

Pétrole et transport : Dépendance et conséquences

Dr Moussa SAADAOU _ Université de Médéa- Algérie

Dr rachid SALMI Université de Médéa- Algérie

Résumé

Ce travail a pour objectif d'analyser l'impact de la hausse des prix de l'énergie sur la demande énergétique du transport et les réactions des transporteurs routiers à l'évolution du prix des carburants. Nous ferons également le point sur les perspectives d'évolution de l'offre de pétrole ainsi que sur les retombées climatiques de la mise en exploitation des bruts lourds, des sables et des schistes bitumineux et de la transformation du charbon en combustibles liquides sur la politique climatique. Notre travail se focalise surtout sur le transport routier de voyageurs, car c'est un mode très gros consommateur d'énergie qui est souvent visé par les politiques énergétiques, d'où l'enjeu capital des énergies fossiles pour cet élément distinctif de la vie moderne (voiture). Cela nous amène à s'interroger sur les principaux moteurs de la demande énergétique du transport routier de voyageurs.

المخلص

يهدف هذا العمل إلى تحليل أثر ارتفاع أسعار الطاقة على النقل ومحاولة معرفة ردود فعل الناقلين اتجاه التغيرات في أسعار الوقود. ويركز عملنا هذا بشكل أساسي على نقل الركاب، لأنه يمثل ذلك النوع من النقل الذي يستهلك كميات كبيرة من الطاقة ولا يزال يتأثر بكثير بالتغيرات في أسعار النفط. كما يمثل أيضا تحديا رئيسيا للوقود الأحفوري بالنسبة للوسيلة الأكثر استعمالا في الحياة الحديثة (السيارة) من حيث أن الوقود الأحفوري يهدد التوازن البيئي. هذا ما يقودنا إلى التساؤل عن الدوافع الرئيسية للطلب على الطاقة في قطاع نقل الركاب.

Introduction

Au cours du siècle écoulé, la civilisation moderne a vu s'accroître sa dépendance vis-à-vis du pétrole, désormais considéré comme le premier produit de base échangé dans le monde¹. Le secteur gazier et pétrolier est devenu le premier secteur d'activité du monde, devançant même l'agriculture. Le prix du pétrole brut a franchi la barre de 100 USD le baril et le marché mondial du pétrole brut représente à lui seul plus de 2000 milliards USD par an. Toutefois, le pétrole brut est bien loin d'être uniformément réparti sur l'ensemble de la planète, de sorte que seuls quelques pays sont des producteurs importants. Cette réalité divise le monde en deux : les pays importateurs de pétrole d'un côté et les pays exportateurs de l'autre. La majorité des membres de l'OCDE appartiennent à la première catégorie et ne peuvent fonctionner sans une sécurité mondiale au niveau du marché exportateur de pétrole.

I. Le marché mondial du pétrole

1.1 Un monde assoiffé d'or noir

¹Le pétrole reste l'énergie primaire la plus consommée dans le monde avec une part de 36 % en 2002 soit environ 3,8 Gtep.

Schématiquement, le marché mondial du pétrole est divisé en deux blocs : Le premier est caractérisé par une consommation importante et des importations nettes. Il est composé de l'Amérique du Nord, l'Europe et l'Asie et le Pacifique. Le second est marqué par une faible consommation et des exportations nettes. Il regroupe le Moyen-Orient, l'ex-URSS, l'Afrique et l'Amérique latine.

Cette configuration ne connaît que deux modifications majeures au cours des vingt dernières années. La première voit l'émergence de la Russie et des autres pays de l'ex-URSS devenus de grands exportateurs de pétrole brut (suite à d'importants investissements d'exploration et à une baisse de la consommation intérieure). La seconde concerne la hausse des besoins en pétrole, surtout en Chine et en Inde.

Tableau 1. Les 10 premiers pays consommateurs, importateurs et exportateurs en 2008 (en millions de barils par jour et en % du total mondial)

Rang	Consommation		Imports		Exports	
1	États-Unis	20,7 (24,6 %)	États-Unis	13,8 (27,7 %)	Arabie saoudite	9,1 (18,3 %)
2	Chine	7,3 (8,9 %)	Japon	5,4 (10,7 %)	Russie	6,8 (13,6 %)
3	Japon	5,4 (6,4 %)	Chine	3,7 (7,4 %)	Norvège	2,7 (5,4 %)
4	Russie	2,8 (3,4 %)	Allemagne	2,6 (5,2 %)	Venezuela	2,5 (5,3 %)
5	Allemagne	2,6 (3,2 %)	Corée du Sud	2,3 (4,6 %)	Iran	2,4 (4,8 %)
6	Inde	2,5 (3,0 %)	France	2,0 (3,1 %)	Émirats arabes unis	2,4 (4,8 %)
7	Corée du Sud	2,3 (2,7 %)	Inde	1,7 (3,4 %)	Koweït	2,4 (4,7 %)
8	Canada	2,2 (2,6 %)	Italie	1,7 (3,4 %)	Nigeria	2,3 (4,6 %)
9	France	2,0 (2,4 %)	Espagne	1,6 (3,2 %)	Mexique	1,8 (3,6 %)
10	Mexique	2,0 (2,3 %)	Pays-Bas	1,0 (2,1 %)	Algérie	1,8 (3,5 %)

Source : BP 2006

Les États-Unis représentent 25 % de la consommation mondiale d'énergie et 28 % des importations mondiales². En 2005, la Chine est devenue le deuxième plus gros consommateur mondial et l'Inde, le sixième. L'augmentation annuelle moyenne de 7,2 % de la consommation chinoise de pétrole au cours des dix dernières années place ce pays troisième importateur mondial. Dix ans auparavant, la Chine était exportatrice nette. Les importations chinoises augmentent à un taux annuel de 23 % sur cette période.

La consommation de pétrole en Europe reste relativement stable depuis 1980, en raison de stratégies de diversification et d'économie d'énergie, et d'une croissance démographique plus lente. Dans l'ensemble des pays de l'OCDE, l'intensité de la consommation pétrolière³ s'est stabilisée au cours des dernières décennies.

Représentant quasiment un tiers de la production et la moitié des exportations internationales, le Moyen-Orient est la « station-essence » du monde. Bien que l'Afrique ne représente que 12 % de la production mondiale, elle est le deuxième exportateur mondial avec 16% du total des exportations. Aujourd'hui, l'Afrique

²Ce pays consomme 25 % du pétrole mondiale, alors qu'il ne possède que 2 % des réserves connues mondiales et que sa population ne représente qu'un être humain sur 22 humains. Les Etats-Unis ont une consommation d'énergie effrénée, et ça restera comme ça tant que ce pays est riche et que l'énergie est bon marché.

³ L'intensité de la consommation pétrolière désigne la quantité de pétrole consommée par unité de PIB. Il est possible de formuler un modèle simple de cette demande: $E_{oil} = (E_{oil}/PIB) * PIB$ (1) où E_{oil} est la demande totale d'énergie de source pétrolière et (E_{oil}/PIB) un facteur dénommé « intensité pétrolière » (OI). L'intensité pétrolière est elle-même fonction de différents éléments, tels que l'efficacité technique, la structure du PIB et l'importance relative du pétrole en tant que source d'énergie primaire.

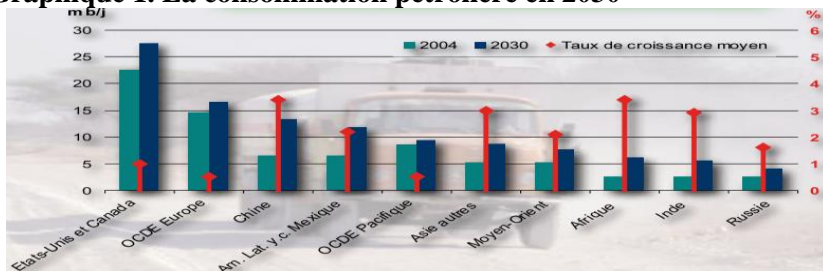
fournit un quart des importations européennes et 20 % de celles des États-Unis et de la Chine. L'ensemble des pays de l'ex-URSS⁴ représente 15 % de la production mondiale et 14 % des exportations.

