, il faut évidemment ajouter les kilomètres réalisés en voiture par les consommateurs pour acheminer leurs achats jusqu'à leur domicile.

Il s'avère extrêmement difficile d'obtenir des informations précises sur l'importance des kilomètres-alimentaires en Belgique et dans une plus large mesure en Europe. Cependant, une étude britannique menée pour le compte du Defra (Department for Environmental Food and Rural Affairs), a calculé l'importance de chaque mode de transport et son impact sur les émissions de CO<sub>2</sub>. Même s'il existe des spécificités au cas anglais, cette étude nous permet tout de même de nous faire une idée générale sur la répartition modale du transport de nourriture en Europe.



**Graphique 3 : Nombre de tonnes-kilomètres générés par le secteur alimentaire Anglais en 2002**

(source : Defra, 2005)

### 4.3.2. Le transport par camions

Le camionnage représente une menace pour l'environnement par la pollution atmosphérique et le bruit qui sont les deux principales sources quantifiables de nuisances. En outre, l'utilisation de poids lourds porte atteinte à l'environnement dans le domaine de l'occupation des sols et également par les répercussions des accidents.

Des estimations nombreuses et variées ont été publiées sur les polluants émis tant par les poids lourds que par les autres modes de transport. Ces analyses s'appuient sur les kilomètres parcourus, les tonnes de marchandises transportées au kilomètre, la quantité d'énergie consommée et d'autres mesures. Même lorsqu'elles sont calculées en unités identiques, ces estimations varient considérablement. En effet, les données sont conditionnées par les nombreuses hypothèses sur lesquelles elles sont fondées. Elles donnent néanmoins une idée générale de l'importance de la pollution atmosphérique produite par les différents moyens de transport. Elles offrent aussi une image satisfaisante des incidences des différents modes sur le milieu naturel. Les données que nous allons présenter pour les camions et, dans les sections suivantes, pour les autres modes sont obtenues par recoupement de nombreuses données issues de non moins nombreuses études.

Le tableau suivant répertorie les émissions des différents standards européens d'émissions de poids lourds. Ces données sont également différenciées selon trois densité de chargement.

Standard d'émission g/tkm	Type de cargaison	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	COV	PM <sub>10</sub>
EURO 1	Dense	65	0,601	0,05	0,019
	Moyen	72	0,673	0,059	0,021
	Léger	110	1,035	0,106	0,037
EURO 2	Dense	62	0,655	0,034	0,009
	Moyen	69	0,746	0,039	0,01
	Léger	105	1,176	0,068	0,018
EURO 3	Dense	64	0,483	0,032	0,01
	Moyen	71	0,542	0,038	0,012
	Léger	110	0,841	0,069	0,022
EURO 4	Dense	62	0,305	0,037	0,002
	Moyen	69	0,343	0,044	0,002
	Léger	107	0,529	0,078	0,004
MOYENNE		80,50	0,6608	0,0545	0,0138

**Tableau 3 : Facteurs d'émissions du transport par camion en g/tkm (camion articulé de 34 à 40t sur autoroute et sur relief accidenté).**

(Source : IFEU 2005).

Le transport routier ne se résume évidemment pas aux camions de 40 tonnes. Il existe en effet une large gamme de véhicules diesel ou essence allant de 3,5 à 60 tonnes. Il faut également tenir compte des camions frigorifiques particulièrement polluants et abondamment utilisés dans le secteur du transport agroalimentaire. Le tableau suivant détaille les émissions en grammes par kilomètres de différents types de véhicules y compris des voitures particulières.

Type de véhicule	Cycle	CO2	PM10	NOX	COV	SO2
Voiture essence	Urbain	169,94	0	0,44	0,35	0
	Mixte	166,12	0,01	0,67	0,21	0
	Autoroutes	186,69	0,01	0,87	0,21	0
Voiture diesel	Urbain	160,52	0,08	0,55	0,05	0
	Mixte	158,99	0,07	0,59	0,02	0
	Autoroutes	188,62	0,09	0,78	0,01	0
Camion léger essence	Urbain	233,26	0,01	0,72	0,67	0,01
	Mixte	230,62	0,02	0,93	0,31	0,01
	Autoroutes	288,3	0,03	1,13	0,45	0,01
Camion léger diesel	Urbain	209,11	0,14	0,99	0,18	0,01
	Mixte	218,56	0,18	1	0,1	0,01
	Autoroutes	293,69	0,29	1,3	0,08	0,01
Semi-remorque	Urbain	583,82	0,22	6,32	1,16	0,01
	Mixte	563,67	0,18	6,05	0,8	0,01
	Autoroutes	609,98	0,18	6,28	0,67	0,02
Semi-remorque réfrigéré	Urbain	1401,8	0,41	13,37	0,93	0,04
	Mixte	1361,33	0,33	12,68	0,66	0,03
	Autoroutes	1438,45	0,33	12,99	0,54	0,04

**Tableau 4 : Emissions relatives au transport routier en gr/km.**

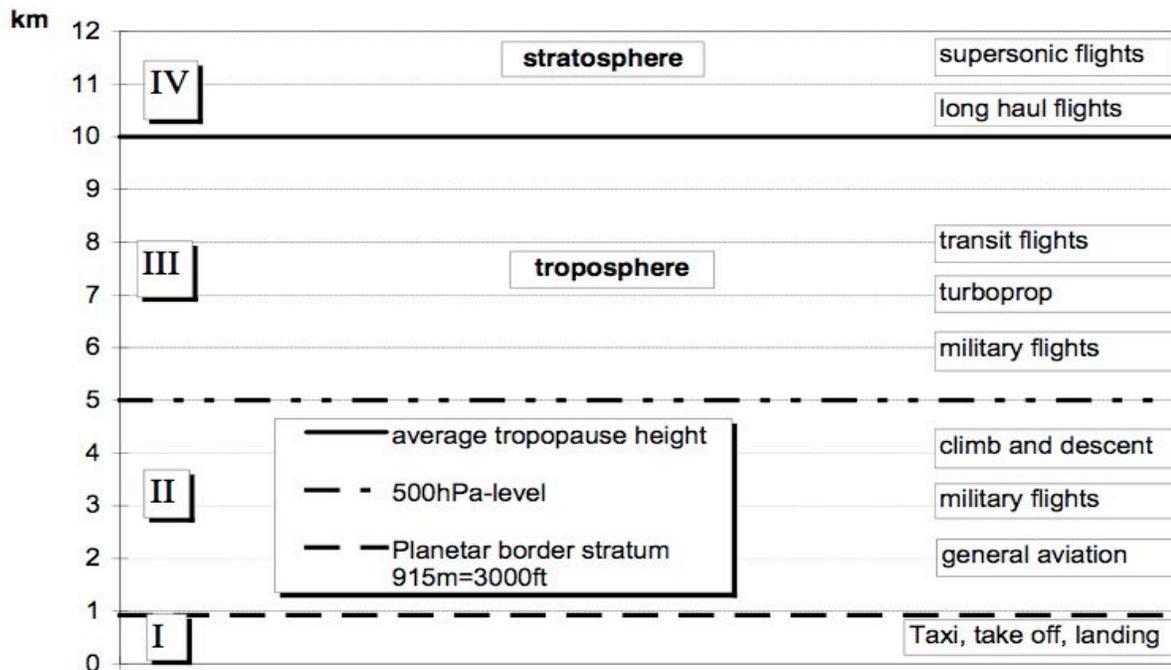
(Source : NAIE 2003)

Nous pouvons constater que les émissions sont extrêmement variables selon le type de véhicule passant ainsi de 209gr/km pour un camion diesel léger jusqu'à plus de 1400gr/km pour un semi-remorque réfrigéré. Il est également intéressant de remarquer que les niveaux d'émission des voitures particulières sont particulièrement élevés comparativement à celles des camions.

### 4.3.3. Le transport par avion

Bien que le transport aérien ne représente qu'une part infime du transport de marchandises, sa participation dans les émissions de polluants est particulièrement importante.

De plus, le mode de fonctionnement même de l'avion implique une répartition spatiale extrêmement variée de ces émissions. Celle-ci varie à la fois de façon horizontale mais surtout verticale allant ainsi de 0 à plus de 12km. La figure suivante illustre parfaitement cette répartition.



**Figure 6 : Zones d'émissions du trafic aérien.**  
(source : Meet)

Les émissions réalisées à basse altitude lors des phases de décollage et d'atterrissage se composent principalement d'oxydes d'azote, de monoxyde de carbone et d'hydrocarbures. A cette altitude, ils participent activement à la formation d'ozone troposphérique. L'essentiel du vol se déroule quant à lui aux environs de 10 à 11km d'altitude. A cette altitude, les rejets de NOx peuvent réagir au contact d'autres gaz pour former de l'ozone stratosphérique qui produit alors un effet de serre puissant. Bien que l'aviation contribue seulement à hauteur de 2 pour cent aux émissions mondiales de NOx, leur rejet direct dans la troposphère supérieure est susceptible de renforcer considérablement leur effet sur la formation d'ozone. La vapeur d'eau émise dans la troposphère supérieure peut produire des cristaux de glace à même d'intensifier la constitution de cirrus qui captent la chaleur avec des conséquences sensiblement comparables aux gaz à effet de serre.

