

Les défis des substituts aux produits pétroliers « classiques »

A quoi servent les produits pétroliers ? De façon très prédominante à l'activité de transport (53 % de la consommation mondiale en 2009, d'après l'AIE), mais aussi, significativement, comme matière première pour la chimie et, de façon beaucoup plus limitée, pour produire de la chaleur et de l'électricité. Mais alors que dans le cas du transport il n'y a aujourd'hui pratiquement pas de substitut qui puisse concurrencer le pétrole sur une grande échelle, dans les deux autres cas, de nombreux substituts sont déjà possibles. Nous limiterons donc notre analyse au cas du transport.

Par Claude MANDIL*

Pourquoi s'intéresser aux substituts aux produits pétroliers ? Pour au moins deux raisons : sécurité d'approvisionnement et lutte contre le changement climatique. La première nous suggère de diversifier nos approvisionnements, de crainte de dépendre trop exclusivement de sources qui viendraient à se tarir progressivement ou subitement, pour quelque raison que ce soit. La seconde exige que nous limitions nos émissions de CO₂ dans l'atmosphère.

Quels sont ces substituts possibles, dans l'état actuel des connaissances scientifiques ?

D'abord, les hydrocarbures liquides produits à partir d'autre chose que du pétrole brut « classique ». Les possibilités théoriques sont nombreuses : on peut partir de pétrole non conventionnel, comme les pétroles extra-lourds de l'Orénoque, ou les gisements sous très grande profondeur d'eau, ou encore ceux situés sous une banquise ; on peut aussi partir des sables bitumineux, particulièrement abondants dans la province canadienne de l'Alberta et déjà exploités, ou de schistes bitumineux, ces hydrocarbures qui sont encore dans une roche-mère et dont la maturation est incomplète (leur exploitation n'est pas encore rentable).

On peut produire ces hydrocarbures de façon synthétique, par une réaction dite « de Fischer-Tropsch », à partir de gaz (*Gas-to-liquids*, ou GTL), de charbon (*Coal-to-liquids*, ou CTL), ou de biomasse (BTL). On peut aussi mélanger ces différentes sources, pour lesquelles il existe un grand *continuum*, avec des frontières ténues et mouvantes (un pétrole non conventionnel aujourd'hui sera peut-être conventionnel demain, cela s'est passé pour l'*offshore*). Au passage, cette diversité dans la production des hydrocarbures relativise, ô combien, l'angoisse millénariste créée par la perspective d'épuisement des ressources géologiques, la fameuse théorie dite du « *Peak Oil* ».

Ensuite, les hydrocarbures gazeux, comme le GPL (gaz de pétrole liquide) ou le GNV (gaz naturel véhicule). Le pre-

mier n'apporte pas vraiment une diversification, puisque c'est un coproduit du raffinage du pétrole brut. Le second est utilisé dans certains pays, surtout pour des flottes captives.

Autre possibilité, l'électricité, elle-même produite de façons très diverses : charbon, gaz, nucléaire, hydraulique, éolien, solaire, biomasse, et même... pétrole.

On peut aussi penser à l'hydrogène, lui-même produit, comme l'électricité, de manières très diverses, et en gros à partir des mêmes sources d'énergie primaire.

Quels sont les paramètres qui doivent être analysés pour y voir plus clair ?

- ✓ La pertinence par rapport aux grands objectifs mentionnés plus haut : ces substituts contribuent-ils réellement à l'amélioration de la sécurité d'approvisionnement et à la lutte contre l'effet de serre ? La réponse à ces questions est infiniment plus compliquée qu'il n'y paraît.
- ✓ La facilité d'utilisation. Les grands gagnants sont les liquides (rien de tel qu'un liquide pour remplir le réservoir d'énergie d'un véhicule) et, à un moindre degré, l'électricité.
- ✓ La possibilité d'une introduction progressive sur le marché. Encore un avantage décisif pour les liquides, car on n'est pas obligé de changer la chaîne de distribution : nos stations-services, avec leurs pompes traditionnelles, font parfaitement l'affaire. D'ailleurs, dès à présent, nous consommons tous sans le savoir des agro-carburants (mélangés avec les produits pétroliers).
- ✓ Les coûts actuels et les coûts projetés, avec une prévision raisonnable d'amélioration, due au progrès technique.
- ✓ Le coût des externalités (c'est-à-dire des avantages et des inconvénients de tous ordres), lorsque celles-ci sont quantifiables.

