

Écosystèmes et chaînes de valeur pour les carburants de demain

Séminaire du 18 juin 2018

Compte-rendu

Table des matières

1. Introduction.....	3
2. Transformations envisagées - Réglementation	3
3. Le transport aérien	4
4. Le transport maritime.....	5
5. Adaptation des schémas de raffinage.....	5
6. Perspectives d'avenir	6
7. Conclusion.....	7

1. Introduction

Le Séminaire clôturait le cycle de réunions 2017-2018 du Groupe IDées « Quels carburants pour demain ? ». Le but visé était d'effectuer une synthèse des réunions précédentes, de réunir les points de vue des principaux acteurs concernés et de préparer le cycle de réunions 2018-2019.

Les présentations des différents intervenants sont disponibles sur le site de la Fondation Tuck.

Les réunions précédentes ont permis de faire le point sur trois questions majeures :

- L'avenir du Diesel : on observe une baisse des ventes de motorisation Diesel (annonce de Toyota puis Nissan d'un arrêt de la commercialisation de véhicules Diesel en Europe), certaines villes comme Hambourg se ferment au Diesel, mais les transformations prendront du temps. Les solutions alternatives et notamment la motorisation électrique posent encore de sérieux problèmes, notamment de disponibilité des matières premières (l'ouverture de nouvelles mines au Chili pourrait néanmoins contribuer à faire baisser les prix du lithium).
- Utilisation de GNV ou de GNL pour les véhicules lourds. Le GNV devient économiquement attractif à partir de 80 000 kms par an, le GNL à partir de 140 000 kms par an. Dans ces conditions, le GNV est bien adapté aux marchés PL et VUL à l'échelle urbaine et régionale, tandis que l'utilisation du GNL peut être envisagée pour le transport à grande distance suivant les principaux axes routiers.
- L'utilisation de l'hydrogène comme carburant suscite un regain d'intérêt, qui s'est traduit par la création le 18 janvier 2017 de l'*Hydrogen Council* réunissant 13 leaders industriels mondiaux. En France le programme Hype a mis en place une flotte de taxis à hydrogène à Paris. Cette flotte qui comprend 75 véhicules début 2018 devrait passer à 600 véhicules d'ici fin 2020.
Toutefois l'hydrogène est actuellement produit principalement par vapo-reformage de gaz naturel, qui produit environ 10 kg de CO₂ par kg d'hydrogène. Pour produire de l'hydrogène de façon compétitive par électrolyse, en utilisant de l'électricité décarbonée, il faudrait diviser les coûts par un facteur 3.

2. Transformations envisagées - Réglementation

Les besoins de mobilité augmentent constamment dans le monde. Dans le cas du transport terrestre, cette progression s'explique principalement par l'évolution démographique et l'augmentation de la distance moyenne parcourue par jour et personne dans le monde. Celle-ci qui était de l'ordre de 6 km en 1950 dépasse à présent 20 km.

Le trafic aérien connaît une véritable explosion et pourrait doubler, voire tripler dans les vingt ans à venir, en passant de moins de 4 milliards de passagers an en 2016 à 8-12 milliards en 2036.

Le transport maritime connaît également une progression rapide, en raison notamment de

l'accroissement du fret maritime, qui est passé de 7 millions de tonnes.an en 2005 à 11 millions de tonnes.an en 2015.

Cette progression de la mobilité implique une consommation accrue de carburants. Les carburants sont actuellement issus en quasi-totalité du pétrole, ce qui pose un certain nombre de problèmes :

- Disponibilité : la crainte du peak-oil qui était souvent évoqué il y a dix à quinze ans s'est éloignée avec le développement des hydrocarbures de roche-mère. L'idée que la production de pétrole pourrait plafonner dans les années à venir en suivant un plateau prolongé est néanmoins largement admise.
- Pollution locale : celle-ci a été fortement réduite mais pose encore des problèmes, ce qui a conduit notamment à une limitation des véhicules Diesel.
- Pollution globale en raison des émissions de CO₂ et de la contribution significative des transports aux émissions de gaz à effet de serre.

Pour toutes ces raisons un certain nombre d'options alternatives sont envisagées : GNV, GNL, biocarburants, carburants de synthèse à base de carbone recyclé, hydrogène.

En France, la stratégie nationale bas-carbone vise la neutralité carbone en 2050, ce qui va nécessiter l'utilisation de puits de carbone (CCS, production de biomasse.). Cet objectif implique une décarbonation complète du secteur des transports terrestres et fluviaux, soit par passage à des motorisations électriques, voire hydrogène, soit par passage au biocarburant et au biogaz. Il demande aussi l'incorporation de biocarburants dans le transport aérien. Il est également prévu de réduire la consommation (vers 2 l/100 km pour les VP et 21 l/1000 km pour les VL) et de favoriser le report modal.

Un plan hydrogène a été lancé, avec comme objectifs la décarbonation de l'hydrogène industriel, le développement de la mobilité hydrogène (100 stations, 5000 VUL, 200 VL) et un fond de 100 M € dès 2019 pour déployer la filière.