La capacité mondiale de raffinage reste majoritairement concentrée dans les régions importatrices : États-Unis et Canada, Europe et Asie Pacifique, qui représentent chacune environ 20 % de la capacité totale. L'ex-URSS, l'Amérique latine et le Moyen-Orient possèdent chacun une capacité de raffinage de 10 %. L'Afrique abrite seulement 4 % de la capacité mondiale.

1.2 Les tendances mondiales de la croissance économique et de la demande en pétrole

L'édition 2004 du World Energy Outlook publié par l'Agence Internationale de l'Énergie (AIE) analyse la corrélation entre croissance du PIB et hausse de la consommation de pétrole. Il parvient à la conclusion qu'une croissance du PIB de 3 %, calculée en moyenne sur 20 ans, entraînerait une augmentation de la consommation mondiale de pétrole de 1.6 % par an. En partant d'une consommation de 77.0 mbpj (84 mbpj pour d'autres) en 2002, le rapport prévoit une demande de 121.3 mbpj en 2030, ce qui, en 28 ans, représente une hausse exponentielle. Les combustibles fossiles resteront les sources d'énergie majoritaires (35 % pour le pétrole et 25 % pour le gaz en 2030).

Graphique 1. La consommation pétrolière en 2030



Source: World Energy Outlook (WEO) 2004, AIE/OCDE

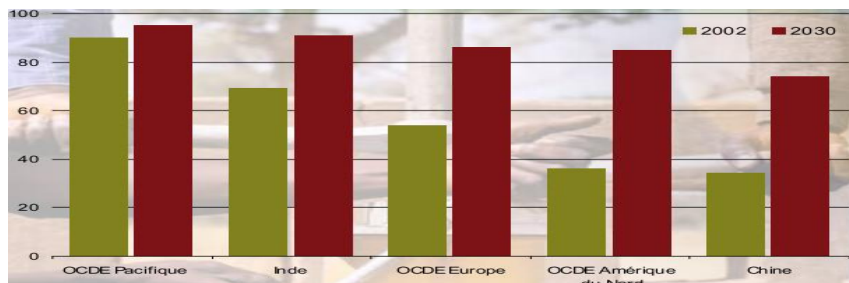
La croissance de la demande sera la plus rapide dans les pays en développement, passant de moins de 30 % en 2002 à 40 % en 2030. L'AIE estime que l'Afrique connaîtra la plus forte croissance de consommation pétrolière (3,4 % par an). La part du continent demeurant cependant modeste (5 % de la consommation mondiale). La consommation pétrolière de la Chine augmentera également de 3,4 % par an et atteindra 13,3 mbj, soit 11 % de la consommation mondiale totale. Les pays de l'OCDE demeureront les plus gros consommateurs de pétrole, avec 47 % du total de la consommation en 2030, contre 59 % en 2002.

L'augmentation de la demande sera principalement satisfaite par les hausses de production au Moyen-Orient, où se trouve la moitié des réserves prouvées mondiales de pétrole et de gaz. Le Moyen-Orient contribuera à hauteur de 70 % à l'augmentation totale de la production mondiale et représentera 43 % de celle-ci

⁴ La Russie est de loin le plus gros producteur au sein de ce groupe, avec 80 % de la production et 90 % des exportations.

en 2030. Les 30 % restants proviendront des autres régions productrices : ex-URSS, Afrique et Amérique latine.

Graphique 2. Une dépendance croissante



Source : AIE/OCDE

Les échanges de pétrole d'une région à l'autre vont plus que doubler d'ici 2030, pour atteindre 65 mbj. Ceci aura pour conséquences une augmentation non seulement du prix du pétrole mais aussi des risques de perturbations de l'approvisionnement au niveau des principaux goulets d'étranglement du flux commercial maritime pétrolier⁵.

Ce qui explique l'envolée des cours du pétrole jusqu'à des niveaux élevés ces dernières années, c'est bien cette augmentation de la demande énergétique chinoise et indienne, combinée avec une élasticité limitée de l'offre. Les perspectives d'évolution de l'offre et de la demande annoncent que les prix risquent de rester élevés au cours des cinq années à venir, mais aussi qu'une contraction des échanges mondiaux et un fléchissement de la croissance économique pourraient se traduire par une baisse, si ce n'est une chute, des cours du pétrole. Les prix continueront en tout état de cause, qu'ils baissent ou augmentent, à passer par des pics et des creux accusés (Greene, Hopson et Li, 2005).

Dans cette atmosphère de nervosité des marchés énergétiques, l'OPEP va certainement renforcer sa position de force qu'elle occupe sur le marché. Les pays de l'OPEP, ceux du Moyen-Orient en particulier, verront leur part de l'offre mondiale de pétrole augmenter, parce que la production de pétrole des autres pays a soit atteint son niveau maximum et commence à diminuer, soit ne va plus augmenter dans un avenir prévisible. L'OPEP sera donc bien placée pour maintenir les prix à un niveau élevé face à l'augmentation de la demande, des économies émergentes en particulier (Ahlbrandt et al. 2005).

Le régime actuel de prix élevés du pétrole est qualifié de choc des prix induit par la demande, à la différence de ceux de 1973-1974, de 1979-1980, qui avaient incontestablement été provoqués par une brusque contraction de l'offre.

⁵Les goulets d'étranglement sont le Détroit d'Hormuz, le Détroit de Malacca, le Canal de Suez et le Bosphore. De nos jours, 35 millions de barils transitent quotidiennement par ces voies maritimes étroites. Des accidents ou des attaques entraînant leur fermeture temporaire pourraient gravement perturber l'approvisionnement pétrolier mondial.

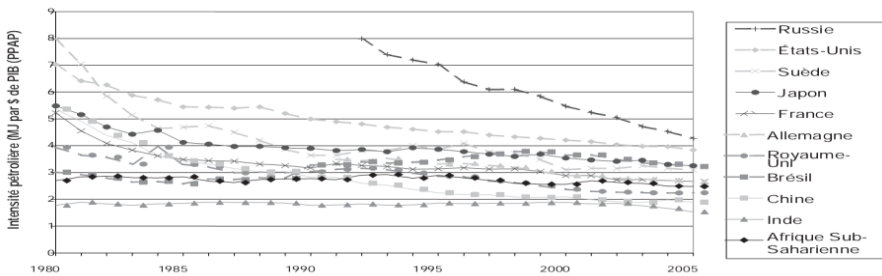
2. Une demande tirée par l'intensité pétrolière

2.1 L'intensité pétrolière comme indicateur de la croissance de la demande de pétrole

Il existe une forte corrélation entre le PIB et la consommation de pétrole. Aucun pays n'a atteint un PIB similaire à celui des pays européens membres de l'OCDE sans voir sa consommation de pétrole augmenter de manière substantielle. Ce constat vaut probablement pour tous les pays cherchant à améliorer leur PIB. Historiquement, les pays qui arrivent en tête du classement, comme les États-Unis, affichent une corrélation de plus de un à un entre la consommation de pétrole et la croissance économique. Dans les pays dont l'économie est aujourd'hui en expansion, comme la Chine et l'Inde, la corrélation est de un à un.

Plus un pays se développe, plus il consomme d'énergie. Cela explique en bonne partie le rang des pays. L'ordre des pays en termes de consommation énergétique est tout à fait similaire à celui en termes de revenus bruts par habitant. Cela explique également pourquoi les pays émergents, en se développant et en rattrapant lentement un niveau de vie qui tend à se rapprocher des pays de l'OCDE, connaissent une plus forte croissance de leur consommation énergétique.