Les données relatives aux émissions des aéronefs sont extrêmement variables d'un auteur à l'autre. Ces données sont généralement exprimées en grammes par kilo de carburant. Le tableau suivant compile trois sources qui nous ont semblé être les plus pertinentes.

Référence (gr/Kg)	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	COV
MEET (1997)	3150	1	1240			
OCDE (1996)	3160			10,9		
IFEU (2005)	3154	0,4		16,1	0,02	0,62
Moyenne	3154,67	0,70	1240,00	13,50	0,02	0,62

**Tableau 5 : Emissions en gr/kg de carburant relative aux aéronefs pour des vols à longue distance.**

Afin de parvenir à des valeurs exprimées en grammes par tonne et par kilomètre, nous avons utilisé un coefficient de consommation de carburant de 185gr/tkm fourni par la compagnie allemande Lufthansa en 2003. Cette valeur est également utilisée par d'autres auteurs et nous semble suffisamment crédible.

gr/tkm	CO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	COV
Vol long-courrier	583,61	0,1295	229,4	2,4975	0,0037	0,1147

**Tableau 6 : Emissions en gr /tkm relative aux aéronefs pour des vols à longue distance.**

Nous n'avons pas consigné dans ces tableaux les valeurs relatives au vol court-courrier. Pour ces types de vol, les émissions de CO<sub>2</sub> peuvent atteindre des valeurs proche de 1600gr par t/km. Nous ne tiendrons cependant compte que des valeurs applicables aux vols long-courrier car l'immense majorité du transport aérien de nourriture est de cette nature.

Outre la pollution atmosphérique, l'aviation s'illustre également au niveau des nuisances acoustiques. Bien que celles-ci soient localisées aux zones aéroportuaires, elles représentent un coût extrêmement élevé à assumer par la société. Elles contribuent ainsi à rendre le transport aérien extrêmement coûteux pour l'environnement.

#### 4.3.4. Le transport par bateau

##### 4.3.4.1. Nuisances spécifiques liées au transport maritime.

Outre les rejets atmosphériques et leurs spécificités dont nous parlerons plus loin, le transport maritime génère une série de menaces pour l'environnement. Quatre nuisances majeures peuvent être distinguées.

- Les rejets accidentels.

Ils constituent l'une des sources majeures de la pollution de l'eau provoquée par le transport maritime. On en constate plusieurs types. Les pertes de cargaison se produisent fréquemment lors du chargement ou du déchargement dans les ports en raison d'erreurs de manutention ou d'équipements défectueux. Ces rejets représentent en général un volume relativement faible. Les rejets de cargaison qui se produisent lorsqu'un navire s'échoue ou se brise par mauvais temps sont beaucoup plus rares mais potentiellement plus dangereux. Toutefois, il est important de relativiser ce type de nuisance dans le cadre de ce travail. En effet, les effets liés à une perte de cargaison alimentaire n'est sans aucune mesure comparable avec des cargaisons de produits chimiques ou pétroliers.

- Les pollutions opérationnelles par les hydrocarbures.

Les navires sont conçus pour se déplacer dans l'eau en toute sécurité lorsqu'ils sont chargés d'une cargaison. Lorsqu'ils naviguent à vide, ils remplissent leurs citernes avec de l'eau servant de lest de manière à abaisser leur ligne de flottaison et à les stabiliser lorsqu'ils traversent l'océan. Avant d'entrer au port où ils doivent embarquer une nouvelle cargaison, ils évacuent l'eau de lest dont le poids sera remplacé par le fret. L'eau rejetée est généralement une matière souillée, polluée par les hydrocarbures et éventuellement par d'autres déchets présents dans les ballasts. Son évacuation représente par conséquent une source de pollution de l'eau. Il est à noter, cependant, que les ballasts séparés, qui sont obligatoires sur les navires plus récents, réduisent ou éliminent le problème des ballasts huileux. L'eau contenue en fond de cales représente une source de pollution de même type ; il s'agit d'infiltrations qui s'accumulent dans le navire et qui doivent être évacuées régulièrement. On parle de pollution "opérationnelle" lorsque l'on mentionne ces déversements parce qu'ils sont considérés depuis longtemps comme faisant partie des opérations de fonctionnement normal des navires. Ces rejets d'eaux souillées d'hydrocarbures, même effectués à des centaines de kilomètres de la côte, polluent les plages et les littoraux.

- Élimination des déchets solides

L'évacuation des matériaux d'emballage et d'arrimage du fret (bois et plastique) en mer constitue une autre source significative d'atteinte à l'environnement. Les matières plastiques rejetées présentent une menace à la fois pour les espèces marines et les régions côtières. Outre les effets nocifs portés à la vie marine, les matières plastiques

s'échouent sur les plages dans le monde entier. Cependant, en raison de l'absence de données sur le sujet, il est difficile d'évaluer le volume actuel de débris évacués.

○ Perturbations des écosystèmes.

Le transport maritime constitue un moyen privilégié de déplacement des espèces aquatiques d'une région du globe à une autre. De nombreuses espèces sont ainsi transportées soit via les eaux de lest soit tout simplement en s'accrochant aux parois des navires. Si la plupart d'entre elles ne survivent que très peu de temps dans leur nouvel habitat, d'autres que l'on qualifie alors d'invasives peuvent se développer abondamment et perturber ainsi les écosystèmes colonisés. L'exemple type de ce problème est sans doute celui de la moule zébrée (*Dreissena polymorpha*) d'origine européenne et qui, après avoir été importée dans l'eau de lest, s'est multipliée dans la région des grands lacs. La méthode la plus classique mise en œuvre pour éviter ces nuisances est celle de l'évacuation de l'eau de lest en haute mer. L'eau douce collectée à quai est ainsi remplacée par de l'eau salée. Les organismes d'eau douce qui ont pénétré dans les citernes sont ainsi éliminés car ils ne peuvent survivre dans l'eau salée. Cette méthode n'est cependant pas suffisamment efficace. D'autres méthodes sont par conséquent envisagées : filtrage, chauffage, traitement chimique. Ces nouvelles techniques sont malheureusement fort onéreuses ou même dangereuses pour l'environnement.

#### 4.3.4.2. Émissions engendrées par le transport maritime

Il est clair que le transport maritime ne constitue pas la source principale de pollution en terme de tonnes-kilomètres. La pollution atmosphérique ne constitue pas non plus la plus grande partie des nuisances générées par le transport maritime. Malgré cela, il ne faut pas oublier que tous les navires sont mus par des moteurs à combustion de sorte qu'ils émettent des polluants au même titre que les autres moyens de transport.

La majeure partie des émissions des bateaux sont réalisées en haute mer où les impacts sont relativement faibles pour l'homme. Les émissions réalisées au large des côtes ont par contre un impact plus important. Il n'existe malheureusement pas d'études fiables sur la répartition des émissions même si on considère que les navires suivent les côtes lorsque cela leur est possible. Généralement, on considère que 10% des émissions sont réalisées le long des côtes (Redefine, 2005). Comme l'indique le tableau ci-dessous, nous disposons de plusieurs séries de coefficients d'émission de navires selon la densité du chargement.

Type de Navire	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COV	PM <sub>10</sub>
Cargo de 9000 à 23000 t	21,34	0,5628	0,5360	0,0161	0,0409
Cargo de 40000 t	11,31	0,2982	0,2840	0,0085	0,0217
Moyenne	16,32	0,4305	0,4100	0,0123	0,0313

Tableau 7 : Coefficients d'émission de polluants atmosphériques, en g/tkm  
(source : Borken 1999)

#### 4.3.5. Le transport par train

Ce mode de transport est souvent considéré comme un mode de transport moins agressif à l'égard de l'environnement. Il est vrai que les données sur les rejets atmosphériques ne manquent pas de confirmer cette impression.

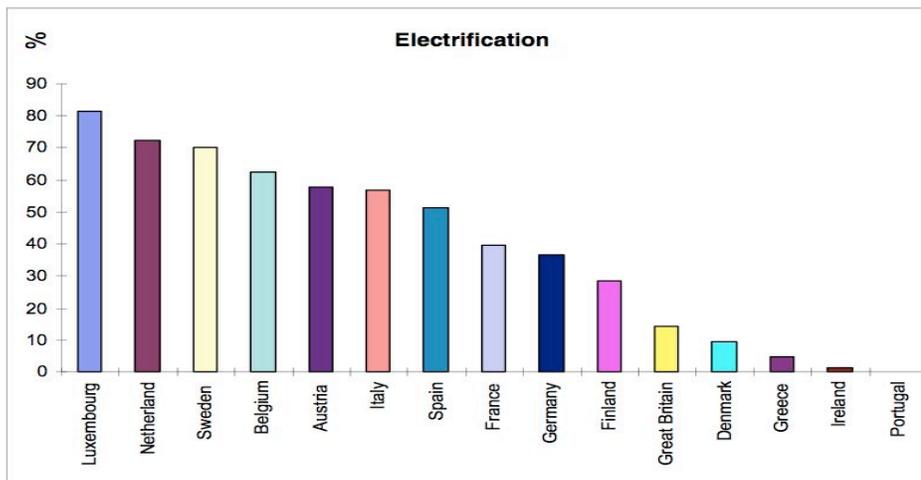
Le premier tableau nous montre les coefficients d'émission de différents types de convois ferroviaires à propulsion électrique.