✓ Une analyse qualitative des externalités non quantifiables (la faim dans le monde...).

Reprenons ces diverses questions un peu plus en détail.

Sécurité d'approvisionnement

L'idée s'est répandue dans les opinions publiques et dans la classe politique que pour assurer un approvisionnement sûr en énergie, il faut tendre vers l'indépendance énergétique. L'énergie importée, voilà l'ennemi ! Cette idée est à la fois absurde, fautive et piégée. Absurde, car elle est complètement hors d'atteinte pour la plupart des grands pays industriels. Fautive, car il suffit de penser aux grandes interruptions de fourniture récentes (qu'il s'agisse de pétrole, de gaz ou d'électricité) pour remarquer que la plupart ont eu une origine non pas extérieure, mais intérieure : un accident, une catastrophe naturelle, une grève ; l'énergie importée n'est pas moins sûre que l'énergie nationale. Piégée, car sait-on réellement ce qui est national et ce qui est importé ? Quoi de plus local qu'une éolienne ? Pourtant, ses aimants permanents nécessitent l'utilisation de terres rares, dont 95 % de la production mondiale sont réalisées en Chine.

Cela ne veut pas dire qu'il ne faille pas se préoccuper de sécurité d'approvisionnement (en se souvenant que celle-ci passe d'abord par moins de consommation, donc plus d'efficacité énergétique), mais que le critère de cette sécurité est autre : en réalité, ce qu'il faut rechercher, c'est la diversité. Diversité des sources, des routes de transport, des pays d'origine, des technologies, des entreprises. En somme, nous ne devons pas mettre tous nos œufs dans le même panier. De ce point de vue, les hydrocarbures non conventionnels, et en particulier les agro-carburants, constituent un progrès réel et bienvenu, puisqu'ils permettent de disposer de carburants sans passer par le pétrole brut.

Le problème, pour notre analyse, est que ces notions sont très difficilement quantifiables : quelle est la valeur de « l'externalité sécurité d'approvisionnement » ? La réponse n'est pas plus simple à donner que dans le cas de la sécurité militaire !

Changement climatique

Si nous tenons pour acquises les conclusions du Groupement international pour l'étude du climat, le GIEC (IPCC, en anglais), l'objectif est clair et pressant : il faut réduire massivement les émissions de gaz à effet de serre. Plus précisément, le GIEC nous dit que si l'humanité veut, avec une bonne probabilité, limiter la hausse des températures moyennes à long terme à 2 °C, il lui faut diviser par cinq d'ici à 2050 ses émissions de gaz à effet de serre, par rapport à l'évolution en tendance. C'est un défi gigantesque, qui montre à l'évidence que nous aurons besoin simultanément de tous les moyens à notre disposition : il faudra plus d'efficacité énergétique, plus de renouvelables, plus de nucléaire, et plus de capture et de séquestration du CO₂ chaque fois qu'un usage centralisé des énergies

fossiles (gaz plutôt que charbon, si possible) restera nécessaire. Les énergies de substitution contribuent-elles à l'atteinte de cet objectif ? On ne peut répondre à cette question que si l'on sait évaluer les émissions avec précision, et sur l'ensemble de la chaîne industrielle concernée par une énergie particulière. Cela a l'air simple : ce ne l'est pas du tout. Voici quelques exemples.

✓ La voiture électrique : tout dépend de la façon dont l'électricité est produite. Si c'est à partir de nucléaire, d'hydraulique ou d'éolien, le véhicule électrique, assurément, ne contribue pas à l'effet de serre ; si l'électricité est produite à partir de charbon, c'est une toute autre histoire, sauf si le CO₂ est capturé et séquestré. Pas de problème en France, direz-vous, puisque 95 % de l'électricité qui y est produite l'est sans émission. En sommes-nous sûrs ? Pouvons-nous fonder notre raisonnement en ne prenant en compte que la production française, alors que, du fait de la création du marché intérieur de l'électricité en Europe, le kWh marginal est, de plus en plus, ... le charbon allemand ?

✓ L'hydrogène : le raisonnement est le même que pour l'électricité, mais il est aggravé par le fait (trop souvent oublié) que l'électrolyse de l'eau est en soi une réaction à rendement très faible : il faut dépenser cinq fois plus d'énergie (sous forme électrique) que celle que l'on retrouvera (sous forme chimique) dans l'hydrogène.