Graphique 3. Évolution de l'intensité pétrolière dans quelques pays, 1980-2005



Ce graphique fait apparaître l'évolution de l'intensité pétrolière dans quelques pays entre 1980 et 2005. L'Afrique subsaharienne est une région où le PIB par habitant n'a pas cru. La Chine et l'Inde sont des pays qui ont connu une forte croissance vers un nouveau système économique. Quelques pays de l'OCDE sont également représentés.

Ce graphique mentionne aussi quatre observations: 1/ L'intensité pétrolière des différents pays tend à évoluer vers un même niveau. 2/ L'intensité pétrolière a chuté de manière spectaculaire dans les pays où elle était à l'origine élevée, comme les États-Unis, la Russie, le Japon, la France, la Chine et la Suède. 3/ La majeure partie de la baisse de l'intensité pétrolière a eu lieu durant la première moitié de la période considérée, soit entre 1980 et 1996, et par la suite, la baisse a été nettement moins marquée (sauf en Russie). 4/ Dans les pays de l'OCDE, l'intensité pétrolière est en baisse, mais reste plus élevée qu'en pays non-OCDE pour l'ensemble de la période.

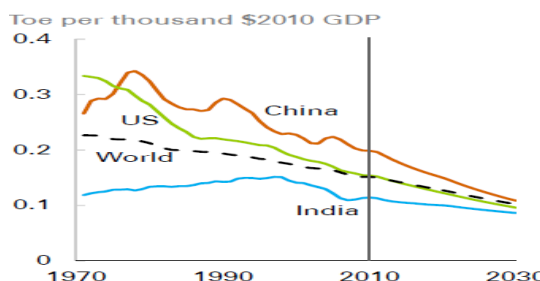
⁶La forte baisse de l'intensité pétrolière observée dans plusieurs pays après 1990 peut correspondre à une réaction à l'envolée des prix du pétrole lors du deuxième choc pétrolier.

L'intensité pétrolière est relativement faible en Afrique subsaharienne par rapport au reste du monde.

L'intensité énergétique dépend aussi de d'autres facteurs comme le climat (plus il fait froid, plus on consomme d'énergie pour se chauffer, à niveau économique égal) et la structure de l'économie. Si un pays a beaucoup d'industries lourdes, fortes consommatrices d'énergie, son intensité énergétique sera plus élevée. Mais, lorsque l'on compare des pays à structures économiques voisines, le facteur essentiel est l'efficacité avec laquelle l'énergie est produite et consommée. On peut dire alors, que plus l'intensité énergétique est basse, plus l'efficacité est grande.

Tableau 2 : Intensités pétrolières du PIB **Graphique 4 : intensité énergétique**

Année	2007
Allemagne	0.32
Etats-Unis	0.55
France	0.35
Italie	0.34
Japon	0.43
Royaume-Uni	0.29



Lecture : barils de pétrole pour 1000 dollars de PIB, avec correction d'indice.
 Source : AEI, cité par Patrick Artus, Antoine d'Autume, Philippe Chaimin et Jean-Marie Chevalier : rapport sur : Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil,

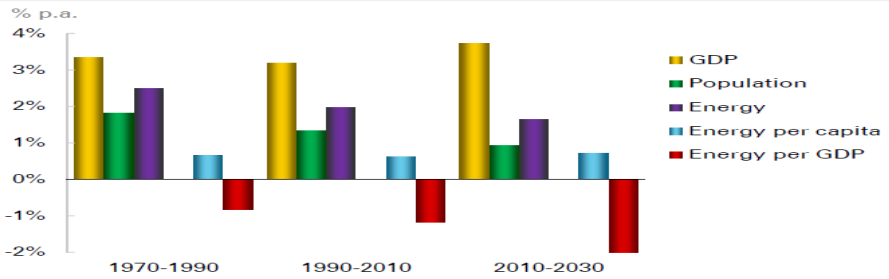
Autre facteur dont dépend la croissance économique est la démographie. Les hypothèses de croissance de la population sont de l'ordre de 1 % par an. Là encore avec des disparités importantes, la croissance serait beaucoup plus importante dans les pays en développement que dans celle de l'OCDE.

Il faut dire que les éléments démographiques évoluent.⁷ Il est prévu une population de 7,4 milliards en 2020, et en 2050, 8 ou 10 milliards d'habitants. Sur les 40 dernières années, et en partant d'une moyenne de 1,2 tep par personne par an en 1966 jusqu'à 1,7 tep par personne par an en 2006, la consommation a été en moyenne de 1,5 (tep) par personne par an. Pendant que la consommation mondiale de l'énergie triplait, la population doublait.

Graphique 5 : Énergie mondiale, Produit Intérieur Brut Mondial et population de 1970 à 2030

Taux de croissance mondiale

⁷ Alors qu'en Europe, par exemple en Espagne et en Italie, la croissance démographique était encore forte dans les années 50, elle a beaucoup diminué ces dernières années, entraînant des changements dans les modes de vie.



Sources : statistiques, BP 2012

L'intensité énergétique continue à baisser, mais varie aussi beaucoup selon les secteurs. C'est dans l'industrie et l'agriculture que l'intensité énergétique connaît une baisse importante et mieux que les ménages. Ce sont les secteurs transports⁸ et résidentiel tertiaire qui font le moins de progrès.

Le secteur automobile est l'exemple typique d'un secteur très sensible au prix du pétrole et à la conjoncture. C'est en effet le domaine pour lequel la dépendance pétrolière des pays OCDE, mais aussi de la planète, est plus importante qu'à l'époque du premier choc pétrolier.

Certes, l'efficacité énergétique des moyens de transport utilisés s'est nettement améliorée, mais un avion continue à voler avec du kérosène, un navire à tourner avec du fioul et les camions toujours plus nombreux à rouler au gazole. Force est de constater, qu'il y a peu de secteurs pour lesquels l'après pétrole a été aussi peu préparé que les transports.

2.1 Les utilisations du pétrole

Trois grands secteurs d'activités se partagent cette forte consommation d'énergie finale : 29 % pour l'industrie⁹, 44 % pour le secteur résidentiel-tertiaire¹⁰ et agriculture, et 27 % pour les transports¹¹. Cette structure moyenne recouvre des situations nettement différentes, même parmi les pays riches industrialisés: aux Etats-Unis, la part de l'industrie est de 21% seulement, contre 33% au Japon. Elle est de 55% en Chine et de 34% en Russie.

⁸ Le secteur du transport se réforme technologiquement beaucoup moins vite que les autres secteurs de l'industrie. Et c'est justement en Asie que le parc d'automobile est en train d'exploser et plus particulièrement en Chine.

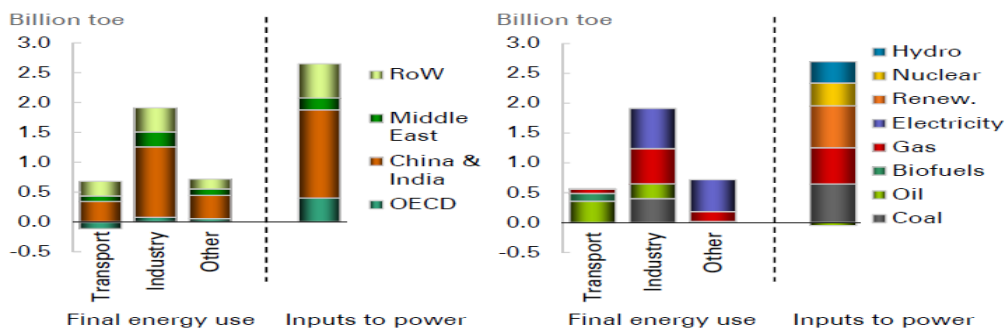
⁹ Les différentes branches de l'industrie ont des consommations d'énergie très différentes par rapport à la quantité des produits ou à la valeur ajoutée de l'entreprise. Les industries « grosses consommatrices d'énergie » (IGCE) absorbent environ 70% de la consommation totale du secteur : sidérurgie, métaux non ferreux, matériaux de construction, verre, chimie, papier-carton.