	Type de chargement	CO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COV	PM <sub>10</sub>
Train Court (500 t)	Dense	20,62	0,0347	0,0609	0,0030	0,0146
	Moyen	24,76	0,0417	0,0731	0,0036	0,0175
	Léger	30,96	0,0521	0,0914	0,0045	0,0219
Train Moyen (1000 t)	Dense	14,60	0,0246	0,0431	0,0021	0,0103
	Moyen	17,51	0,0295	0,0517	0,0026	0,0124
	Léger	21,89	0,0368	0,0646	0,0032	0,0155
Train long (1500 t)	Dense	11,89	0,0200	0,0351	0,0017	0,0084
	Moyen	14,31	0,0241	0,0422	0,0021	0,0101
	Léger	17,88	0,0301	0,0528	0,0026	0,0126
<b>Moyenne générale</b>		<b>19,38</b>	<b>0,0326</b>	<b>0,0572</b>	<b>0,0028</b>	<b>0,0137</b>

**Tableau 8 : Emissions de polluants atmosphériques en gr/tkm des trains électrique.**

(Source : IFEU 2005)

Bien que le taux d'électrification soit relativement élevé en Europe, les convois de type diesel-électrique sont encore largement utilisés et ce même sur des lignes ayant déjà fait l'objet de travaux d'électrification. Le graphique suivant nous indique les degrés d'électrification des voies en Europe.



**Graphique 4 : Voies électrifiées en Europe en pourcent de la longueur totale.**

(Source : Meet 1999)

D'une manière générale, les études actuelles tendent donc plutôt à privilégier l'utilisation des données relatives aux émissions des convois diesels-électriques, qui constituent la majorité des convois de marchandises.

	Type de chargement	CO2	NOX	SO2	COV	PM10
Train Court (500 t)	Dense	32,19	0,5382	0,0402	0,1006	0,0302
	Moyen	38,66	0,6463	0,0483	0,1208	0,0362
	Léger	48,32	0,8079	0,0604	0,1510	0,0453
Train Moyen (1000 t)	Dense	22,78	0,3809	0,0285	0,0712	0,0214
	Moyen	27,33	0,4569	0,0342	0,0854	0,0256
	Léger	34,18	0,5714	0,0427	0,1068	0,0320
Train long (1500 t)	Dense	18,56	0,3103	0,0232	0,0580	0,0174
	Moyen	22,34	0,3734	0,0279	0,0698	0,0209
	Léger	27,90	0,4665	0,0349	0,0872	0,0262
<b>Moyenne générale</b>		<b>30,25</b>	<b>0,5058</b>	<b>0,0378</b>	<b>0,0945</b>	<b>0,0284</b>

**Tableau 9 : Emissions de polluants atmosphériques en gr/tkm des trains diesels-électriques.**

(Source : Meet 1997)

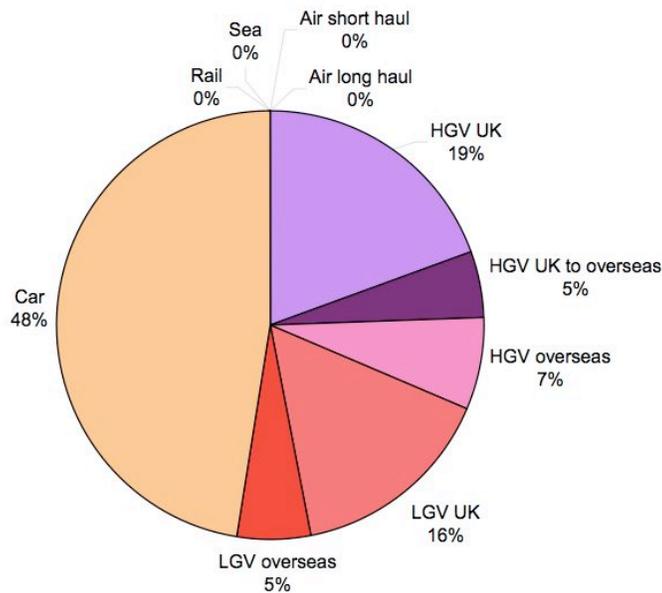
Cependant, ces considérations ne nous affectent que très peu dans le cadre de notre étude, en effet, les quantités de marchandises de type agricole ou alimentaire transportées par voie ferroviaire ne constituent qu'une part infime des quantités totales transportées.

A côté de ces très bonnes performances en terme d'émissions, le train possède tout de même certains inconvénients. Tout comme le camion, le train engendre en effet des nuisances acoustiques et contribue à l'occupation des sols ainsi qu'au morcellement de l'habitat. Si les nuisances sonores générées par le rail peuvent être considérées comme moins gênantes étant donné leur aspect intermittent, le constat est loin d'être clair au niveau de la consommation d'espace. Les deux modes de transport sont en effet susceptibles de causer des préjudices significatifs aux écosystèmes adjacents.

#### 4.3.6. Conclusions.

Bien que les données relatives aux émissions des différents modes de transport soient, comme nous l'avons déjà fait remarquer, extrêmement variables suivant les études, Il est important de rappeler que les rapports entre les différentes valeurs sont toujours globalement identiques. L'avion est et reste le moyen de transport le plus polluant devant le camion, le train et enfin le bateau. En termes d'émissions par tonnes/kilomètres, la voiture particulière se situe quant à elle entre le camion et l'avion. Les deux graphiques suivants nous montrent l'impact respectif des différents modes de transport en termes de véhicules-kilomètres et d'émission de CO<sub>2</sub> en Angleterre.

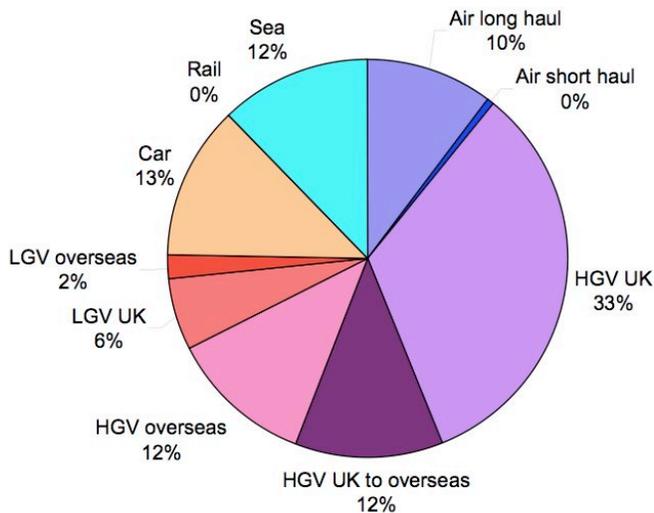
Le premier graphique nous montre à quel point les mauvais taux de remplissage des voitures particulières utilisées pour réaliser les achats participent à l'augmentation du nombre de véhicules-kilomètres.



**Graphique 5 : Nombre véhicules-kilomètres générés par le secteur alimentaire Anglais en 2002**

(Source : DEFRA 2005)

Une fois de plus, on remarque dans le graphique 6 à quel point le transport aérien participe à l'émission de CO<sub>2</sub> malgré sa participation extrêmement limitée dans le transport de nourriture. La situation opposée est quant à elle observable pour le transport maritime responsable de plus de 60% du nombre de tonnes-kilomètres mais de seulement 12% des émissions de CO<sub>2</sub> (voir graphique 3).



**Graphique 6 : Emissions de dioxyde de carbone associé transport alimentaire Anglais en 2002**

(Source : DEFRA 2005)

## Chap 5. Étude de cas.

Afin d'appréhender au mieux toutes les facettes de la problématique des kilomètres alimentaires, il est indispensable d'envisager l'analyse de cas concrets. Un tel exercice est cependant extrêmement complexe. La nature des produits, leur origine mais aussi leur mode de production et de transport sont autant de paramètres qu'il est nécessaire d'intégrer si l'on veut obtenir des résultats possédant une réelle signification. Chaque cas devra donc faire l'objet d'une démarche d'analyse spécifique adaptée à la nature du produit.