La loi d'orientation des mobilités vise à multiplier par 5 les ventes de véhicules électriques en 2022 par rapport à 2017, à favoriser le renouvellement de certaines flottes spécifiques, à développer les infrastructures de recharge électrique et de carburants alternatifs et à implanter des zones à faibles émissions pour les agglomérations de plus de 100 000 habitants. L'usage du vélo va être fortement encouragé.

L'harmonisation de ces objectifs avec ceux qui sont visés au niveau européen n'est pas achevée. La directive de 2009 sur les Énergies Renouvelables est en cours de révision. Il reste à s'accorder précisément sur certains termes tels que la notion de « véhicule propre » et la façon d'intégrer les ACV dans les bilans carbone, notamment dans le cas de la mobilité électrique.

3. Le transport aérien

Le transport aérien s'est donné comme objectif d'aboutir à une forte réduction des émissions de CO₂, par étapes successives. En 2010 a été lancé un programme visant un gain de 1,5% d'efficacité fuel par an par l'introduction de nouvelles technologies. Une stabilisation des émissions est prévue pour 2020, avec une volonté de les diviser par 2 d'ici 2050.

Une nouvelles génération de moteurs permet de faire baisser de 15% la consommation de carburant et de CO₂, de 50% les émissions de NO_x ainsi que le niveau de bruit. Des options alternatives sont également étudiées pour réduire la consommation de carburant en phase de roulage au sol (moteurs électriques et piles à combustibles).

En 2016 a été mis en place le programme CORSIA, basé sur un marché de compensation carbone. Ce programme est engagé sur une base volontaire, mais il serait imposé à partir de 2027. Un opérateur utilisant des carburants durables pourrait demander une baisse du montant de compensation de ses émissions.

L'incorporation d'une fraction de biocarburant (biojet) nécessite d'adapter la logistique, de pouvoir certifier le mélange et de pouvoir disposer d'un site de mélange. À terme, il faut parvenir à la banalisation complète du biojet. La principale difficulté est d'ordre économique, le prix du biojet étant environ deux fois à trois fois supérieur à celui du kérosène ex-pétrole (entre 1200 et 2000 \$/t, à comparer à 596 \$ /t pour du kérosène à partir de pétrole à 80 \$/b). Actuellement, aucun mécanisme économique ne permet de combler la différence, qui aura un impact significatif sur le prix du billet d'avion.

4. Le transport maritime

La demande de combustible bunker pour le transport maritime se situe pour 40% en Asie et pour 22% en Europe.

Les spécifications visant à réduire la pollution se sont considérablement durcies et la teneur maximale en soufre de 3,5 % qui était admise jusqu'à présent devrait passer à 0,5% dans le monde entier d'ici 2020. Une solution de transition va consister à équiper les navires de scrubbers de lavage pour permettre une utilisation de fuel à 3,5% S.

À plus long terme, la solution visée consiste à utiliser comme carburant du GNL approvisionné par citernes. L'utilisation de GNL devrait permettre de réduire de 15% les émissions de CO₂, de 80% les émissions de NO_x et de 99% les émissions de soufre.

Une telle option va être mise en œuvre par la compagnie Brittany Ferries en utilisant du GNL transporté depuis le terminal GNL de Dunkerque.

En termes économiques, on observe peu de différences (CAPEX et OPEX) par rapport à l'option MGO (Marine Gas Oil) et à l'option scrubber, mais l'utilisation de GNL permet une réduction sensible des émissions de polluants.

Brittany Ferries va mettre en place une procédure mécanique de chargement des containers de GNL qui permettra de les manipuler en toute sécurité et de faciliter l'utilisation de GNL.

5. Adaptation des schémas de raffinage

Les schémas de raffinage doivent s'adapter à de nouvelles exigences : réduction de la pollution de l'air, transition énergétique, limitation du réchauffement climatique et meilleure qualité de vie.

La teneur maximale en soufre dans l'essence est à présent de 10 ppm presque partout dans le monde. En Inde où elle était de 50 ppm, elle va passer à 10 ppm en 2020.

La limitation de la teneur en soufre favorise les bruts peu soufrés. Des investissements importants sont nécessaires pour convertir et désulfurer les fractions fuel à haute teneur en soufre. Différents procédés sont disponibles qui permettent d'obtenir des niveaux de conversion variables suivant le CAPEX consenti.

Sur les fractions les plus lourdes (résidu sous vide), on peut recourir à un désasphaltage suivi d'une étape d'hydrocraquage sur la fraction désasphaltée. Outre les investissements à engager, il faut prévoir la fourniture d'hydrogène et l'évacuation du soufre.

La transition énergétique implique un développement des filières biocarburants qui s'orientent à présent vers les biocarburants de seconde génération produits à partir de biomasse lignocellulosique. L'éthanol obtenu peut être incorporé dans le pool carburant. Il peut être également utilisé comme base pétrochimique pour produire des oléfines (éthylène, butadiène).