¹⁰ Au niveau mondial, ce secteur est le premier consommateur d'énergies commerciales et il absorbe également la quasi-totalité du milliard de tep d'énergies traditionnelles (seules ressources des populations les plus pauvres).

¹¹ Pour des niveaux de vie comparables, la part des divers modes de transport est donc un facteur explicatif important de la consommation d'énergie d'un pays et des nuisances qui lui sont attachées. Dans les transports urbains, la voiture individuelle consomme trois à quatre fois plus d'énergie par passager que le bus ou le métro pour un trajet identique.

En Europe, le transport absorbe 33 % en moyenne de sa demande d'énergie. Vient en deuxième position les résidences avec 26.5 %, suivi par l'industrie (24.2%) et les services (11%), et enfin l'agriculture (2%).

Graphique 6 : La croissance de la consommation d'énergie par secteur.
Par secteur et par région d'ici à 2030 **Par secteur et par source d'énergie d'ici à 2030**



Sources : statistiques, BP, 2010

Globalement, le secteur industriel représente 60 % des projections de croissance de la demande finale d'énergie d'ici 2030. Les prévisions montrent que la demande pour le transport dans les pays de l'OCDE devrait diminuer. Les biocarburants représentent 23 % de la croissance de la demande d'énergie pour le transport, le gaz se situant à 13 % et l'électricité à 2 %.

3 La consommation du pétrole dans le secteur des transports

La demande du secteur du transport a connu une réelle explosion au cours du XXe siècle notamment dans les pays de l'OCDE. Cette croissance est principalement attribuée au transport routier, et plus récemment au transport aérien. Avec le développement des pays émergents et face aux défis du changement climatique, ce secteur représente un enjeu stratégique majeur à long terme.

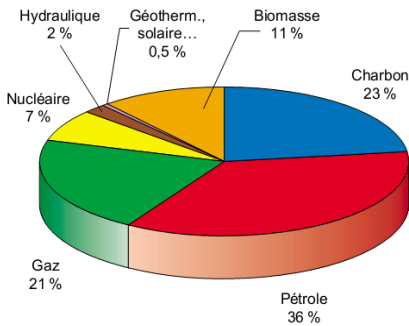
La part de la demande en provenance du secteur des transports restera dominante et atteindra 54% en 2030. Elle contribuera pour deux tiers à l'augmentation totale de la consommation pétrolière.

3.1 Bilan énergétique

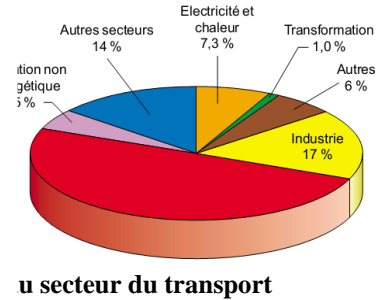
Le secteur du transport apparaît clairement comme le secteur d'activité principal en matière d'utilisation de produits pétroliers avec une part actuelle de 50 % contre 42 % en 1973. Ce sont principalement les pays de l'OCDE, notamment les États-Unis, l'Europe des 15 et le Japon qui jouent un rôle déterminant dans le secteur du transport. En effet, sur les 1,75 Gtep de produits pétroliers consommés par les transports, ces trois régions représentent à elles seules une part de 55 %, l'ensemble des pays de l'OCDE représentant une part de 75 %. Les autres énergies utilisées dans le secteur du transport à l'heure actuelle n'occupent qu'une place marginale : 1,9 % au total répartis par ordre décroissant entre l'électricité (1 %), la biomasse (0,5 %), le charbon (0,3 %) et le gaz (0,2 %).

Consommation d'énergie primaire et de produits pétroliers dans le monde en 2002

Fig. 1 Consommation d'énergie primaire dans le monde en 2002 : 10,4 Gtep



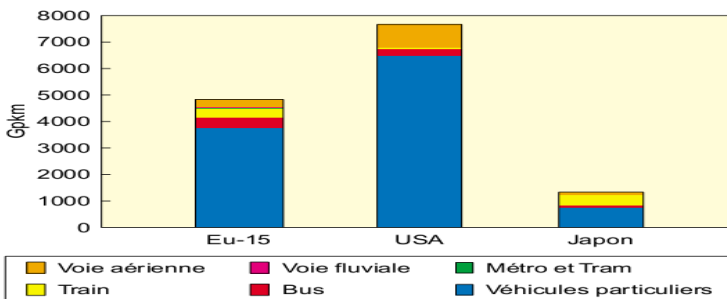
2 Consommation de produits pétroliers dans le monde en 2002 : 3,5 Gtep



Mode dominant de mobilité, le transport routier représente 90 % des trajets effectués par les passagers et 75 % des biens transportés. Ce type de transport a connu une réelle explosion ces dernières décennies. En 25 ans, le parc de véhicules a plus que doublé dans les pays de l'OCDE (80 % du parc mondial actuel). Aujourd'hui, sont recensés près de 600 millions de véhicules particuliers et 209 millions de véhicules utilitaires dans le monde.

La demande en matière de transport de passagers est étroitement liée au niveau de revenu des foyers, à la distance entre le domicile et le lieu de travail et aux services éducatifs. C'est le transport routier qui domine largement le bilan avec une part d'utilisation de 96 % sur les 13760 milliards de passager.km parcourus en 2000 dans les trois principales régions de l'OCDE : États-Unis, Japon et Europe des 15.

Graphique 7 : Répartition des modes de transport de passagers en 2000



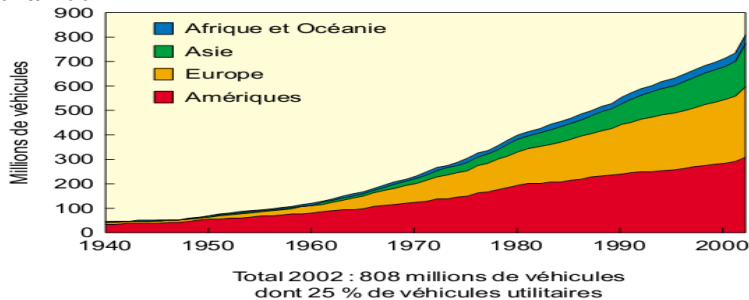
Source : « European Union Energy and Transport in figures », Commission Européenne, 2003

Les autres transports utilisés sont l'avion, le train, le tramway/méto et les voies fluviales. Seul le Japon, où l'infrastructure le permet, possède une part plus importante de transport en commun. Avec une part du budget des foyers à peu près constante au cours du temps d'environ 13 % consacrée au transport, la croissance du

PIB, mais aussi les améliorations considérables en matière d'infrastructure et de technologie, ont induit un accroissement du taux d'équipement de véhicule par habitant.

Cependant, ce niveau d'équipement semble aujourd'hui se stabiliser aux Etats-Unis et se converger vers 500 véhicules pour 1000 habitants au Japon et en Europe. Le parc mondial de véhicules particuliers a ainsi plus que triplé en trente ans. Ainsi en 2003, le parc mondial de véhicules particuliers compte près de 600 millions de véhicules, dont 64 % se situent dans les trois régions précitées.