Nous envisagerons dans le présent chapitre une série de trois cas spécifiques :

- **Cas numéros un : Vin français ou argentin?**

Il s'agit ici de la méthode d'analyse la plus simple et la plus utilisée. Seuls sont ici pris en compte la distance entre le lieu de production et de consommation et le mode de transport. Nous présenterons ici l'impact en termes de kilomètres alimentaires que peut revêtir le choix de l'origine d'un produit.

- **Cas numéros deux : tomates italiennes ou tomates belges cultivées sous serre ?**

Il se révèle parfois nécessaire de mettre en balance le coût du transport avec le coût de production d'un produit si l'on veut obtenir un résultat pertinent. Nous proposerons donc ici une méthode d'analyse de type « bilan énergétique » entre les tomates belges cultivées sous serre et les tomates italiennes.

- **Cas numéros trois : les kilomètres alimentaires du pot de yaourt.**

Force est de constater qu'une grande partie des produits que nous achetons habituellement sont des produits transformés. Avant d'arriver sur les étagères, ceux-ci suivent des circuits à la fois longs et complexes. Qui sait combien de kilomètres sont nécessaires pour fabriquer un simple pot de yaourt ?

Les valeurs d'émission utilisées dans les exercices suivants sont celles présentées et détaillées dans le précédent chapitre. Les analyses présentées dans les points suivants sont uniquement basées sur un facteur comparatif : la quantité de polluants émis au premier rang desquels on retrouve évidemment le CO<sub>2</sub>.

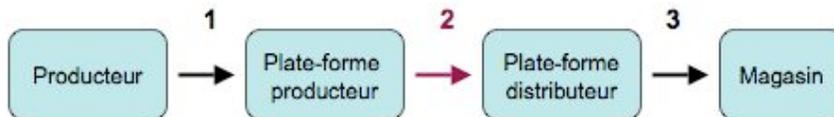
## 5.1. Cas numéro 1 : Vin français ou argentin ?

Dans le cas suivant, nous allons mettre en évidence les conséquences en terme de transport du choix de l'origine des aliments. Ce type de démarche est utilisé dans de nombreuses publications traitant du problème des kilomètres alimentaires.

Nous considérerons ici trois groupes de produits composés à chaque fois de deux produits d'origine différente.

- 1) Vin chardonnay argentin de Mendoza VS vin français du Languedoc.
- 2) Raisin d'Afrique du sud VS raisin d'Italie.
- 3) Haricots du Bengladesh VS haricots d'Italie

Pour faciliter considérablement la démarche, nous ne tiendrons compte que de la distance du lieu de production jusque la Belgique. Pour ce faire, nous envisagerons donc une chaîne logistique extrêmement simplifiée. Les produits comparés sont donc supposés suivre des parcours logistiques identiques en amont du centre de la plate-forme du producteur et en aval de la plate-forme du distributeur. Celle-ci est présentée dans la figure ci-dessous.



**Figure 7 : chaîne logistique simplifiée.**

Nous considérons également que la plate-forme du producteur et du distributeur sont respectivement situées dans le pays de production et de consommation.

Nous supposons enfin que le vin français, les haricots et les raisins italiens sont acheminés en camion ; que le vin argentin est acheminé en bateau ; que les raisins d'Afrique du Sud et les haricots du Bengladesh sont acheminés en avion.

Nous pouvons ainsi obtenir le tableau suivant.

Produit	Origine	Type de transport	Distance (km)	Emissions de CO2 (gr)
Une bouteille de vin (approx. 1,3 kg)	Argentine	Bateau	13757	291,86
	France	Camion	1334	139,61
Un kilo de haricot	Bengladesh	Avion	7850	4581,3
	Italie	Camion	1340	107,85
Un kilo de raisins	Afrique du sud	Avion	9622	5615,5
	Italie	Camion	1340	107,85

**Tableau 10 : Emissions générées par le transport de divers aliments.**

Les résultats obtenus sont à la fois prévisibles et peu représentatifs. Si cette démarche permet de prendre conscience de l'impact que peut revêtir le choix du mode de transport ainsi que l'origine du produit, elle ne peut en aucun cas servir pour une analyse critique de la problématique. Cette analyse comporte en effet beaucoup trop d'approximations et néglige complètement de nombreux aspects qui pourraient permettre d'évaluer l'impact d'un produit dans son ensemble. Comme nous l'avons vu au début de ce travail, les circuits logistiques sont de plus en plus longs et complexes. Or, cette hypothèse est directement fondée sur un mouvement direct du lieu de production au lieu de consommation. Il est vrai que la différence considérable entre les émissions réalisées par un avion et un camion semble difficile à compenser par un système logistique plus performant, il n'en est pas de même pour le bateau. De plus, nous n'avons pas considéré les problèmes relatifs à la production du bien de consommation. Les différences peuvent en effet être significatives et engendrer des économies d'énergie suffisantes que pour justifier un transport supplémentaire. Cette démarche présente néanmoins le mérite d'éveiller à la problématique du transport alimentaire mais ne pourra en aucun cas permettre d'envisager de manière exhaustive le problème des kilomètres alimentaires.

## 5.2. Cas numéro 2 :

### Bilan énergétique entre tomates belges et italiennes.

En 1997, la consommation énergétique des serres horticoles belges a, selon De Cock & Van Lierd, généré environ 1,6 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>. Cette étude précise également qu'à cette période, la production d'énergie primaire était principalement assurée par des installations fonctionnant au fioul lourd (63%). Enfin, l'étude précise également que des améliorations sensibles de l'ordre de 30% pourraient être obtenues si les installations étaient converties au gaz naturel. Étant donné que la surface totale de serres en Belgique a légèrement évolué passant respectivement de 2050 ha en 1997 à 2200 ha en 2004, nous pouvons estimer la quantité totale actuelle de CO<sub>2</sub> à approximativement 1,2 millions de tonnes. Cette estimation, bien qu'extrêmement minimaliste, semble être correcte car elle confirme des études récentes réalisées en Hollande et en Allemagne.

Nous pouvons donc extrapoler la quantité de CO<sub>2</sub> imputable à la production de tomates belges compte tenu des 550 ha dédiés à cette production en Belgique. Nous obtenons ainsi quelques 300.000 tonnes de CO<sub>2</sub>.

La Belgique produit actuellement environ 250.000 tonnes de tomates chaque année et importe près de 325.000 tonnes dont 160.000 tonnes sont originaires d'Italie (FAO, 2006). La production belge s'étale de mars à novembre et est essentiellement réalisée sous serre (verre ou plastique rigide). L'institut anglais Defra a estimé que la production d'un kilo de tomates en Angleterre nécessite 11kwh d'énergie obtenue à 90% par une installation au gaz et à 10% via le réseau de distribution électrique. Nous utiliserons également ces données dans notre calcul.

La production de tomates en Italie est quant à elle effectuée majoritairement sous tunnels plastique. Nous considérons qu'aucun apport énergétique n'est réalisé pour le chauffage. Nous supposons que les 1,1kwh d'énergie électrique sont nécessaires tant en Belgique qu'en Italie pour produire un kg (irrigation, éclairage, etc.). Nous considérons enfin que la consommation d'énergie nécessaire à la manutention et à l'emballage des tomates est identique mis à part pour le transport de l'Italie vers la Belgique qui est réalisé en camion.

Le tableau suivant consigne les facteurs d'émissions de la production électrique en Italie et en Belgique.

g/kwh	CO2	Nox	PM10
Gaz	188	0,167	0,011
Electricité Belge	260	0,84	0,23
Electricité Italienne	490	1,48	0,2

**Tableau 11 : Facteurs d'émissions en kg/kwh utilisés dans le comparatif.**

(Source : IFEU 2005, DEFRA 2005)

	Belgique	Italie	
Consommation de gaz	9,9	0	kWh/kg
CO2	1861	0	Kg/t
NOX	1,65	0	Kg/t
PM10	0,11	0	Kg/t
Consommation électrique	1,1	1,1	kWh/kg
CO2	286	539	Kg/t
NOX	0,924	1,628	Kg/t
PM10	0,253	0,22	Kg/t
Transport additionnel	0	1340	Km en Camion
CO2	0	107,85	Kg/t
NOX	0	0,886	Kg/t
PM10	0	0,019	Kg/t
<b>TOTAL</b>			
CO2	2147	646,85	Kg/t
NOx	2,574	2,514	Kg/t
PM10	0,363	0,239	Kg/t

**Tableau 12 : Emissions générées par la production et le transport des tomates.**

Le résultat de cette analyse consigné dans le tableau ci-dessus nous indique donc que l'énergie nécessaire pour faire pousser des tomates en Belgique est très largement supérieure à celle nécessaire pour importer des tomates d'Italie par camion avec une émission de CO<sub>2</sub> plus de trois fois supérieure. Les émissions d'oxydes d'azote et de particules sont par contre elles sensiblement comparable. Le camion est en effet un des grand contributeur aux émissions de ces deux substances.

Nous pouvons donc conclure que, dans certains cas, il est plus avantageux en termes de consommation d'énergie de privilégier l'importation de produits non indigènes ou hors saison plutôt que de les produire en Belgique.