Une part croissante des hydrocarbures sera par ailleurs orientée vers la production de grands intermédiaires (oléfines, aromatiques) pour la pétrochimie, avec des niveaux de croissance des produits pétrochimiques de 4% par an à comparer avec un taux de croissance de la demande pétrolière de 1,2% par an..

6. Perspectives d'avenir

Les prévisions de consommation au niveau mondial des hydrocarbures liquides à l'horizon 2040 sont particulièrement difficiles à établir en raison d'une forte divergence entre les scénarios tendanciels et les scénarios normatifs, visant à respecter la limite de 2°C d'élévation de la température moyenne.

On peut toutefois tabler sur une demande croissante en Asie, Afrique et Amérique Latine et sur un déclin en Amérique du Nord et en Europe.

Les perspectives de croissance des biocarburants deviennent stables (+ 3,5 MBDOE d'ici 2040). Les perspectives 2040 de production de LTO (hydrocarbures de roche-mère) sont par ailleurs en progression constante et se situent à 8-9 MBDOE dans les scénarios médians, mais avec un niveau d'incertitude à long terme important. Par contre les perspectives de production de bruts extra-lourds sont en baisse et les perspectives GTL + CTL s'effondrent.

Le développement futur de la mobilité électrique fait l'objet d'un consensus, mais avec de très grandes divergences selon les scénarios. Le vecteur hydrogène, clé de voute pour Greenpeace est jugé trop marginal par l'AIE pour entrer dans les prévisions.

La demande de mobilité augmente plus rapidement que la demande globale d'énergie. Dans le cas de l'automobile cet écart de croissance peut être compensé par les gains d'efficacité et la sobriété d'une part l'électrification et les biocarburants d'autre part. Dans le cas de l'aviation, la croissance est largement supérieure à celle du PIB et l'écart de croissance entre mobilité et demande énergétique mondiale sera beaucoup plus difficile à combler.

Le gaz naturel (GNV) soit sous forme de gaz naturel comprimé à 200 bars (CNG) soit sous forme de GNL peut être envisagé comme alternative au Diesel. L'incorporation de bio-méthane devrait permettre d'améliorer le bilan carbone.

Le véhicule électrique va poser le problème d'une infrastructure de recharge adaptée. La plus grande partie des recharges pourra être assurée au domicile ou sur le lieu de travail, mais il faudra prévoir des bornes de recharge rapide pouvant assurer une autonomie de 100 km avec des temps de recharge de 9 à 1 mn ou de 240-330 km avec des temps de recharge de 30 mn). Ceci implique des puissances de 150 ou même 300 kW qui nécessitent des infrastructures conséquentes ainsi qu'un certain nombre de précautions.

L'hydrogène permet d'obtenir une autonomie de 400 km avec un remplissage en 4 mn, mais l'investissement à consentir reste très élevé (78 500 € pour une Toyota Miral, à comparer à 22 400 € pour une Renault Zoe).

7. Conclusion

Dans un contexte incertain et changeant, l'industrie est soumise à de fortes contraintes. Il est donc nécessaire de poursuivre la réflexion, afin de pouvoir :

- Anticiper les besoins et les contraintes, en évitant de se focaliser uniquement sur l'Europe et les États-Unis. Très clairement, les principaux marchés de demain se situent en Asie, Amérique latine et en Afrique.
- Examiner l'ensemble des voies d'innovation possibles sans préjugés, avec l'idée que dans l'avenir des solutions diverses pourront être appliquées dans le monde.
- Prendre en compte l'ensemble des facteurs techniques, économiques et sociaux.

Il est indispensable de ne pas négliger le facteur temps, car celui-ci joue un rôle très important dans les domaines de l'énergie et du transport. De ce fait, toute réflexion prospective doit veiller à le prendre en compte correctement, tout en examinant l'ensemble des facteurs susceptibles d'accélérer les transformations visées.

Il faudra que les nouveaux ingénieurs s'adaptent à une situation changeante et complexe. Pour cette raison, IFP School vise à attribuer une part plus importante de son enseignement à la mobilité électrique et connectée.

Afin de faire progresser la réflexion, il est prévu de poursuivre en 2018-2019 les réunions du Groupe « Quels carburants pour les transports de demain », afin de clarifier les enjeux et les perspectives qui concernent les carburants, en réunissant l'ensemble des acteurs concernés et afin de mener une réflexion pluridisciplinaire aussi objective que possible.

Le cycle 2018-2019 va porter sur les questions liées à la **production des carburants** et en particulier des carburants alternatifs. Le premier thème exploré va concerner l'hydrogène, en raison de l'ensemble des initiatives en cours (*Hydrogen Council*, plan Hydrogène en France).

La première réunion est prévue le **lundi 8 octobre 2018**.

Elle comprendra notamment une présentation de la feuille de route *Hydrogen Council* concernant la production industrielle de l'hydrogène par Pierre-Etienne Franc (Air Liquide)