Graphique 8 : Évolution rétrospective du parc mondial de véhicules de 1940 à 2002



Source : CCFA

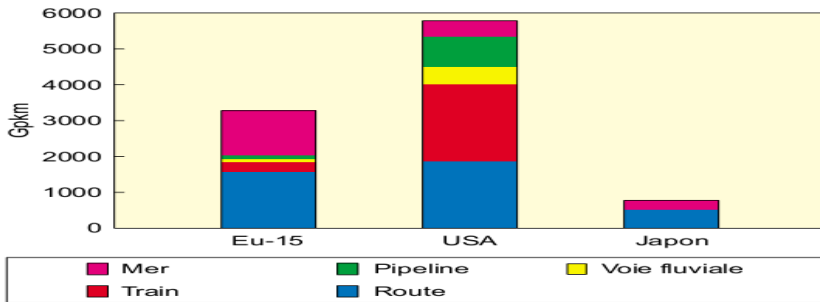
3.2.1 L'évolution du transport de marchandises est principalement liée à celles du PIB et du commerce mondial.

Dans un contexte de globalisation accrue des marchés, le commerce mondial a évolué très rapidement (+ 170 %) par rapport au PIB (+ 50 %) sur les deux dernières décennies. Cette forte croissance du commerce mondial a entraîné également une augmentation des distances parcourues plus rapide que celle du tonnage transporté.

En termes de tonne kilomètres parcourus au cours d'une année, ce sont les voies routière et aérienne qui ont connu, au niveau mondial, la plus forte croissance au cours de ces 20 dernières années : + 120 %. Pour les autres modes de transport (par pipe, ferroviaire, maritime international et national) les taux de croissance sont plus modérés et varient entre + 50 et + 80 %. Cependant, le transport maritime reste aujourd'hui le mode dominant dans les échanges internationaux de marchandises.

Au niveau des échanges nationaux dans les trois principales régions de l'OCDE (USA, Japon et Europe des 15), le mode le plus utilisé est la voie routière avec une part de 36 % exprimée en t.km.

Graphique 9 : Répartition des modes de transport de marchandises en 2000

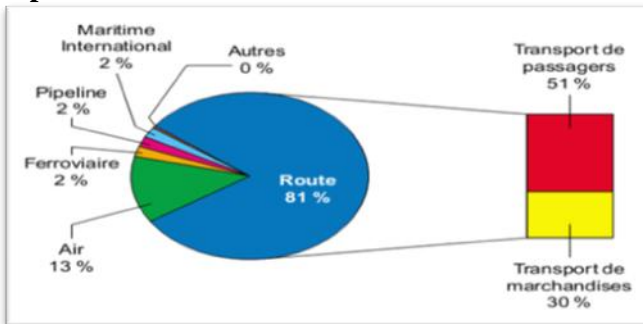


Source : « European Union Energy and Transport in figures », Commission Européenne, 2003

Si les répartitions par mode de transport sont majoritairement la mer et la route pour l'Europe et le Japon, les États-Unis possèdent un bilan mieux réparti entre les différents modes existants. En effet, l'étendue du pays ne permet pas au transport routier d'être économiquement justifié pour les longs parcours. C'est pourquoi aux États-Unis les autres modes de transport, notamment le rail, gardent et garderont une place importante dans les échanges nationaux de marchandises. En revanche, le transport routier continue de prendre des parts au train en Europe et au Japon, pays à taille géographique plus modeste.

Le poids du transport routier en termes de consommation énergétique est encore plus imposant : il représente 81 % de la demande d'énergie liée au transport. Il reste en effet, malgré les progrès récents effectués en matière d'efficacité énergétique, le mode de transport le plus consommateur d'énergie rapporté à la tonne de produit et/ou de passager transporté par kilomètre.

Graphique 10 : Répartition de la consommation d'énergie dans le secteur du transport en 2001



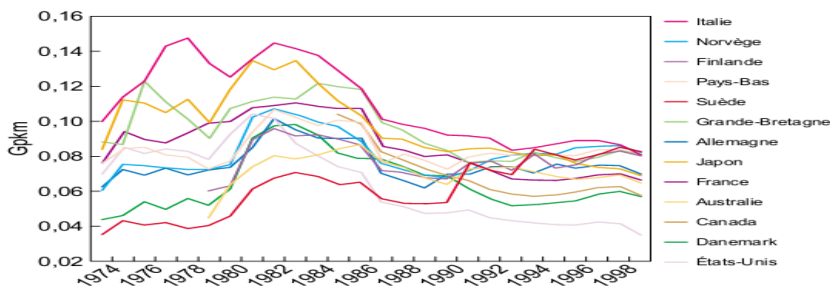
Source : IEA, et estimations IFP

Les principaux facteurs de cette évolution des besoins actuels de l'économie en matière de transports sont :

- Les formes actuelles de l'occupation de l'espace : éloignement progressif des résidences et des activités des gares et moindre centralité des destinations.

- Un coût du carburant par véhicule.km en nette diminution depuis le dernier contre-choc pétrolier qui favorise le taux d'équipement de véhicules particuliers.
- Une politique générale de gestion industrielle en flux tendu et des consommateurs de plus en plus demandeurs de produits spécialisés et faits sur mesure, imposent des délais de réponse rapides et des flux de transport de moins en moins massifs.¹²

Graphique 11 : Évolution du prix du carburant par véhicule.km (taxes comprises)



Source: « Oil Crises & Climate Challenges - 30 Years of Energy Use in IEA Countries »; IEA 2004

3.2.2 Un secteur qui risque d'évoluer à un rythme soutenu au cours du XXI^e siècle avec l'arrivée des pays émergents comme la Chine et l'Inde.

Le rythme auquel le monde consomme aujourd'hui du pétrole conventionnel est proprement alarmant. En 1995, la consommation mondiale cumulée s'élevait à 710 milliards de barils. Dix ans plus tard seulement, en 2005, le chiffre était passé à 979 milliards de barils. Plus du quart de la totalité du pétrole consommé dans l'histoire de l'humanité l'a été durant la dernière décennie écoulée. Aux États-Unis, le Secrétaire à l'Énergie a demandé au National Petroleum Council d'étudier la question du pic pétrolier. Le rapport établi à cette occasion indiqua que, si les tendances actuelles persistaient, la consommation mondiale s'élèverait à 1100 milliards de barils au cours de 25 prochaines années, soit plus que ce qui a été consommé dans toute l'histoire.

La croissance de la demande de carburants pour les transports observée ces trente dernières années dans les pays de l'OCDE, risque de se reproduire sur le moyen terme dans les pays en voie de développement, notamment en Chine, en Inde et en Indonésie. Cette croissance se confirme déjà en Chine depuis ces six dernières années avec une production de véhicules qui a été pratiquement multipliée par 9. Leur production a atteint, en 2003, 4,4 millions de véhicules, soit plus de 20 % de la

¹² Le cas de l'industrie automobile illustre bien cet aspect : pour un seul véhicule, plusieurs dizaines de versions sont actuellement offertes pour un délai de livraison d'environ un mois (70 versions sont proposées pour la Mégane de Renault et Peugeot propose 92 versions pour la 307) contre une dizaine il y a 20 ans. Il est donc aisé de comprendre qu'avec ce type d'évolution, la lenteur de la voie de l'eau, les contraintes horaires du ferroviaire, mode par ailleurs approprié aux flux massifs, font du transport routier le mode le plus compétitif au regard des contraintes industrielles et de distribution.

production européenne. Avec un taux d'équipement actuel de seulement 10 véhicules pour 1000 habitants en Chine, cette croissance n'en est qu'à ses prémices.

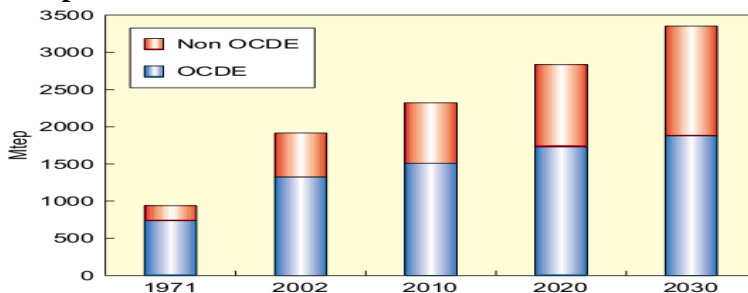
La demande énergétique du secteur du transport croît de la même façon et s'élèverait en 2030 à 3,2 Gtep, dont 95 % sont issus du pétrole. Le secteur du transport représenterait une part de 54 % de la demande globale de pétrole en 2030 contre 47 % aujourd'hui et 33 % en 1971.

la demande mondiale de pétrole augmente principalement en raison de l'essor lent mais ininterrompu des activités de transport dans les pays développés et de la progression rapide du transport motorisé dans les économies en développement. L'AIE prévoit que la demande primaire de pétrole augmentera de 1.3% par an, pour passer de 84 millions de barils par jour (Mb/j) en 2005 à 99 Mb/j en 2015, et à 116 Mb/j en 2030. Plus de 70 % de cette hausse devrait être imputable aux pays en développement. D'après les estimations de l'AIE, les transports seront responsables de 63 % de l'augmentation de la consommation de pétrole d'ici à 2030 (AIE, 2006a.).

Dans les pays en développement, la demande de pétrole augmentera sous l'effet de la motorisation du transport de personnes et de l'expansion continue du commerce international.

Ainsi le scénario de référence du « World Energy Outlook 2004» (sans changement majeur ni dans les technologies, ni dans le comportement des acteurs) estime que le parc de véhicules des pays non-OCDE triplera d'ici à 2030 pour atteindre environ 550 millions de véhicules, mais restera inférieur de 25 % au parc de l'OCDE. Au total, le parc de véhicules doublerait et atteindrait près de 1,3 milliard de véhicules en 2030. D'autres études prévoient, que, compte tenu de la probabilité que, dans les économies en développement, le taux de motorisation atteindra la saturation à un niveau très inférieur à celui enregistré aux États-Unis ou au Canada, le parc automobile mondial passera d'environ 800 millions de véhicules actuellement à plus de 2 milliards en 2030, (Huo et al,2007). Le parc des pays non membres de l'OCDE devrait représenter largement plus de la moitié de ce total, selon les prévisions, en 2030, contre à peu près un quart aujourd'hui. Le parc chinois devrait atteindre 390 millions de véhicules en 2030, soit 20 fois plus qu'il y a tout juste cinq ans. En fonction des résultats qu'obtiendra la Chine en matière de maîtrise de la consommation de carburant, des économistes prévoient qu'à l'horizon 2050, les véhicules à moteur consommeront en Chine entre 12 et 21 millions de barils par jour et émettront 2-3 milliards de tonnes de CO2 par an (Dargay et al. (2007).

Graphique 12 : Évolution de la consommation d'énergie dans le secteur du transport entre 1971 et 2030



Source : World Energy Outlook 2004

Le Conseil mondial des entreprises pour le développement durable prévoit une croissance du même ordre de la demande de transport de personnes et de marchandises. D'ici à 2050, le nombre annuel de voyageurs-kilomètres devrait plus que doubler, passant d'un chiffre légèrement supérieur à 30000 milliards en 2000 à plus de 70000 milliards en 2050 (soit une hausse annuelle de 1.7%). Le trafic de marchandises devrait plus que tripler au cours de la même période, son taux de croissance annuel moyen étant de 2.3%. Selon l'étude du WBCSD, la répartition mondiale des activités de transport ne devrait pas énormément changer. Le mode routier demeurera probablement prépondérant, malgré la croissance un peu plus rapide du transport aérien et du fret ferroviaire.

La consommation mondiale de carburants devrait doubler, d'ici à 2050, en dépit de grands progrès en efficacité énergétique. Le rapport Mobilité 2030 prévoit que la consommation d'énergie des véhicules légers, des poids lourds et des avions diminuera respectivement de 18 %, de 29 % et de 29 % d'ici à 2050. L'AIE affirme que la consommation spécifique de carburant des véhicules à essence pourrait être réduite de 40% à faible coût à l'horizon 2050, (AIE,2006b).

Ces gains d'efficacité énergétique, bien qu'extrêmement appréciables, ne sont pas suffisants pour compenser l'augmentation prévue de l'activité de transport assurée par ces types de véhicules, qui se chiffrera respectivement à 123%, 241 % et 400%. En 2050, la consommation mondiale annuelle de carburant pour les transports devrait atteindre 5000 milliards de litres d'équivalent essence, soit pratiquement 180 exajoules.

4. Évolution future des prix et de la disponibilité des carburants pour les transports

La hausse du prix des carburants influe sur la demande par deux voies différentes : les conducteurs roulent moins, d'une part, et investissent davantage dans les économies de carburant en se tournant vers des véhicules qui consomment moins, d'autre part. Des chiffres américains récents indiquent que l'importance relative de ces deux effets s'est modifiée avec l'augmentation des revenus : la diminution de la mobilité se fait nettement moindre et la réduction de la consommation prend le dessus, (Small et Van Dender,2007).

Il est évident que les prix des énergies utilisées pour le transport seront déterminés par le jeu de l'offre et de la demande. En ce qui concerne les

carburants, les forces du marché sont entrées dans une phase de perturbation cruciale due pour l'essentielle à la montée des prix du pétrole ces dernières années. Il est évident que la forte hausse imprévue de la demande, notamment de la Chine et de l'Inde, a contribué à la flambée actuelle des cours.

Du côté de l'offre, il faut dire que l'OPEP a su renforcer sa position de force en maintenant les prix élevés par sa politique de gestion de son offre de pétrole (système de quotas). Ajouté à cela, la production hors OPEP est déjà entrée dans une phase de déclin irréversible (Alekkett).

Outre le poids du cartel de l'OPEP, deux facteurs sont déterminants pour l'évolution future des prix des carburants : le pic de production et le changement climatique.

En effet, la question du pic pétrolier ne se pose pas en termes de fin de la civilisation industrielle telle que nous la connaissons. Il existe de vastes réserves de ressources fossiles qui peuvent être transformées en carburants classiques en utilisant des techniques développées et à des prix inférieurs au cours mondial actuel du pétrole (AIE, 2006).

L'exploitation des ressources canadiennes non conventionnelles en sables pétrolifères est bien engagée. Le Venezuela dispose de vastes réserves de pétrole extra-lourd qui commencent juste à être exploitées et l'Afrique du Sud démontre depuis plusieurs décennies que le charbon peut être transformé en essence ou en gazole d'excellente qualité. Puis il y a les schistes bitumineux, dont les États-Unis possèdent de très importantes quantités.

Non seulement ces carburants peuvent être produits à des prix que les marchés mondiaux peuvent accepter de payer, mais ils sont en outre parfaitement compatibles avec l'infrastructure existante de distribution de carburants et de production de véhicules (Alekkett).

L'autre problème lié à la production des carburants liquides courants à partir des sources non-conventionnelles est celui relatif à une consommation accrue de capital. De surcroît, ce carburant cause de graves atteintes à l'environnement comparativement aux autres carburants issus de la production et de raffinage de pétrole brut conventionnel (Alekkett).

Pour d'autres, les ressources fossiles non conventionnelles qui peuvent être exploitées aux prix courants constituent une menace encore plus grande pour le climat planétaire. Car à long terme, le véritable problème et délicat pour la demande de pétrole émanant du secteur des transports se pose en termes des émissions de gaz à effet de serre et non pas en termes de la pénurie de pétrole, explique Jean-Marie Chevalier

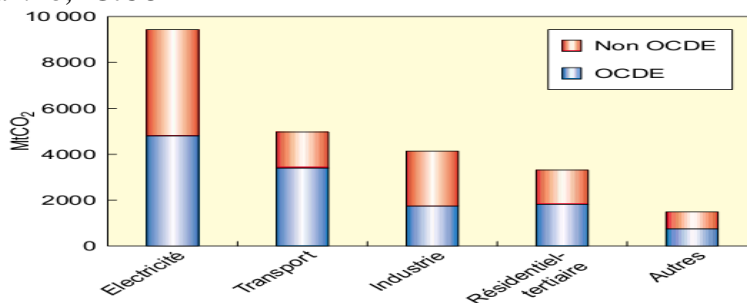
En effet, les sources fossiles non conventionnelles sont à l'origine de beaucoup plus d'émissions de dioxyde de carbone que l'essence et les distillats issus du raffinage de pétrole conventionnel : l'écart est d'environ 20 % pour les sables pétrolifères canadiens, et il atteint 100 % pour l'essence produite à partir de charbon (Grubb, 2001).

En tout état de cause, la lutte contre ces émissions supplémentaires alourdira les coûts et accroîtra les risques associés à l'élaboration de carburants à partir de ressources fossiles non conventionnelles.

4.1 Au-delà de cette dépendance accrue au pétrole, le rôle du secteur du transport dans le changement climatique est tout aussi préoccupant.

Dans le bilan d'émissions mondiales de CO₂, deux principaux secteurs sont en cause : la production d'électricité et le transport avec des parts respectives de 41 et 21 %. À l'horizon 2030, le bilan CO₂ du transport augmenterait de 78 % selon le scénario de référence du WEO. Si de nombreuses voies de réduction de ces émissions sont envisageables sur le court et le moyen terme pour le secteur de l'électricité, celles du secteur du transport sont plus limitées et longues à mettre en œuvre.

Graphique 13 : Répartition sectorielle des émissions mondiales de CO₂- 2002 Total : 23,7 GtCO₂



Source : World Energy Outlook 2004

En effet, tout d'abord, le transport est une source mobile et dispersée d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants. La voie de la capture et la séquestration du CO₂, souvent envisagées pour les centrales électriques, n'est pas applicable au transport sans la généralisation d'un carburant sans contenu en carbone (électricité ou hydrogène) et donc d'une nouvelle technologie de véhicule pour le secteur routier (véhicule électrique avec ou sans pile à combustible).

Un deuxième point important est la lenteur de l'impact de l'introduction dans un parc de véhicules d'une nouvelle technologie qui permettrait de réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO₂. À titre indicatif, l'introduction naturelle à 50 ou à 95 % d'une nouvelle technologie dans un parc d'automobiles prend respectivement 13 ans et 24 ans.

En dehors des mesures incitatives permettant l'introduction de nouvelles technologies dans le parc de véhicules particuliers, l'impact environnemental est long et un changement radical des infrastructures permettant de favoriser l'emploi des transports en commun est long à mettre en place aussi.

En ce sens, plusieurs actions à effet plus rapide peuvent être envisagées :

- L'utilisation de carburants alternatifs d'origine végétale (comme l'éthanol sous forme d'éther, les esters d'huile végétale, ou encore le gazole issu de la gazéification de la biomasse) qui jusqu'à un certain pourcentage en mélange avec les carburants conventionnels ne nécessitent pas de modifications technologiques du véhicule. Cette initiative a déjà été entreprise principalement au Brésil, en Europe et aux États-Unis.

- Des mesures fiscales permettant soit de limiter l'acquisition de nouveaux véhicules (comme au Danemark), soit de limiter les usages (taxes sur les carburants).

Mais ces mesures à effet rapide sont limitées et ne peuvent à elles seules freiner de façon véritablement significative l'évolution à venir de la consommation de produits pétroliers et d'émissions de gaz à effet de serre. Certains véhicules ou technologies alternatifs, reconnus pour leurs performances environnementales, sont déjà disponibles à l'heure actuelle comme les véhicules hybrides ou GNV, mais leur introduction sur le marché reste faible, par manque de compétitivité ou/et d'absence de réseau de distribution suffisant.

Quant au secteur du transport de marchandises, responsable à près de 40 % des émissions de CO₂ du transport routier, les marges de manœuvre sont plus limitées du fait de son lien étroit avec la croissance économique. Le secteur pourra certes bénéficier des progrès technologiques du véhicule particulier.

Mais dans cette attente, il paraît nécessaire de redynamiser la croissance des autres modes de transport moins consommateur d'énergie en les rendant plus compétitifs par rapport aux besoins des industries.

L'internalisation du coût des émissions de CO₂ produites par les transports vise tout à la fois à atténuer le changement climatique et à réduire la consommation. Les taxes sur le carbone sont l'instrument que les économistes préfèrent pour arriver à ce résultat, parce qu'elles incitent à atteindre l'objectif environnemental au moindre coût. Les normes de consommation ou d'émission de CO₂ présentent toutefois aussi certains avantages, ne fût-ce qu'en termes d'acceptabilité politique. Elles permettent en outre de corriger la différence entre les taux social et privé d'actualisation au lieu d'achat du véhicule. La différence entre ces taux et les imperfections qui entachent les décisions prises par l'acheteur en matière de consommation peuvent justifier la fixation de telles normes, même si les taxes couvrent les coûts externes (Alekkett).

À l'heure actuelle, les sources énergétiques de substitution ne peuvent pas concurrencer les sources conventionnelles et non conventionnelles d'hydrocarbures liquides à l'échelle qu'exigent les opérations de transport liées à l'activité économique mondiale. La contribution potentielle des carburants dérivés de la biomasse est importante, mais limitée.

Conclusion

La consommation de pétrole se concentre de plus en plus dans le secteur des transports. Ainsi, des variations relativement limitées de la demande dans ce secteur peuvent avoir des effets de plus en plus sensibles sur les cours du pétrole, qui ont atteint un sommet historique début 2008, franchissant la barre des 100 dollars le baril pour la première fois depuis le choc pétrolier de 1979. Le facteur sous-jacent de cette flambée des prix a été la demande émanant des économies en développement rapide, au premier rang desquels la Chine, où le secteur des transports est le plus gros consommateur de pétrole.

Des branches industrielles les plus caractérisées par une intensité pétrolière (consommation/production) supérieure, il s'agit, bien entendu, du secteur de transport. En ce sens, le secteur des transports classiques (air, route, mer) présente de loin la dépendance la plus forte vis-à-vis d'un marché du pétrole par essence instable et incontrôlable. C'est en effet le domaine pour lequel la dépendance pétrolière des pays OCDE, mais aussi de la planète, est plus importante qu'à l'époque du premier choc pétrolier.

Certes, l'efficacité énergétique des moyens de transport utilisés s'est nettement améliorée, mais un avion continue à voler avec du kérosène, un navire à tourner avec du fioul et les camions toujours plus nombreux à rouler au gazole. Force est de constater, qu'il y a peu de secteurs pour lesquels l'après pétrole a été aussi peu préparé que les transports. Ainsi, le secteur des transports ne dispose guère de stratégies alternatives à court terme face à un choc pétrolier. Il est frappant de constater une assez faible élasticité tant en termes de consommation que de concurrence entre différentes formes de transport.

Une étude de Broyer et Brunner (2009)¹³, évalue le poids de l'automobile dans l'économie allemande et l'impact de la crise sur ce secteur qui satisfait 17 % de la demande mondiale d'automobiles. Les emplois directs du secteur automobile représentent 2,1 % de l'emploi total, mais ce chiffre s'élève à 6,6 % lorsque l'on prend en compte les emplois indirects dans les autres secteurs productifs ou les services liés à la vente. L'étude estime aussi que le tiers de la contraction de l'économie allemande au dernier trimestre 2008, soit 0,7 sur 2,1 %, est imputable au secteur automobile, alors même que la prime à la casse a soutenu la demande interne.

Les carburants non conventionnels pourraient à plus long terme satisfaire une part importante de la demande de pétrole. Les réserves de pétrole que recèlent les sables bitumineux du Canada ou d'ailleurs sont considérables et leur exploitation est concurrentielle tant que les prix du pétrole restent supérieurs à 40 dollars le baril. Mais l'exploitation de ces réserves (de leur extraction à leur utilisation dans le secteur des transports) engendre deux fois plus d'émissions de Co2 que l'utilisation du pétrole conventionnel.