Il est important de préciser une nouvelle fois que cette analyse n'a pris en compte que l'aspect énergétique. Comme nous l'avons vu dans le chapitre 4, le transport engendre quantité d'autres impacts que les émissions atmosphériques qui ne sont pas pris en compte dans cette analyse. De la même manière, nous n'avons pas tenu compte des pratiques culturales qui peuvent varier considérablement.

Une analyse complète s'avère donc nécessaire pour comparer les deux systèmes de manière plus précise. Une telle étude pourrait par exemple mesurer les différences de consommation énergétique liée à l'utilisation de serres rigides en verre ou de tunnels plastique. Elle pourrait également intégrer les différences entre la culture hydroponique et la culture en pleine terre. Les paramètres de comparaison sont donc nombreux et nous n'allons pas tous les énumérer.

Cette petite démonstration ne tend évidemment pas à prouver qu'il est plus intéressant au niveau environnemental de privilégier l'importation de certains produits. Elle doit plutôt montrer qu'il est important de réduire de manière préférentielle le nombre de kilomètres réalisés par des fruits et légumes de saison.

### 5.3. Cas numéro 3 :

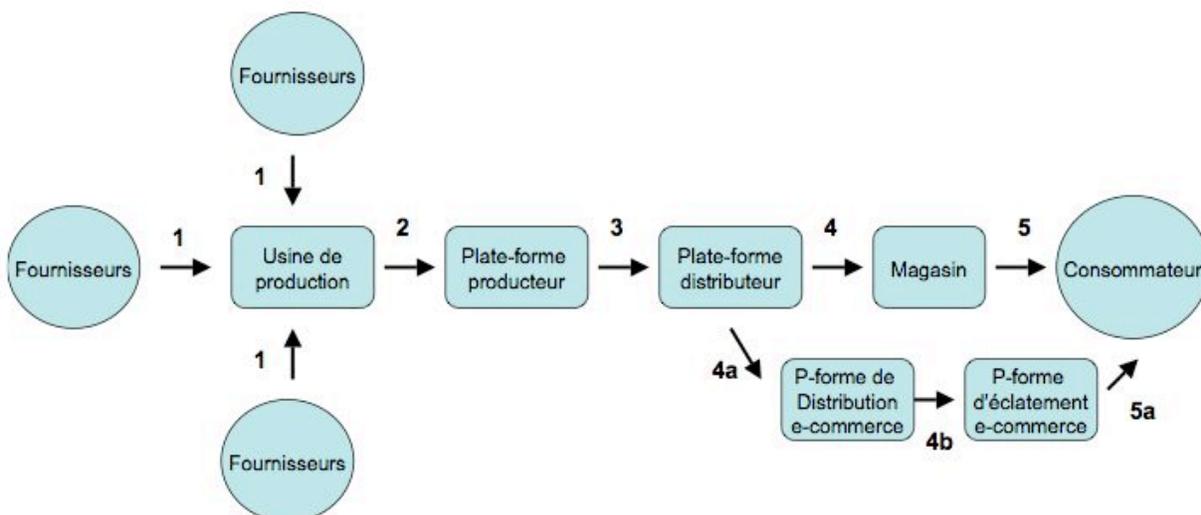
#### Les kilomètres alimentaires du pot de yaourt.

Le transport du lieu de production au lieu de consommation ne constitue généralement que la face visible de l'iceberg. Les produits manufacturés suivent en effet des circuits de production de plus en plus longs et complexes qui contribuent notablement à l'augmentation des kilomètres alimentaires. Les différents ingrédients des produits manufacturés ainsi que leurs différents matériaux d'emballage circulent via de nombreuses entreprises avant de constituer le produit définitif. Une fois le produit terminé, il reste donc à l'acheminer mais comme nous l'avons fait remarquer dans le premier cas étudié, il est loin de se résumer à une ligne droite que l'on pourrait tracer entre le producteur et le consommateur. Pour illustrer ce troisième cas d'étude, nous allons utiliser l'exemple du pot de yaourt déjà très largement documenté et analysé dans la littérature.

Nous nous baserons dans le cadre de ce travail sur deux travaux particuliers. Il s'agit de l'analyse de S. Böge « The well-travelled yogurt pot » ainsi que l'analyse de C. Rizet et B. Keïta « Chaîne logistique et consommation d'énergie : cas du yaourt et du jean. »

#### 5.3.1. Morphologie générale de la chaîne logistique du yaourt

La chaîne logistique du yaourt comporte, dans le cas d'un système de distribution par grandes surfaces, une architecture à 6 niveaux.



**Figure 8 : morphologie de la chaîne logistique du yaourt.**

(Adapté de Rizet, C. et Keïta, B. (2005))

A partir de cette chaîne logistique, on peut également identifier 5 étapes de transport qui devront être intégrées dans le calcul final du nombre de kilomètres alimentaires. Celles-ci sont dans le cas de chaînes de distribution classiques:

- 1) L'acheminement des matières premières vers le lieu de production,
- 2) Le transport du produit fini vers la plate-forme du producteur,
- 3) Le transport de la plate-forme du producteur vers celle du distributeur,
- 4) L'acheminement du produit vers le magasin,
- 5) Le transport du produit vers le domicile du consommateur.

L'organisation dans le cas de l'e-commerce est légèrement différente. Les produits suivent le parcours classique jusque la plate-forme du distributeur et, à partir de là, suivent une voie spécifique, à savoir :

- 4a) Acheminement vers une plate-forme dédiée au e-commerce (réalisation des commandes)
- 4b) Transfert vers une plate-forme d'éclatement,
- 5a) Transport final vers le client.

Le transport vers le magasin de la chaîne classique (5) est ainsi remplacé par 2 transferts (4b et 5a).

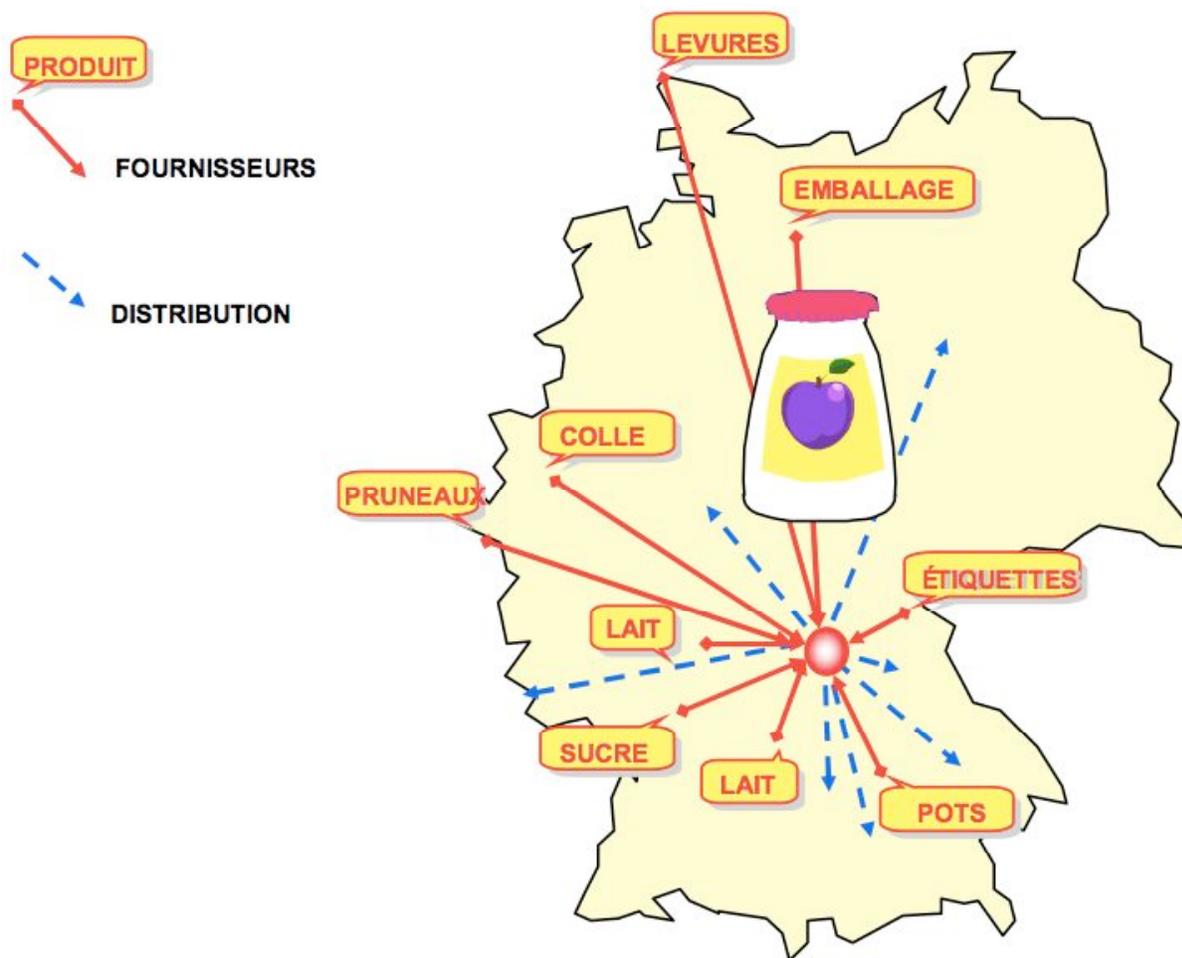
### 5.3.2. Les trajets en amont de l'usine.

