

## **RÉFLEXIONS SUR LES MODES DE TRANSPORT DES MARCHANDISES, EN TERMES DE COÛT ÉNERGÉTIQUE ET DE POLLUTION.**

Notre association, Betsimis-araka, importe de la vanille de Madagascar et se trouve confrontée au choix du mode de transport de la marchandise ; il est recommandé, selon la charte éthique de certains réseaux de distribution, de favoriser les produits acheminés en Europe par la voie maritime. Ce mode de transport, bien que nettement moins gourmand en énergie que le transport aérien, n'est pas optimal pour l'acheminement de notre produit. Nous en énoncerons les raisons, mais nous avons d'abord voulu savoir ce qu'il en était de la pollution comparée entre les deux modes de transport, aérien versus maritime.

### **1. LA POLLUTION LIÉE AUX MODES DE TRANSPORT EST PLURIFACTORIELLE ET IL EST DIFFICILE, MÊME POUR LES SPÉCIALISTES DE FAIRE DES ÉCHELLES DE VALEURS.**

1.1 D'après « The Guardian » du 23 sept. 2010<sup>1</sup>, les émissions de la flotte britannique sont six fois plus élevées que celles calculées jusqu'à présent sur la base du fuel vendu dans les ports anglais ; cela a son importance car les gouvernements européens doivent lever un impôt maritime promis par l'Union Européenne aux pays en voie de développement afin que ces derniers puissent s'adapter aux changements climatiques.

Sur la base du fuel vendu, les émissions de la marine britannique seraient de 7 mégatonnes de dioxyde de carbone (7MtCO<sub>2</sub>) ; par ailleurs, un rapport des experts du Centre Tyndall pour les Changements Climatiques<sup>2</sup> argue qu'il serait plus adéquat de calculer ces émissions sur la base des exportations (31 MtCO<sub>2</sub>) ou des importations (42MtCO<sub>2</sub>). Si ce mode de calcul est accepté, la taxe à payer par les anglais serait beaucoup plus importante que prévue.

L'industrie maritime internationale se targue d'être un mode de transport extrêmement intéressant sur le plan énergétique ; néanmoins sur le plan des émissions de CO<sub>2</sub>, elle contribue de 2,8 à 4% des émissions globales et ces valeurs pourraient augmenter entre 150 et 250% d'ici 2050 en fonction de la croissance estimée de ce mode de transport. « Alors que le reste du monde fait des efforts considérables, l'industrie maritime internationale pourrait être responsable de presque toutes les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 si la croissance actuelle, propulsée par la mondialisation, se poursuit. »

Cet article récent met en évidence la difficulté à évaluer précisément le coût réel du transport maritime en matière de pollution.

1.2 Un autre article du 9 avril 2009<sup>3</sup>, souligne que les risques sanitaires dus à la pollution de l'industrie maritime ont été sous-estimés : Une étude épidémiologique américaine met en évidence que la pollution due aux 90'000 cargos mondiaux, entraîne 60'000 morts par année dans le monde.

---

<sup>1</sup> John Vidal, guardian.co.uk, Thursday 23 septembre 2010

<sup>2</sup> Tyndall Centre for Climate Change Research/ P.Gilbert, A Bows, R Starkey/ Shipping and Climate Change : Scope for Unilateral Action/ august 2010

<sup>3</sup> John Vidal, guardian.co.uk, Thursday 9 April 2009

L'agence de protection de l'environnement<sup>4</sup> estime qu'une zone tampon de 230 miles le long des côtes américaines pourrait sauver 8'000 vies par années dans le pays en améliorant la qualité de l'air par la réduction des émissions d'oxyde de soufre (98%), de particules (85%) et d'oxyde d'azote (80%). Une étude comparable a été menée au Danemark aboutit aux mêmes conclusions. On peut penser que les côtes de la Manche et de la mer Baltique sont particulièrement affectées par ce problème. Ces zones tampons vont être mises en place prochainement aux Etats-Unis.

## **2. A L'HEURE DE LA MONDIALISATION, L'IMPACT GLOBAL DES MODES DE TRANSPORT REVÊT UNE IMPORTANCE FONDAMENTALE.**

### **2.1 La nature du carburant entraine des conséquences diverses :**

#### **2.1.1 Généralités**

Tous les modes de transport des marchandises, à l'exception de l'aviation et des camions légers, font appel aux moteurs diesel ; par unité de carburant, ils sont plus économes en combustibles de 15 à 25 % que les moteurs à essence, mais ils polluent plus par unité d'énergie consommée : émission de monoxyde de carbone<sup>5</sup>, dioxyde de soufre, oxydes d'azotes (gaz à effet de serre), particules inférieures à 10 microns (PM10) et inférieures à 2,5 microns (PM2,5) qui proviennent de la combustion incomplète du carburant et qui sont probablement cancérigènes.