✓ Les agro-carburants : certes, le carbone émis lors de leur combustion est du carbone recyclé, qui ne compte donc pas dans le bilan en gaz à effet de serre. Mais attention : il ne faut pas oublier les émissions dues à leur fabrication (qui a souvent recours aux énergies fossiles) et, plus encore, celles dues à l'utilisation du sol et à son changement d'affectation ; le défrichage, le labourage, l'utilisation de fertilisants ou de pesticides peuvent aboutir à des surcroûts d'émissions redoutables. Le bilan « effet de serre » de certains agro-carburants peut même devenir négatif !

Facilité d'utilisation et possibilité d'une introduction progressive

L'idéal est de pouvoir utiliser sans investissement significatif le réseau de stations-services existant et de pouvoir faire un « plein » en moins de cinq minutes. Avantage décisif aux carburants liquides : une pompe de nos stations délivre une quantité d'énergie par unité de temps (et donc, une puissance) d'une vingtaine de MW. On comprend mieux pourquoi la recharge d'une batterie de véhicule électrique avec nos prises de 6 kW prend du temps et pourquoi les constructeurs s'intéressent à d'autres solutions, comme l'échange des batteries. On comprend mieux aussi pourquoi l'utilisation de carburants gazeux (GPL, GNV) est restée confidentielle, sauf dans le cas de flottes utilitaires captives. L'hydrogène cumule tous les handicaps : c'est un gaz, ce gaz est dangereux à manier et à stocker, et son bilan en gaz à effet de serre est généralement désastreux. Sa mode, fort heureusement, est passée aussi vite qu'elle était venue, en tout cas pour un usage dans les transports.

En revanche, l'électricité est naturellement une énergie de choix dès lors qu'elle peut être livrée en continu, ce qui est le cas du transport ferroviaire.

Un coût direct (c'est-à-dire avant prise en compte des externalités) acceptable

On aurait pu espérer que ce critère ne donne pas lieu à débat ou à polémique. Hélas, il n'en est rien. Notons d'abord deux erreurs très communes. L'une consiste à oublier la fiscalité : comparer le prix d'un carburant classique à la pompe (taxes comprises) à celui d'un agro-carburant *vendu hors taxes*, c'est négliger la subvention d'environ un euro par litre dont bénéficie de ce fait le second cité. L'autre erreur est le résultat d'une extrapolation hardie des « courbes d'apprentissage » : tel matériel est certes aujourd'hui beaucoup trop cher, mais il deviendrait compétitif dès lors qu'il serait produit en grande série. On a vu les limites du raisonnement dans le cas du photovoltaïque : ce n'est pas le déploiement massif de panneaux avec les technologies actuelles qui provoque la plus forte baisse des coûts, mais bien, surtout, l'obtention de panneaux bénéficiant de ruptures technologiques, qui sont le résultat d'un effort de recherche et non pas d'un déploiement. Un raisonnement semblable était exprimé à propos de la filière hydrogène-pile à combustible. On a su s'arrêter à temps, au constat que le coût par kW d'une pile à combustible était cinquante fois plus élevé que celui d'un moteur diesel. Il n'y a, à ce compte-là, plus aucune courbe d'apprentissage qui tienne !

D'autres débats perturbent l'analyse des coûts. Notons en particulier la question de savoir si les coûts destinés à intervenir dans un futur lointain sont correctement évalués et pris en compte sans biais. On reconnaîtra là un débat, très sérieux celui-là, sur la gestion des déchets nucléaires, le coût de démantèlement des centrales et l'utilisation des taux d'actualisation, quand le futur ne concerne pas ma propre génération, mais celles qui la suivront.

Le coût des externalités quantifiables

Il s'agit principalement des émissions de gaz à effet de serre. Dans son principe, l'Europe a apporté une réponse en créant un mécanisme de marché pour attribuer un prix aux émissions de gaz à effet de serre. Dire que ce mécanisme est gravement imparfait est une vérité d'évidence, qui ne devrait toutefois pas nous inciter à jeter le bébé avec l'eau du bain : il vaut mieux corriger et améliorer ce système que l'abandonner. Mais tant qu'il ne couvrira qu'une petite fraction des émissions et, surtout, tant que le cours ne sera pas stabilisé, il restera très hasardeux de quantifier sérieusement l'externalité correspondante. C'est dire l'intérêt des idées visant à stabiliser ce cours : ce peut être une taxe, couplée ou non avec le mécanisme des permis d'émission, ou l'instauration d'un prix plancher, comme le propose le gouvernement britannique, ou encore la création d'un institut d'émission intervenant

sur le marché des permis pour en maintenir le cours à l'intérieur d'une fourchette (proposition d'une banque allemande).