Bien qu'il s'agisse à première vue d'un produit relativement simple, la fabrication du pot de yaourt nécessite une quantité appréciable d'ingrédients et de matériaux d'emballages.

Le transport de l'entièreté des ingrédients doit donc être inclus dans l'analyse avec par exemple : le lait, les fruits, l'opercule, les banderoles, le contenant, les produits de nettoyage, le sucre, la colle.

Selon les auteurs, la méthode d'analyse peut cependant varier. Ainsi, certains proposent d'introduire dans le calcul un échelon supplémentaire. Cet échelon, qui prend place en amont des fournisseurs, doit permettre d'intégrer dans le calcul les mouvements entre les fournisseurs de l'usine de production et leurs propres sous-traitants. Cette démarche s'avère cependant complexe et les résultats discutables. Nous pensons que la démarche « classique » qui ne prend en compte que les fournisseurs directs est plus à même de fournir des résultats plus adaptés à notre problématique.

Le schéma suivant met en évidence tous les mouvements nécessaires à la fabrication du produit.



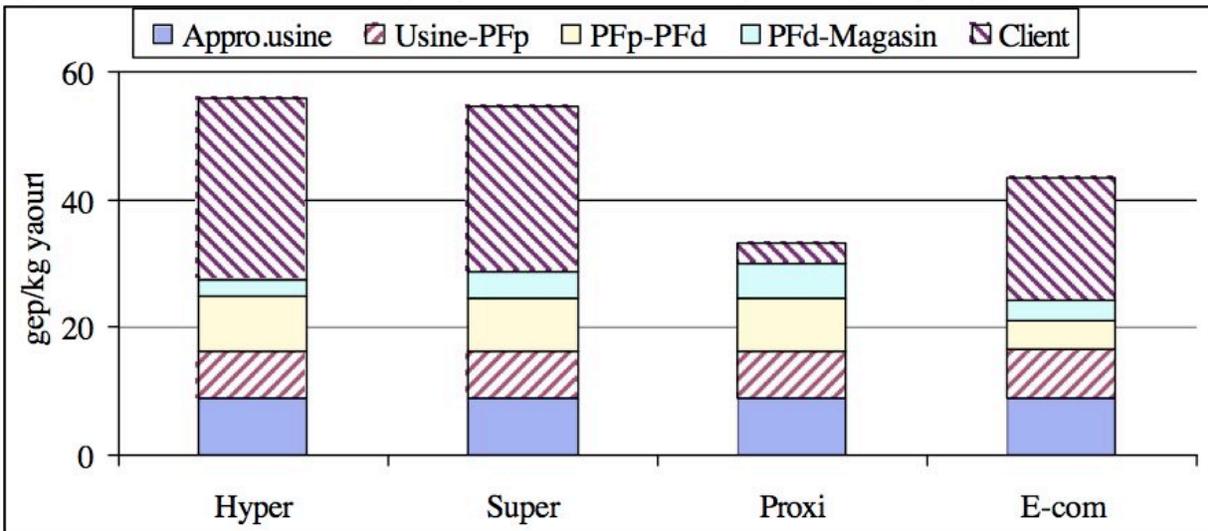
**Figure 9 : Modélisation des flux de transport dans la production de yaourt.**  
(Source : ADEME, 2006)

### 5.3.3. Les trajets en aval de l'usine.

Il s'agit ici d'intégrer tous les mouvements de l'usine de production jusqu'au domicile du consommateur. Il faut maintenant envisager le problème suivant la nature de la chaîne de distribution. Peuvent être envisagés ici : les hypermarchés, les supermarchés, les magasins de proximité et l'e-commerce. Dans les quatre cas, les transports de l'usine de production jusqu'à la plate-forme de distribution restent globalement comparables. La différence se ressent après la plate-forme distributeur et surtout au niveau du transport final.

### 5.3.4. Conclusion.

Au regard du graphique suivant, nous pouvons observer l'importance des différents segments dans la répartition des kilomètres alimentaires du pot de yaourt. Une fois de plus, ces résultats nous montrent à quel point il est important de considérer la chaîne logistique dans son ensemble pour pouvoir appréhender toute la problématique.



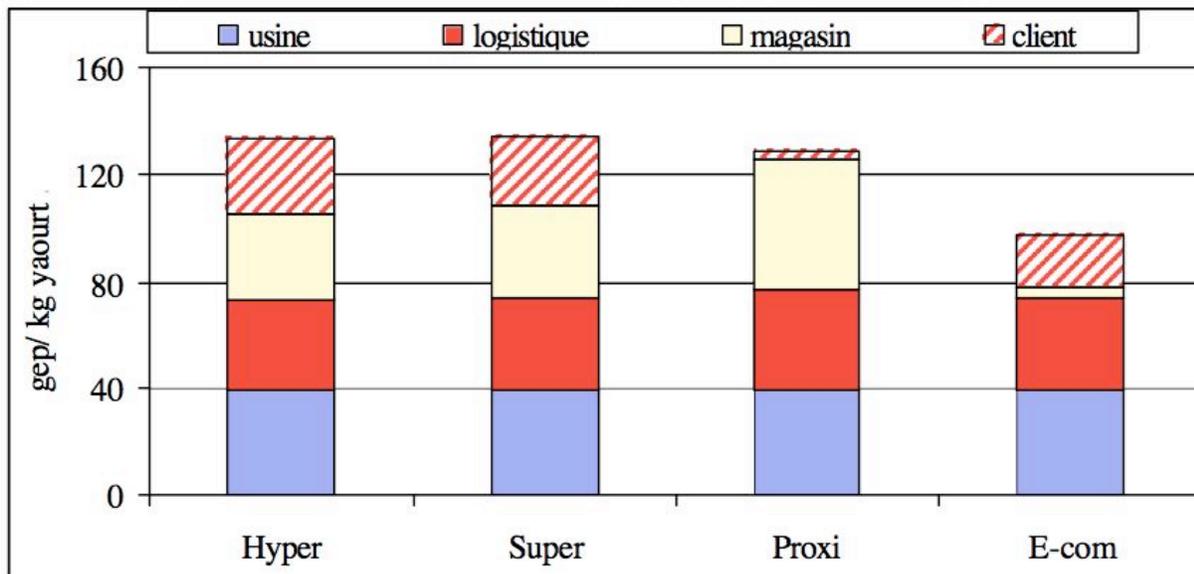
**Graphique 13 : Consommation énergétique des différentes étapes de transport du yaourt par type de chaîne de distribution.**

(Source : C. Rizet et B. Keïta, 2005)

Nous pouvons une fois de plus voir à quel point le trajet des consommateurs est important dans la quantité totale de kilomètres alimentaires. Au-delà de cette observation qui peut être, sans trop de risque, étendue à tout les types d'aliments, il est malgré tout impossible de tirer généralité pour tout le secteur alimentaire.

Le but de cet exemple n'est évidemment pas là. Nous voulons avant tout attirer l'attention sur la nécessité d'envisager tous les paramètres dans une analyse de ce type. Le simple calcul de la distance avec le pays d'origine ne permet en effet pas d'offrir un résultat suffisant pour motiver un choix pertinent lors de l'achat d'un produit. Le problème des kilomètres alimentaires doit, pour être correctement appréhendé, s'intégrer dans une réflexion profonde et globale.

Le graphique suivant nous rappelle encore une fois à quel point il est difficile de réaliser des choix bénéfiques pour l'environnement. Une situation qui se présente comme favorable sur le plan du transport peut, en intégrant d'autres paramètres, perdre tout son avantage.



**Graphique 14 : Synthèse de la consommation énergétique de la distribution du yaourt par type de chaîne.**

(Source : C. Rizet et B. Keïta, 2005)

## Chap 6. Kilomètres alimentaires et commerce équitable.

### 6.1. Considérations générales.

La mondialisation du commerce influence à la hausse les distances sur lesquelles les marchandises sont transportées.

Les produits du commerce dit « équitable » proviennent essentiellement de pays de l'hémisphère sud ; ils ont donc parcouru un très long trajet avant de parvenir sur l'assiette du consommateur qui les a préférés à des marchandises que nous qualifierons de classiques.

La question peut donc se poser de savoir si, en exerçant un choix motivé en grande partie par un souci de contribuer à apporter une aide aux pays pauvres, le consommateur ne fait pas un geste qui comporte des conséquences dommageables pour l'environnement.

Ce possible antagonisme entre des intérêts environnementaux et sociaux rend très délicate toute conclusion sur l'attitude à conseiller au consommateur devant les produits « équitables ».

Il n'entre pas dans le cadre du présent travail d'émettre des considérations sur les aspects éthiques du commerce avec les pays en voie de développement tel qu'il est jusqu'à présent organisé, ni de se prononcer sur les bénéfices sociaux à court ou à long terme de possibles modifications des rapports commerciaux que l'on peut entretenir avec les pays du Sud.

Il est cependant indispensable d'intégrer à l'analyse du problème vu sous l'angle environnemental, la vision de l'aspect social qui, dans la majorité des cas lui est indissociablement lié.

### 6.2. Mise en perspective.

Avant de traiter plus en détail le problème, il est important de préciser à quel volume de marchandises nous faisons référence ici. L'institut anglais Defra a évalué à 3,1% la quantité de kilomètres alimentaires imputable au commerce avec les pays en voie de développement. Cette même étude estime que 70% de ces 3,1% concernent des produits non indigènes (café, cacao, thé, etc.)

Non indigène ne veut pas pour autant dire qu'il n'existe aucun équivalent chez nous : à titre d'exemple, la canne à sucre ne pousse pas sous nos latitudes mais nous produisons le sucre à partir de la betterave.

Il faut également préciser que ce sont bien tous les échanges avec les pays en développement qui sont intégrés dans ce calcul. Le commerce équitable ne représente donc qu'une partie de ce pourcentage, certes en augmentation généralisée et parfois en très forte hausse ( pour la période 2000 à 2004, la part de marché des bananes Max Havelaar passe de 15 à 47% en Suisse et celle du café « équitable » passe de 1,5 à 20 % en Angleterre).

Même si ces chiffres sont à considérer avec une extrême prudence, ceux-ci nous permettent tout de même de relativiser l'ampleur actuelle de la dimension écologique de la problématique.

### 6.3. Critères de définition du commerce équitable.

Les éléments à prendre en compte ici sont nombreux et complexes. Généralement, on se focalise sur certains critères comme les conditions de travail et les revenus des différents intervenants les plus fragiles. D'autres critères peuvent également être intégrés, comme le régime politique du pays producteur ou les conditions sociales imposées par les entreprises. Dans cette avalanche de critères à considérer, on tente généralement de définir un profil « globalement socialement acceptable ». Une expression qui illustre à merveille l'aspect aléatoire et arbitraire de cet exercice.

Au niveau de notre problématique, cela consiste donc à choisir entre un produit de l'agriculture traditionnelle ou un produit de la filière équitable. Mais quelle est précisément la différence ?

Il existe une gamme assez étendue de labels qui prétendent garantir un produit socialement acceptable. A côté des produits labellisés sous le vocable « équitable » comme « Fair trade » de Max Havelaar ou Oxfam, de nombreuses chaînes de distributions ont développé leur propre label pour des produits qualifiés d'« étiques ». Ces initiatives visent à contrôler un secteur commercialement prometteur tout en se ménageant une marge bénéficiaire parfois supérieure à celle dégagée par les produits « classiques ». Ces labels commerciaux garantissent qu'une fraction du prix payé par le consommateur sera consacrée à des projets d'aide au développement dans la région de production de la marchandise. Les labels « équitables » imposent quant à eux des règles concernant le mode de production des marchandises ; ces règles ont trait au calcul du prix minimum versé au producteur, compte tenu des frais de production et de la rémunération de la main d'œuvre, mais aussi, et il peut être intéressant de le souligner, au respect de critères environnementaux dans le processus de production. Dans ce contexte, le consommateur dispose difficilement des critères qui lui permettraient d'exercer son choix d'achat en fonction des objectifs qu'il poursuit.

#### 6.3.1. Avantage et perspectives du commerce équitable ?

L'exportation de denrées alimentaires a longtemps été présentée comme un modèle d'agriculture à suivre pour les pays en voie de développement. De nombreux pays du tiers-monde ont ainsi concentré leurs ressources dans la production d'un nombre réduit de biens agricoles. Différents facteurs souvent liés à la mondialisation de l'économie ont tiré vers le bas les prix du marché de nombreuses productions agricoles.

Dans le cas de denrées produites dans les pays industrialisés, la chute des prix peut être due à la mécanisation qui reste hors de portée des pays pauvres, ou à des politiques agricoles de subvention pratiquées en Europe ou ailleurs.

Pour les productions non indigènes dans les pays industrialisés (cacao, café ...), les causes sont à rechercher plutôt au niveau de la concentration des acheteurs, dans les modifications de législations ou de comportement des consommateurs.

Les effets bénéfiques que peut procurer la pratique de certification de produits « équitables » peuvent être notamment :

- préservation de l'environnement local ;
- amélioration de la qualité des produits et donc accès plus facile de ceux-ci à de nouveaux marchés ;
- garantie de relations durables entre partenaires économiques.
- diversification de la production et passage facilité vers des créneaux plus rémunérateurs que les productions soumises à des monopoles d'achat (cacao, bananes, café ...).

A l'inverse, il peut exister certains dangers liés au développement de ces nouveaux rapports commerciaux, comme celui de voir les tout petits producteurs « décrocher » face à l'augmentation du niveau de qualité exigée pour les produits ou encore de développer des productions alternatives dans un créneau qui s'avère au fil du temps non porteur.

Est-ce suffisant ? Il ne nous appartient pas de nous prononcer sur ce difficile problème qui sort très largement du sujet de ce travail. Nous nous bornerons simplement à dire que tout le monde ne partage pas forcément l'enthousiasme des défenseurs du commerce équitable et certains préfèrent plutôt parler de commerce « moins inéquitable ».

#### 6.4. Point de vue écologique.

Deux principes sont mis en avant pour réduire l'impact de la consommation sur l'environnement : l'"éco-efficacité" et la "suffisance". Le premier implique une diminution de l'impact par unité de consommation tandis que l'autre suggère la diminution du volume de la consommation.

Dans le premier cas, l'acte de consommation, du point de vue du consommateur demeure pratiquement inchangé. En ce qui nous concerne, ce serait donc un produit transporté par un moyen de transport moins polluant (le bateau en lieu et place de l'avion) ou d'une origine moins lointaine. Dans le second cas, il s'agirait de modifier la consommation elle-même. Il ne serait donc plus question de substitution mais de limitation de l'acte de consommation.

Qui l'aurait deviné, c'est la première voie qui est favorisée dans notre société de consommation.

Comme souligné plus haut, la part la plus importante de produits alimentaires labellisés « équitables » est constituée de denrées qu'il nous est impossible de produire sur place à moins de consentir des dépenses énergétiques déraisonnables pour les faire pousser sous serre. On peut donc conclure que l'impact du choix du consommateur pour un produit certifié est neutre en matière d'environnement, voire avantageux pour peu que le certificat favorise un mode de production respectueux de l'environnement.

Pour ce qui concerne les produits concurrents de productions indigènes, il convient de ne pas perdre de vue l'incidence relativement modeste que peut représenter le transport de denrées qui ne nécessitent pas un transport rapide (vin, miel, conserves ...) par rapport au bilan énergétique de transport de ces marchandises : le gain énergétique procuré par la production en pays chaud pouvant compenser plus que largement l'incidence de son acheminement vers le lieu de consommation.

La conclusion n'est pas applicable à des produits rapidement périssables et acheminés par voie aérienne : il est beaucoup plus délicat, sur le plan écologique, de cautionner l'importation par avion Antonov des filets frais de perche du Nil pêchées dans le lac Victoria.

Eu égard au principe d' « éco efficacité », il faut donc se demander, dans un nombre de cas relativement limités, comme la bouteille de vin du Chili ou le pot de miel du Pérou, si le choix d'un produit exotique « équitable » au détriment d'un produit local classique est justifié.

Eu égard au principe de suffisance, la question se pose plus généralement de savoir s'il est raisonnable d'acquérir une denrée exotique (une mangue du Sénégal) plutôt qu'une poire de Campine.

## 6.5. Impacts écologiques et impacts sociaux, est-ce compatible ?

Comme nous l'avons signalé auparavant, choisir un produit en ne tenant compte que d'un seul des deux aspects que nous avons développés est déjà difficile. Les évaluations sont toujours relatives et dépendantes des informations disponibles et ces informations font souvent défaut : si la provenance de la pomme que l'on charge dans son caddie est souvent présente, on ne sait en revanche rien de son parcours depuis le lieu de production ; il est évident que l'estimation de ces impacts est hors de la portée du consommateur lui-même. Tenir compte des deux aspects à la fois semble dès lors impossible. Le consommateur ne peut mieux faire que de choisir en fonction de sa sensibilité.

Quand bien même son choix se porterait pour des raisons de conviction sur un pot de miel d'Amérique du Sud, il semble aussi délicat de remettre en question son choix que de vouloir rogner sur le carburant nécessaire à un C 130 qui emporte une cargaison de vivres vers un pays où règne la famine.