Bien que la contribution globale des transports maritimes et aériens à la pollution soit comparativement faible par rapport aux autres secteurs d'activité (industrie, domestique, transport terrestre), un effort leur est demandé pour réduire la pollution au même titre qu'aux autres acteurs. D'autre part leur impact est plus global que local et ce secteur de l'industrie est promu à une forte expansion dans les années à venir. En ce qui concerne le transport routier et ferroviaire, le type de carburant utilisé (y compris diesel) est traité de façon à limiter les émissions nocives.

La flotte marchande utilise un fuel de très basse qualité, riche en soufre et on a calculé que le plus gros cargo du monde qui opère 280 jours par an génère environ 5,2 tonnes de dioxyde de soufre ; en comparaison, une voiture roulant 15'000 km dans l'année, produira 101 gr du même composé. **LES 15 PLUS GROS PORTE-CONTENEURS DU MONDE POLLUENT AUTANT QUE L'ENSEMBLE DU PARC AUTOMOBILE MONDIAL<sup>6</sup>.**

**2.1.2. Les émissions d'oxyde d'azotes** sont d'une importance fondamentale parce qu'elles contribuent à l'augmentation de l'ozone terrestre (réaction entre hydrocarbures et oxydes d'azote en présence du rayonnement solaire) et des problèmes respiratoires qui en découlent. En outre, l'ozone terrestre affecte aussi le développement des plantes. L'ozone atmosphérique contribue avec le CO<sub>2</sub> au réchauffement climatique. Cet excès d'azote est aussi responsable des phénomènes d'eutrophisation qui accélèrent la prolifération de matières organiques (en particulier d'algues) dans l'eau. Ce qui provoque des effets pervers sur le biotope : réduction de la pénétration de la lumière en profondeur, croissance de plancton toxique, diminution de l'oxygène disponible pour la vie sous-

<sup>4</sup> United States Environmental Protection Agency (EPA)/ Modeling Sulfur Oxides (SO<sub>x</sub>) Emissions Transport from Ships at Sea.

<sup>5</sup> International Maritime Organisation (IMO)/ Prevention of Air Pollution from Ships/ 15 April 2005

<sup>6</sup> Réf. 3

marine et ses conséquences sur les économies locales liées à la pêche (diminution des ressources ou leurs altérations quand les toxines des algues s'accumulent dans les poissons et crustacés, les rendant impropres à la consommation ou que ces toxines, devenues aériennes entraînent des symptômes respiratoires liés à leur inhalation).

**2.1.3 Quand le dioxyde de soufre et l'oxyde d'azote** se combinent dans l'atmosphère avec de l'eau, de l'oxygène et des facteurs oxydants, il en résulte des composés acides qui retombent sur terre sous la forme de pluies acides. Les lacs et les courts d'eau s'acidifient à des niveaux incompatibles à la survie d'espèces aquatiques sensibles.

**2.1.4 Les particules** représentent un ensemble de molécules diverses chimiquement et physiquement ; si les PM10, de taille plus grande peuvent être éliminées par les protections de l'appareil respiratoire, les PM2,5 (plus abondantes lors de la combustion du diesel) pénètrent profondément au niveau des poumons (maladies respiratoires diverses incluant des cancers). Ces particules ont également un effet sur l'environnement (acidification, corrosion).

**2.1.5 Tous les moteurs à combustion génèrent du CO<sub>2</sub>**, principal gaz à effet de serre et participent au réchauffement climatique ; on a calculé que les émissions annuelles de la flotte marchande atteignent déjà 1,12 billions de tonnes de CO<sub>2</sub> (4,5% des émissions globales), alors que l'industrie de l'aviation, soumise à de grosses pressions pour se mettre aux normes, génère 650 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, c'est-à-dire la moitié<sup>7</sup>.