La prise en compte des externalités non quantifiables

Elles sont légion. La première est la sécurité d'approvisionnement, dont on a déjà dit qu'il s'agissait d'un motif essentiel de l'intérêt porté aux énergies de substitution, et que le paramètre le plus représentatif en est la diversité. Comment quantifie-t-on la diversité ? Certes des techniques statistiques existent, qui permettent d'attribuer un indice de diversité à un ensemble d'acteurs ; mais si ces techniques permettent sans doute de comparer des situations entre elles, elles ne permettent en aucun cas de donner une valeur monétaire à la diversité ; cela serait pourtant indispensable pour savoir combien d'argent il serait légitime de dépenser en plus pour diversifier son approvisionnement, ou combien de CO₂ on devrait pouvoir être autorisé à émettre en contrepartie d'une meilleure diversification. Mais d'autres externalités sont tout aussi impropres à l'évaluation : comment apprécier de combien le développement de mille hectares supplémentaires de maïs destiné aux agro-carburants va augmenter le prix des denrées agricoles destinées à l'alimentation humaine et accroître, de ce fait, la faim dans le monde ? Et même si cette évaluation est possible, comment lui accorder une valeur monétaire permettant de la comparer aux autres paramètres de choix ? Quel est le coût en perte de biodiversité qu'il faut affecter au défrichement d'un hectare de forêt amazonienne ?

On le voit, prendre des décisions dans le domaine des énergies de substitution pour le transport est un exercice ardu, pour lequel les méthodologies d'analyse et les outils d'aide à la décision sont particulièrement insuffisants. Pour autant, on ne saurait blâmer les responsables politiques de prendre des décisions, même s'ils ne sont pas certains que ce soient les bonnes. En revanche, il est permis de leur recommander de prendre certaines précautions qui, le lecteur l'aura deviné, font souvent appel au bon sens :

- ✓ Se méfier des généralisations. Chaque projet est un cas particulier, particulièrement dans le domaine des agro-carburants, et prétendre que tel type de culture conduit automatiquement à de meilleurs résultats que tel autre peut conduire à de graves mécomptes si l'on ne prend pas en considération l'usage préalable du sol, le rôle des engrais et des pesticides, les besoins en eau spécifiques à un projet déterminé. Chaque projet doit être étudié pour lui-même. De même, ce n'est pas parce que le photovoltaïque est bien adapté dans le sud de l'Espagne, où il se rapproche de la compétitivité, qu'il doit être favorisé en Allemagne. Personne n'aurait l'idée de vouloir, à grands coups (et à grands coûts...) de tarifs de rachat, faire des Pays-Bas un champion mondial de l'énergie hydro-électrique à l'égal de la Suisse !
- ✓ Quantifier tout ce qui peut l'être et ce, toutes choses égales par ailleurs, commencer par les solutions les

moins coûteuses, tant il est vrai que c'est ainsi que l'on pourra aller le plus loin dans l'atteinte des objectifs. C'est une des choses que le marché sait bien faire, car il a été conçu pour cela, et c'est pourquoi les mécanismes de marché doivent être préférés quand c'est possible. On le fera sans naïveté, c'est-à-dire sans oublier que les marchés peuvent être très imparfaits.

- ✓ Se méfier des subventions récurrentes : elles peuvent masquer des décisions extrêmement coûteuses pour les finances publiques. Si l'avenir d'une technologie paraît prometteur à ses promoteurs, il est préférable de les aider à développer cette technologie par des aides à la recherche que de procéder prématurément à un

déploiement coûteux, qui risque au contraire de bloquer le progrès en permettant à des solutions dépassées de se maintenir sur le marché.

- ✓ Et puisqu'il s'agit de bon sens, expliquer, sans relâche, à l'opinion publique les raisons des choix qui sont faits, et avoir le courage de lui dire qu'une énergie propre, sûre, non radioactive, nationale, mais installée « ailleurs », et de surcroît bon marché, n'existe que dans le Royaume d'Utopie.

Note

* Ancien directeur exécutif de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE).