

|                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Introduction</b> ..... | 9 |
|---------------------------|---|

## **L'après-pétrole**

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| « Les biocarburants sont la seule réponse<br>crédible au pic pétrolier. » .....                              | 15 |
| « Produire ses propres biocarburants, c'est accroître<br>sa sécurité d'approvisionnement en énergie. » ..... | 23 |
| « Rouler avec des biocarburants nécessite<br>un moteur spécial. » .....                                      | 31 |

## **Un enjeu environnemental**

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| « Rouler aux biocarburants permet<br>de réduire l'effet de serre. » .....   | 39 |
| « On coupe la forêt amazonienne<br>pour produire des biocarburants. » ..... | 47 |
| « En Europe, les biocarburants<br>ne détruisent pas la forêt. » .....       | 53 |
| « Les biocarburants consomment<br>beaucoup d'eau. » .....                   | 59 |

## **Une nouvelle donne agricole et économique**

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| « Les biocarburants contribuent<br>à la faim dans le monde. » .....                                        | 67 |
| « Il n'y a pas assez de terres agricoles pour<br>produire des biocarburants et nourrir la planète. » ..... | 75 |

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| « Les biocarburants aident au développement<br>agricole dans les pays pauvres. » ..... | 83 |
| « Les biocarburants coûtent cher. » .....                                              | 91 |

## **Une technologie du futur ?**

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| « Dans 20 ou 30 ans, on n'utilisera plus<br>de biocarburants. » .....              | 99  |
| « La deuxième génération résoudra<br>tous les problèmes des biocarburants. » ..... | 105 |
| « Les biocarburants du futur<br>pousseront dans le désert. » .....                 | 113 |

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>Conclusion</b> ..... | 119 |
|-------------------------|-----|

## **Annexes**

|                                   |     |
|-----------------------------------|-----|
| <i>Pour aller plus loin</i> ..... | 123 |
|-----------------------------------|-----|

## **« Rouler avec des biocarburants nécessite un moteur spécial. »**

*Nos moteurs actuels ne toléreraient pas les biocarburants à haute dose de façon optimale, c'est pourquoi il faudrait les modifier ou même changer de voiture pour se convertir aux carburants vert.*

*L'Express, septembre 2006*

La majorité des biocarburants sont constitués de molécules distinctes de celles des carburants classiques comme l'essence ou le gazole, et qui ont des propriétés chimiques différentes. Rouler en mettant de l'huile de friture ou de l'éthanol « maison » dans son réservoir est une expérience quelque peu risquée, et le consommateur peut se demander quelle est la compatibilité de sa voiture avec ces nouveaux types de carburants. Ne risque-t-elle pas de tomber en panne ou de se mettre à cracher des fumées noires ?

Au Brésil, dans les stations services, on trouve deux types de pompes : l'une pour l'essence classique, et l'autre pour le bioéthanol, qui est produit à partir de canne à sucre. Des millions de brésiliens peuvent choisir entre ces deux types de carburants, en fonction du prix. Lorsque l'essence est plus chère que le bioéthanol, ils privilégient ce dernier, et inversement. Ce choix est possible parce qu'un grand nombre de brésiliens possèdent des véhicules dits « flex fuels », qui peuvent accepter aussi bien l'essence que l'éthanol, et ce dans n'importe quelles proportions. Ces voitures sont équipées d'un capteur électronique, qui permet de détecter la composition du mélange

entre éthanol et essence. En fonction des proportions respectives des deux carburants, le système d'injection et l'allumage sont ajustés, permettant à la voiture de fonctionner de manière optimale.

Cette technologie est relativement récente. Alors que l'éthanol de canne à sucre a été encouragé par le gouvernement brésilien depuis les années 1970 (il fallait alors une voiture conçue spécialement pour rouler au bioéthanol), ce n'est que dans les années 1990 que les constructeurs ont lancé ces nouveaux modèles, qui ont l'avantage de ne pas coûter plus cher que les modèles traditionnels (une centaine d'euros de différence tout au plus). Aujourd'hui, la quasi-totalité des voitures neuves vendues au Brésil sont « flex fuel », et toutes les grandes marques automobiles possèdent leur modèle – même si pour l'instant, étant donné le parc existant, ces véhicules ne représentent que 15 % de l'ensemble des voitures en circulation.

Dans le reste du monde, la technologie « flex fuel » est relativement anecdotique pour l'instant, à part quelques développements aux États-Unis et en Suède. De nombreux pays – dont un grand nombre de pays européens – ont choisi de mélanger de l'éthanol à l'essence en petite quantité (moins de 10 %), le mélange résultant pouvant être utilisé dans des véhicules sans adaptation particulière. Une autre manière d'utiliser l'éthanol est de le combiner à une autre molécule chimique (l'isobutène) pour former ce qu'on appelle l'ETBE (Ethyl tertio butyl ether). Ce composé a l'avantage d'être plus facile à mélanger à l'essence : on peut l'utiliser en mélange jusqu'à 20 %. Il représente les trois quarts de la consommation d'éthanol en Europe ; en revanche la capacité de production future est liée à la disponibilité en isobutène, un produit du raffinage du pétrole dont la

quantité est limitée (par ailleurs, l'ETBE peut être un polluant pour les nappes phréatiques).

Quels sont les risques lorsqu'on utilise un mélange éthanol/essence avec une voiture classique ? Le premier est pour les composants du véhicule. L'éthanol est en effet plus corrosif que l'essence, et peut abîmer certains types de matériaux comme l'aluminium ou certains plastiques. Par ailleurs, les émissions polluantes peuvent augmenter. La molécule d'éthanol contient des atomes d'oxygène, ce qui favorise les émissions d'oxydes d'azote (NOx), des précurseurs de l'ozone atmosphérique (la cause de nombreux problèmes respiratoires), qui sont régulées en Europe. Ce n'est pas le cas dans les voitures récentes, qui possèdent des capteurs à oxygène permettant d'ajuster les paramètres du moteur et de réduire les émissions. D'autre part, les interactions entre l'éthanol et l'essence peuvent conduire à une évaporation plus importante du carburant, menant à des émissions de ce qu'on appelle les composés organiques volatils, d'autres polluants qui sont cancérigènes et nocifs pour les personnes souffrant d'affections respiratoires.

Les constructeurs de véhicules, notamment en Europe, adaptent les nouveaux modèles mis sur le marché pour qu'ils puissent fonctionner avec un certain pourcentage d'éthanol (en général 10 %). Mais étant donné le nombre de véhicules plus anciens qui ne sont pas forcément compatibles, il faudra un certain temps avant que toutes les voitures à essence puissent accepter de l'éthanol en quantité significative. En attendant, le mieux est pour le consommateur de se renseigner auprès du constructeur pour savoir si son véhicule peut fonctionner avec 5 ou 10 % d'éthanol. Il est également bon de savoir que la plupart des voitures, même neuves, ne sont pas garanties si l'on utilise plus de 10 % d'éthanol.

Prudence donc avant de se lancer dans des expérimentations !

Et les moteurs diesel ? Quand Rudolf Diesel conçut le moteur qui porta son nom à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, il imagina de le faire fonctionner soit avec du pétrole lourd, soit avec des huiles végétales. À l'exposition universelle de Paris en 1900, il alimenta le moteur avec de l'huile de cacahuète, et déclara par la suite que les huiles végétales étaient un carburant d'avenir. Aujourd'hui, les médias relaient régulièrement des histoires de particuliers qui font rouler leur voiture à l'huile, laissant derrière eux une odeur de frite... Et dans certaines îles tropicales, comme Vanuatu ou Samoa, on roule à l'huile de noix de coco.

Premier problème avec les huiles végétales pures : leur température de solidification. Si toutes ne sont pas comme l'huile de noix de coco, qui se solidifie aux alentours de 17°C (les huiles de colza ou de tournesol figent entre -5 et -15°C), leur viscosité à température ambiante est un problème pour les filtres des véhicules, qui peuvent facilement se boucher. Certains ont alors recours à un préchauffage de l'huile pour la fluidifier. Des particules résiduelles, une faible stabilité à l'oxydation et une présence fréquente de microbes complètent le tableau. Quant aux huiles de fritures usagées, elles sont particulièrement acides et peuvent attaquer les composants du véhicule. Les émissions d'un certain nombre de polluants, notamment les particules, sont également beaucoup plus élevées. En France, l'utilisation d'huiles végétales pures est autorisée uniquement dans les tracteurs, les bateaux de pêche, et les véhicules des collectivités non destinés au transport de passagers : il est interdit de rouler avec sa propre production, ou avec de l'huile de friture usagée (récupérée par exemple dans un restaurant).

C'est pour rendre ces huiles végétales plus compatibles avec les moteurs de voiture qu'on les transforme en biodiesel. La technique la plus répandue aujourd'hui consiste à combiner la molécule d'huile (triglycéride) avec du méthanol dans un processus qu'on appelle l'estérification. Le produit obtenu est compatible avec la plupart des moteurs en mélange avec le gazole jusqu'à 5 %, bien que dans certains pays froids on diminue la quantité de biodiesel en hiver pour éviter les problèmes de gel. Au delà de 5 à 7 %, on observe des problèmes de viscosité ou d'oxydation, et parfois une contamination des huiles de lubrification, sauf pour certains véhicules qui sont spécialement conçus pour rouler avec des quantités plus importantes de biodiesel (jusqu'à 100 %). En ce qui concerne les émissions polluantes, on observe une diminution des particules, mais une augmentation des oxydes d'azote. Comme pour l'éthanol, les constructeurs font évoluer les nouveaux véhicules pour qu'ils puissent tolérer des quantités plus importantes de biodiesel tout en respectant les normes techniques et de pollution.

Il existe une autre technique, beaucoup moins répandue aujourd'hui, pour transformer les huiles végétales en biodiesel : il s'agit de l'hydrotraitement, qui consiste à remplacer les atomes d'oxygène de l'huile par des atomes d'hydrogène. On obtient au final un hydrocarbure identique au gazole, mais plus pur : sa combustion est meilleure et les émissions polluantes sont moindres, et par définition il ne pose aucun problème de compatibilité avec les véhicules même anciens.

Si faire fonctionner des voitures aux biocarburants requiert des réglages techniques, on atteint une toute autre dimension quand on s'intéresse à l'aviation. Pas question de tomber en panne à cause d'un filtre

bouché! Les compagnies aériennes s'intéressent depuis un certain temps à l'utilisation de biocarburants, pour remplacer le kérosène. Mais les questions de sécurité sont évidemment au premier plan. Étant donné les altitudes de vol et les températures associées, il est hors de question d'utiliser des biocarburants qui peuvent geler, ou qui contiennent des molécules d'eau. Le biodiesel classique, produit par estérification, est donc à exclure. Des technologies comme l'hydrotraitement, ou les biocarburants de seconde génération, peuvent conduire à de meilleurs résultats. Plusieurs compagnies aériennes ont testé ces solutions sur des vols pilotes, et l'utilisation de biocarburants dans des vols commerciaux pourrait démarrer dans les prochaines années.