## 2.2 **Structure de l'activité : le transport peut être divisé en 2 phases, l'escale et la route**<sup>8</sup>.

L'escale consiste à arriver au port et le remorquage, le temps passé à quai, puis le départ. Les ports et les aéroports sont organisés en réseaux et les points de transfert peuvent constituer une déviation de la ligne directe entre le lieu d'origine et le lieu de destination. D'autre part, du fait de l'importance de ces ports ou aéroports, des phénomènes de congestion peuvent avoir lieu et donc de gaspillage d'énergie.

Quand le moteur du véhicule tourne pendant l'escale, la pollution générée peut être importante localement ; une réflexion est menée sur l'amélioration de la gestion énergétique portuaire (utilisation d'énergies renouvelables et non fossiles ou combustibles moins polluants) mais cela implique des politiques ambitieuses et coûteuses qui ne sont pas mises en place actuellement.

C'est toute fois en route que le facteur de pollution est le plus important. Dans cette optique, des efforts d'optimisation peuvent être apportés

<sup>7</sup> John Vidal, guardian.co.uk, Wednesday 13 February 2008

<sup>8</sup> « A Comparative Evaluation of Greenhouse Gas Emission Reduction Strategies for the Maritime Shipping and Aviation Sectors » / Mark Hansen, Megan Smirti, Bo Zoo/ University of California at Berkeley/ July 27th, 2008

### 2.3 Sources de pollution spécifique au transport maritime :

2.3.1. **Le déballastage** : de l'eau de mer est pompée à un endroit du globe (zone de déchargement de la cargaison) pour maintenir la stabilité du bâtiment, et vidangée à un autre endroit du globe (zone de chargement). L'eau de mer contient des particules solides boueuses et des particules vivantes et végétales qui vont se retrouver dans un écosystème différent que celui d'origine et qui peuvent lui nuire. En outre, certains navires anciens peuvent utiliser les soutes à carburant pour charger de l'eau ; cette eau sera largement polluée lors du déballastage.

2.3.2. **Le rejet dans les océans des résidus de cargaison.**

2.3.3. **La perte de cargaison** emportée par mauvais temps ou naufrage.

2.3.4. **Les rejets illicites** de boues de fioul et d'huiles usées.

2.3.5. **Les peintures (anti-fouling) des coques.**

2.3.6. **Les épaves de navires et le recyclage des vieux bâtiments.**

### 3. STRATÉGIES POUVANT ENTRAINER UNE DIMINUTION DU COÛT ÉNERGÉTIQUE ET DE LA POLLUTION<sup>9</sup>.

3.1 **L'amélioration de la trajectoire entre le port d'origine et le port de destination** (travail sur le réseau comme le concept du « Ciel unique européen »). Le choix de la route en fonction de la météo, des courants marins, l'optimisation de la vitesse (du fait de la crise et du prix du carburant, les armateurs ont réduit la vitesse de leurs navires avec un bénéfice pour l'environnement, mais que va-t-il advenir à la reprise !).

3.2 **L'amélioration des zones portuaires** : le désengorgement des « hub », la réduction du temps d'attente, moteurs en marche, le remorquage utilisant des combustibles non générateurs de CO<sub>2</sub>, la mise à disposition en stationnement d'énergies renouvelables.

3.2 **L'amélioration de la capacité du véhicule** : l'augmentation du tonnage du véhicule entraîne une diminution de la consommation en carburant par tonne de marchandise sur une distance donnée.

3.3 **L'amélioration du facteur de charge** : le carburant par TKm (tonne transportée par kilomètre) est doublé quand la charge est réduite de moitié. La question du facteur de charge peut-être moins importante dans le transport maritime et ferroviaire car leur déplacement lent permet le regroupement plus efficace de leur cargaison. Dans le transport aérien, le transport d'une partie du fret par les avions de ligne contribue à une optimisation des coûts énergétiques.

3.3 **L'amélioration de l'efficacité du véhicule** : les technologies actuelles incluent des améliorations hémodynamiques, tant des coques que des hélices, à la fois sur les navires existants et sur ceux à construire. Pour des bateaux existants, l'entretien de la coque afin de diminuer la résistance du navire due à la rugosité de ses parois (limitation du stationnement dans des eaux

---

<sup>9</sup> Réf.8

chaudes, stationnement de longue durée, repeindre le navire fréquemment et utilisation de peinture anti-fouling).

3.4 **L'amélioration des moteurs** : les gros navires construits actuellement sont extrêmement performant en matière de coût énergétique : ils utilisent des moteurs diesel aussi performants que ceux des générateurs des centrales électriques terrestres mais avec un combustible de qualité inférieure. D'autres types de moteurs pourraient être envisagés (moteurs hybrides diesel/électriques).

3.5 **L'utilisation d'autres sources de carburant** : on notera que les navires embarquent deux types de carburants, l'un dit « High sulfur » (riche en soufre), utilisé pendant la plus grande partie de la route et l'autre, « low sulfur » (pauvre en soufre) imposé par la réglementation dans les eaux de l'Europe. D'autres carburants, plus légers, avec un rapport carbone / hydrogène plus faible (marine diesel oil) peuvent contribuer à la réduction d'émission de gaz à effets de serre. On pourra aussi se tourner vers des carburants alternatifs comme les carburants à base de cellules. D'autres sources d'énergie, comme le vent (le prototype de SkySails, 2008). Des techniques mixtes comme solaire / diesel.

#### 4. CONCLUSIONS :

Il semble donc que le transport maritime pollue au moins autant que le transport par avion.

Les agences gouvernementales, conscientes de la situation, dictent des lois mais leur mise en application est rendue difficile par le fait qu'une grande partie du transport maritime vient de pays n'ayant pas signé les conventions internationales et que les armateurs ne sont pas toujours prêts à effectuer des changements nécessairement coûteux.

Pourtant, à l'heure de la mondialisation, les échanges entre le Nord et le Sud sont fondamentaux, et nous ne parlons pas là de l'exploitation par les pays occidentaux des richesses du reste du monde mais d'une économie responsable où les productions du Sud peuvent être acheminées vers le Nord pour y être consommées. Ainsi les économies locales sont favorisées et les populations sédentarisées.

### **Le cas particulier de Betsimis**

En étudiant le mode de transport le plus approprié pour notre vanille de Madagascar, nous avons rassemblé un certain nombre d'informations et avons incidemment appris que les avions de ligne (transport de passagers), notamment ceux d'Air France, disposaient d'une capacité de fret qui était très rarement utilisée dans le sens Madagascar -> Europe.

En approfondissant le sujet, nous sommes arrivés à la conclusion qu'il s'agissait sans doute, dans notre cas, du mode de transport le moins nocif pour l'environnement.

#### Le fret sur les avions de ligne en partance de Madagascar

Les émissions d'un avion dépendent de la quantité de carburant consommé, quantité qui dépend elle-même de la vitesse et surtout du poids total de l'avion.

Le poids total de l'avion se compose : du poids de l'appareil lui-même, du poids des passagers et de leurs bagages, ainsi que du poids du carburant embarqué.

Il est important de savoir que le *poids de l'appareil lui-même représente à lui seul environ 73.5 % du poids total* (hors carburant). Il est donc très important pour un avion de maximiser le poids embarqué (passagers, bagages et fret), car cela lui permet de minimiser la consommation de carburant ainsi que les émissions par kilo transporté. Pour un avion de type Boeing 747-400, une tonne de vanille représente une variation de poids de seulement 0.4 %.

Sachant que la capacité de fret est la plupart du temps inutilisée sur les vols au départ de Madagascar en direction de l'Europe, l'impact écologique marginal du transport de notre vanille reste donc très limité, puisque ces avions décollent de toute manière avec leurs passagers.

#### Les autres aléas liés au transport de la vanille

La vanille est un produit fragile et dont la valeur au kilo est élevée.

Cette spécificité l'expose à deux grands risques :

- *Le risque de vol* : les zones portuaires à Madagascar sont relativement peu sécurisées et les vols y sont fréquents.
- *Le risque d'altération* : La durée de transport par bateau (au minimum 5 semaines) et les conditions de température et d'humidité à l'intérieur des conteneurs sont difficilement compatibles avec la conservation de la vanille, en particulier lors du passage de l'Equateur et du canal de Suez. Il existe un risque important de phénolisation du produit. Il est relativement fréquent que des lots de vanille arrivant en Europe par bateau soient totalement impropres à la consommation, même en conteneurs réfrigérés.

#### Conclusion

La vanille est un produit fragile, qui est récolté une seule fois par an au prix de nombreux efforts.

Etant une petite structure, nous ne pouvons pas nous permettre la perte d'une récolte, car cela compromettrait la survie de notre mission : le développement durable et l'indépendance économique des coopératives d'agriculteurs sur la côte Est de Madagascar.

L'utilisation des avions de ligne pour le transport de passagers représente actuellement, et dans ce cas bien précis, la meilleure solution pour notre activité, tant pour l'impact sur l'environnement que pour la survie de notre projet.