La puissance de marché des pays de l'OPEP s'accroît à mesure que la production de pétrole conventionnel hors OPEP atteint un plateau. La réponse au renforcement de la position de force de l'OPEP pourrait s'exprimer sous la forme d'un développement de la production d'hydrocarbures non-conventionnels dans les pays non membres de l'OPEP ou d'une diminution de la consommation de pétrole. La promotion des carburants alternatifs peut aussi jouer un rôle, mais son potentiel reste limité à court terme.

Bibliographies

1. Alba P. et J-M. Bourdair (2000) : « Le prix du pétrole », Revue de l'Énergie, n° 516, mai.
2. Ahlbrandt et al. 2005 : « Les actions structurelles dans le domaine des transports », Complément I in Prix du pétrole, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, n° 32, La Documentation Française, 2001.
3. Antoine A., 2006. Pétrole : sécurité des approvisionnements et évolution des prix, in revue liaison, énergie-francophonie, numéro 70, publiée par l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie (IEPF).
4. Alexis R, 2002 : « Le pétrole : l'or noir du XXe siècle » in www.ieim.uqam.ca
5. Agence internationale de l'énergie (AIE), 2002, Transportation and Energy, AIE/OCDE, Paris, in <http://www.iea.org/pdf>.
6. Agence internationale de l'énergie (AIE), 2006, World Energy Outlook 2006, AIE/OCDE, Paris, in <http://www.iea.org/pdf>.

¹³Cité par Patrick Artus, Antoine d'Autume, Philippe Chalmin et Jean-Marie Chevalier : rapport sur : Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil, in www.cae.gouv.fr.

7. Agence internationale de l'énergie (AIE), 2004, World Energy Outlook 2004, AIE/OCDE, Paris, in <http://www.iea.org/pdf>.
8. Appert O. (2001) : « Perspectives énergétiques mondiales à l'horizon 2020 : une présentation du World Energy Outlook », Complément D in Prix du pétrole, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, n° 32, La Documentation Française, 2001.
9. Babusiaux D. (2000) : « Les recherches d'hydrocarbures », IFP, novembre.
10. Babusiaux D. (2001) : « Éléments pour l'analyse des évolutions des prix du brut », Complément B in Prix du pétrole, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, n° 32, La Documentation Française, 2001.
11. BAUQUIS, Pierre-René ; BAUQUIS, Emmanuelle (2004) : « Comprendre l'avenir pétrole et gaz naturel », Strasbourg, Editions Hirlèz
12. Bedar, S, 2001 : La nouvelle donne géostratégique en Asie centrale, Débat Stratégique n° 58.
13. BOUDJEMILA, 2012 : « La géopolitique du pétrole : la suprématie et le pouvoir » Revue : les cahiers du CREAD, n° 101.
14. BOY DE LA TOUR, Xavier (1993) : « Pétrole, une épopée », Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, 2005
15. Buissé A, J-P. Depecker et B. Tissot (2001) : « Le marché pétrolier à l'horizon 2000-2002 », Complément A in Prix du pétrole, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, n° 32, La Documentation Française, 2001.
16. Burucoa X. et D. Houssin (2001) : « Évolution de l'offre de pétrole à court terme », Complément C in Prix du pétrole, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, n° 32, La Documentation Française, 2001.
17. Commission Européenne, 2007, « Adaptation au changement climatique en Europe: les possibilités d'action de l'Union Européenne », Livre Vert, rapport SEC(2007) 849, 29 juin, <http://eurlex.europa.eu>.
18. Chevallier J.P., 2006 : « Energie et pétrole : tensions et turbulences », in revue liaison, énergie - francophonie, numéro 70, publiée par l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, IEPF.
19. Dargay et al. 2007: « The costs of U.S. oil dependency» Discussion Paper 03-59, Resources for the Future, Washington, D.C., décembre, <http://www.rff.org/Documents/RFF-DP-03-59.pdf>
20. Moisan F. (2001) : « Les actions structurelles dans le domaine des transports », Complément I in Prix du pétrole, Rapport du Conseil d'Analyse Économique, n° 32, La Documentation Française, 2001.
21. Guetta, 2000 : « de l'or noir à la guerre, les prémices d'une fin de règne », Temps n°227 du 31 novembre 2000.
22. Huo et al, 2007, : « Commuting in America III: the third national report on commuting patterns and trends, National Cooperative Highway Research Program Report 550 et Transit Cooperative Research Program Report 110, Washington : Transportation Research Board.
23. HUC, Alain-Yves (2003) : « Pétrole des profondeurs océaniques », in revue Pour la science, 307, mai 2003.- pp. 44-52
24. Jacquet, P., et Nicolas, F., 1991 : « Pétrole : crise, marchés et politiques », IFRI, 2001
25. Joël Maurice : « Prix du pétrole », La Documentation française. Paris, 2001
26. Greene, David et John German, 2007 : « Fuel economy: the case for marketfailure », présenté lors de la conférence 2007 d'Asilomar sur la politique du transport et du climat. <http://www.its.ucdavis.edu>.
27. Greene, Hopson et Li, 2005 : « Gasolinedemandwith heterogeneity in householdresponses » document de travail, Centre for Transport Studies, Imperial College, Londres .
28. MICHEL, François (2003) : « le Pétrole : ordre ou désordre mondial »- Paris : la documentation française : "Questions internationales", numéro 2, juillet-août 200, p 126, . 3
29. Laponche B., 2008. Prospective et enjeux énergétiques mondiaux : un nouveau paradigme, AFD. Document de travail, n° 59, juin 2008, Paris.
30. LeLeuch H, 2007 : Le pétrole et le gaz naturel en Afrique : une part croissante dans l'approvisionnement énergétique mondial.

31. Les notes thématiques : Pétrole et transport aérien : une dépendance coûteuse, Direction des Affaires Stratégiques et Techniques, n° 1, août 2005.
32. Percebois, J, 1999. « L'apport de la théorie économique aux débats énergétiques », Revue de l'énergie, n° 509.
33. Patrick Artus, Antoine d'Autume, Philippe Chalmin et Jean-Marie Chevalier : rapport sur : « Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil », in www.cae.gouv.fr.
34. Kjell ALEKLETT, 2007: « A review of the Stern Review on the Economics of Climate Change », document de travail, Centre for Transport Studies, Imperial College, Londres .
35. Sarkis N., 2006 : « Face aux nouveaux défis énergétiques, quel rôle pour l'OPEP », in revue liaison, énergie - francophonie, numéro 70, publiée par l'Institut de l'énergie et de l'environnement de la Francophonie, IEPF.
36. Servant, J.C., 2002 : « Offensive sur l'or noir africain », Monde diplomatique.
37. ROUAT, Sylvie (2005) : Un nouvel âge d'or pour le pétrole ? - Sciences et avenir, 696, février 2005.- pp.70-77
38. Small, Kenneth A. et Kurt Van Dender, 2007: « Fuel Efficiency and Motor Vehicle Travel: The Declining Rebound Effect », Working Paper 05-06-03, Département de l'économie, Université de Californie, <http://www.economics.uci.edu.pdf>.
39. Les notes thématiques : Pétrole et transport aérien : une dépendance coûteuse, Direction des Affaires Stratégiques et Techniques, n° 1, août 2005.
40. Small, Kenneth A. et Kurt Van Dender, 2007: « Fuel Efficiency and Motor Vehicle Travel: The Declining Rebound Effect », Working Paper 05-06-03, Département de l'économie, Université de Californie, <http://www.economics.uci.edu.pdf>.
41. Les notes thématiques : Pétrole et transport aérien : une dépendance coûteuse, Direction des Affaires Stratégiques et Techniques, n° 1, août 2005.