A supposer même que l'on dispose de l'information nécessaire sur la provenance et le mode de transport, oserait-on conclure qu'acheter un produit à un petit producteur du sud a un coût écologique trop élevé ? Le problème est plutôt de savoir quelle relation nous désirons entretenir avec les pays du sud. Il est vrai que favoriser le développement de ces pays aura un coût écologique : ce développement comportera nécessairement l'augmentation des quantités d'énergies dont ils pourront disposer ; il serait indécent et illusoire de faire obstacle à cet accès à l'énergie ; à l'inverse, il est pertinent de réfléchir à la manière la plus rentable, tant en matière économique qu'écologique dont cette énergie peut être utilisée. Dans un contexte de renchérissement attendu des sources

d'énergie non-renouvelables, miser sur le développement durable des pays du sud à partir de produits à aussi faible valeur ajoutée que les denrées alimentaires est un pari perdu d'avance. Il serait donc judicieux d'envisager le problème autrement et de reconsidérer de façon beaucoup plus profonde les échanges avec les pays du sud.

Il se révèle donc être pratiquement impossible d'effectuer un choix entre ces deux aspects qui ne serait pas arbitraire.

## CONCLUSION

A l'issue de cette brève étude, il semble difficile de formuler des réponses simples et précises à la problématique des kilomètres alimentaires tant le sujet est vaste et complexe. Tenter de mesurer l'impact précis de nos gestes quotidiens de consommateurs se révèle être une entreprise ardue et délicate.

Il apparaît en effet que le transport est un problème parmi d'autres qui, malgré ses impacts nombreux et importants, doit être intégré dans une réflexion plus globale pour énoncer une réponse objective.

Il n'est en effet pas rare qu'une analyse d'impact intégrant le seul paramètre transport, et apparaissant comme favorable, soit totalement balayée lorsque l'on intègre d'autres paramètres. Une chose est sûre, les solutions simples n'existent pas.

Le consommateur semble donc difficilement en mesure de réaliser des choix réfléchis tant les considérations sont nombreuses. Toutefois, il reste un conseil qu'aucune étude, aussi poussée soit elle, ne peut remettre en question : le bon sens. Il n'est en effet pas besoin de puissantes démonstrations pour prouver qu'acheter des fruits et légumes frais en plein mois de décembre à un coût écologique élevé. Il n'est en effet pas indispensable d'en connaître son origine. Le coût énergétique de ce produit, qu'il soit lié au transport ou à la culture sous serre reste nécessairement élevé. Il est évident que notre société de consommation a conduit à des aberrations énergétiques mais, si les gens sont prêts à les reconnaître sont-ils prêts à remettre en question leurs modes de vie. Il n'est évidemment pas question ici de promouvoir la consommation unique de choux belge tout l'hiver mais plutôt de privilégier la réflexion et la consommation raisonnées.

Nous avons également découvert toute la complexité des circuits logistiques que nos aliments arpentent pour arriver dans nos assiettes. Il existe des améliorations et nous les avons mises en avant. Toutefois, il reste difficile d'initier des changements dans un secteur qui subit de manière inéluctable la pression de la mondialisation.

Le transport est donc un élément important et est fortement impliqué dans l'augmentation du coût environnemental de nos aliments. Toutefois, il est indispensable de l'insérer dans une réflexion plus globale qui elle seule nous permettra de cerner pleinement le problème et ainsi de dégager des pistes d'amélioration pour l'environnement.

## Bibliographie

AEA Tecnology (2005), Final Report for Defra, *The validity of food miles as a indicator of sustainable development*.

Agence Européenne pour l'Environnement (2004), *Transport price signals*.

Agence Européenne pour l'Environnement (2004), *Transports et environnement en Europe*.

Agence Européenne pour l'Environnement (2000), TERM 2000, *Indicateurs d'intégration transport et environnement dans l'UE*.

ANDRE M., HAMMARSTÖM U., REYNAUD I. (1999), INRETS Report LTE 9906, *Driving statistics for the assessment of pollutant emissions from road transport*.

BACH A., CHARLIER S., YEPEZ DEL CASTILLO I. (2006), « Produire équitable dans un marché globalisé », in *Louvain*, numéro 163, pp 18-20.

BALLANT J.M., DUPREZ C. (2006), « Les labels : une médaille sans revers ? », in *Louvain*, numéro 163, p 25.

BIELANDE P. (2006), « Les entreprises adorent l'équitable ! », in *Defis Sud*, numéro 72, pp 30-33.

BÖGE S. (1994), "The well travelled yogurt pot: Lessons for new freight transport policies and regional production", in *World Transport Problems and Practice*, 1, 1.

CEMT (2002), *Comment agir sur les déterminants de la demande de transport*, Bruxelles.

CEMT (1998), *Des transports efficaces pour l'Europe : Politiques pour l'internalisation des coûts externes*, Paris.

Commission européenne (2001), *Livre blanc : la politique européenne des transports à l'horizon 2010 : l'heure des choix*, Bruxelles.

Commission européenne (1995), *Vers une tarification équitable et efficace dans les transports*, Bruxelles.

COTTIGNIES M. (2006), Conférence ECP/Agro, *Supply chain et développement durable*, ADEME.

DE COCK L., VAN LIERDE D. (1999), *Monitoring Energy Consumption in Belgian Glasshouse Horticulture*, Ministry of Small Enterprises, Trades and Agriculture, Centre of Agricultural Economics, Brussels.

Eurostat (2003), *Tendances des transports de marchandises*.

GACOGNE V. (2003), *Impacts des coûts de transport sur les systèmes logistiques par une modélisation en dynamique des systèmes*, Paris : ENPC, Thèse pour le doctorat de transport.

HICKMAN A.J. (1999), Transport research Laboratory, *Methodology for calculating transport and energy consumption*.

INRETS (1999), Action COST 319 final report, *Methods of estimation of Atmospheric emissions from transport: European scientist network and scientific state-of-the-art*.

IFEA (2005), EcoTransIT: Ecological Transport Information Tool, *Environmental Methodology and Data*.

JONES A. (2001), *Eating oil : Food supply in a changing climate*, Sustain.

JONES P. (1999), *Projet de rapport Final, L'estimation du coût des infrastructures de transport*, Groupe de haut niveau sur la tarification des infrastructures de transport.

JORGENSEN M.W., SORENSON S.C. (1997), Report for the project MEET (Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Transport), *Estimating Emissions from Railway Traffic*.

KALIVODA M.T., KUDRNA M. (1997), MEET Project, *Methodologies for estimating emissions from air traffic*.

LEWIS, C. A. (1997), MEET Project, *Fuel and Energy Production Emission Factors*.

McKINNON A. (2002), *Food Miles Final Report Annex 2, Factors driving Food miles*.

McKINNON A. (2002), *Seminaire international, Comment agir sur les determinants de la demande de transport*, Bruxelles.

MONFORT P. (2006), « L'équitable, une alternative crédible au libre échange ? », in *Louvain*, numéro 163, pp 21-24.

MORCHEOINE A. (2006), *Transports de marchandises, énergie, environnement et effet de serre*, ADEME.

NEI (Project co-ordinator) (1999), « Redefine Final Report », in *Relationship between Demand for Freight-Transport and Industrial Effects*. Bruxelles : DG VII, European Commission.

Nestear (Mars 2006), *Tendances logistiques, croissance de la mobilité des marchandises, et émissions de GES des véhicules.*

Observatoire Bruxellois de la Santé (2006), *Combien de kilomètres contient une assiette ?*

OCDE (1997), *Les Incidences sur l'environnement du transport de marchandises.*

PASTOWSKI A. (1997), "Decoupling Economic Development and Freight for Reducing its Negative Impacts", in *Wupperthal paper 78*, Wupperthal Inst. for Climate, Environment and Energy.

RIZET C., KEÏTA B. (2005), *Chaînes logistiques et Consommation d'énergie : cas du Yaourt et du Jean*, ADEME.

Sustain (1999), *Still on the road to ruin ? An assessment of the debate over the unnecessary transport of food, five years on from the food miles report.*

Transport & Mobility Leuven (2005), ASSESS Final Report, *Transport and Mobility Assessment of the contribution of the TEN and other transport policy measures to the mid-term implementation of the White Paper on the European Transport Policy for 2010*

TROZZI C., VACCARO R. (1998), MEET RF98 Technical Report, *Methodologies for estimating air pollutant emissions from ships.*

Union Européenne (Mai 1999), *L'estimation des coûts de transport*, Groupe de haut niveau sur la tarification des infrastructures de transport.

WALLENBORN G. (2003), « Les difficultés d'une « consommation durable » », in *Midis du Développement Durable.*

ZACCAÏ E. (1999), "Jusqu'où peut aller la consommation responsable?", in *La Consommation responsable pour contribuer au développement durable*, Actes du Forum du CRIOC, Bruxelles, pp. 101-110.