

► **LES GRANDES ORIENTATIONS DU RAPPORT**

■ **Le contexte inédit et durable qui caractérise l'avenir devrait engendrer une rupture dans les habitudes actuelles**

- **Il faut faire face simultanément à un choc pétrolier et au réchauffement climatique.**

Le monde doit faire face à un double défi : le renchérissement brutal des énergies fossiles et des matières premières intervenu depuis 2006 et le réchauffement climatique considéré comme une réalité à peu près dans le même temps.

- Les effets du *renchérissement brutal des énergies fossiles* sont connus, puisqu'ils ont pu être constatés de 1974, date du premier choc pétrolier, à 1985, date du contre-choc pétrolier : l'augmentation des prix des carburants induit une diminution globale de la consommation, d'une part grâce à de meilleurs rendements énergétiques des véhicules mis sur le marché, d'autre part du fait d'une utilisation plus raisonnable de ces véhicules. Mais sitôt les prix des carburants en baisse, le comportement des automobilistes se relâche et les constructeurs les poussent, à grands frais de publicité et de communication, à acheter des véhicules offrant des performances de vitesse et d'accélération plus importantes, c'est-à-dire des véhicules consommant davantage mais leur assurant des marges financières plus élevées.

- *Le réchauffement climatique* a cette particularité d'être, pour l'essentiel, combattu avec des moyens comparables à ceux qui sont utilisés en cas de choc pétrolier, mais de nécessiter une action bien plus déterminée et bien plus durable, puisqu'elle ne saurait se traduire par des résultats tangibles qu'après plusieurs décennies d'efforts.

- **Le contexte inédit et durable devrait être de nature à faire changer radicalement le comportement des constructeurs automobiles et des automobilistes.**

Pour peu que les politiques publiques soient déterminées à faire face au nouveau contexte, on peut espérer que les progrès s'accélèrent dans les rendements énergétiques des véhicules comme dans les comportements des automobilistes, mais surtout qu'une rupture intervienne pour mettre fin à la recherche inconsidérée de vitesse maximale et d'accélération, laquelle alimente encore aujourd'hui les fantasmes et les rêves des automobilistes. Au prix de performances maximales proches des limites actuelles de vitesse en Europe (sauf en Allemagne), et dans le respect des règles de sécurité, *des diminutions considérables de consommation seront au rendez-vous pour les nouveaux modèles*. Mais il faudra une quinzaine d'années pour renouveler le parc automobile.

■ **Au niveau mondial, pour être supportable, l'inéluctable croissance du parc automobile devra être compensée par la réduction de la consommation unitaire des véhicules, des émissions polluantes et des rejets de gaz à effet de serre**

- **Les pays émergents sont de plus en plus les moteurs de la croissance du parc automobile mondial.**

On ne peut plus appréhender les grandes lignes d'évolution de l'automobile sans regarder ce qui se passe au-delà des frontières de la France et de l'Europe. Car, si les parcs de véhicules

auront tendance à stagner dans les pays développés, *les pays sous-équipés – notamment les pays émergents de l'Asie – vont connaître un fort développement* : le parc mondial de véhicules pourrait plus que doubler d'ici 2030, passant d'environ 650 millions aujourd'hui à près de 1,4 milliard d'unités. Les ventes annuelles de véhicules neufs sont aujourd'hui de plus de 35 millions dans les pays de l'OCDE et de 15 millions pour le reste du monde. En 2030, elles pourraient atteindre des niveaux respectivement de l'ordre de 45 M/an et 50 M/an. Cette évolution, caractérisée par l'inversion des parcs OCDE / pays émergents, est dominée d'une part par une inertie significative des parcs (rythme de renouvellement des véhicules, pénétration des innovations et des nouvelles technologies...), d'autre part par la saturation des infrastructures, notamment urbaines.

- **Le marché mondial reste segmenté.**

Certes, il n'y a pas, quoi qu'on en dise, de modèle automobile mondial ; les caractéristiques économiques et sociologiques des pays sont trop différentes. Les marchés sont disparates et les constructeurs restent très attentifs aux dominantes locales, en termes de besoin ou de mode. Ainsi en Inde, des modèles économiques se développent pour prendre le relais de petits véhicules « bas de gamme » issus de scooters. La Chine semble s'orienter vers l'adoption des normes européennes ; des parcs de véhicules « low cost » apparaissent. Dans les pays de l'OCDE, l'avenir est plutôt à des véhicules sûrs et confortables, de plus en plus sophistiqués. Tout au plus peut-on dire que l'on tend vers des modèles « régionaux » (au sens des régions géopolitiques) et suggérer que la voiture « mondiale » polyvalente et pour tous n'est pas encore pour demain. Toutefois, on ne peut nier que, d'une part, les innovations technologiques procèdent d'un brassage quasi planétaire d'initiatives, de partenariats, de sous-traitances, de concurrences voire de surenchères, d'autre part que les grands groupes assembleurs d'automobiles recherchent la dimension mondiale dans leurs stratégies d'entreprise ou d'actionnaire.

- **L'avenir sera dominé par deux enjeux majeurs :**

- *Renforcer la sécurité énergétique*

Le transport en général, routier en particulier, est très dépendant des produits pétroliers. En France, le volume de pétrole destiné au transport routier est 40 Mtep sur un total **importé** de 90 Mtep, ce qui représente près de 50% de la facture pétrolière qui atteint aujourd'hui 40 Mds€/an. Cette situation est économiquement préoccupante (déficit commercial) et fragile (risques géopolitiques sur les approvisionnements pétroliers).

- *Réduire les émissions de CO₂ des véhicules*

L'impact environnemental des transports est très élevé, particulièrement dans les pays développés, et en forte croissance. Les transports représentent 13 % des émissions de gaz à effet de serre (GES) dans le monde, avec la plus forte croissance des émissions de CO₂ (progression de 120 % depuis 1970). En Europe, la part de ces dernières était de 22 % en 2005.

En France, parce que la production d'électricité engendre peu d'émissions de CO₂, cette part est encore supérieure (un peu plus du tiers), **ce qui fait du transport routier le secteur émetteur le plus important**. La route conduit à des émissions (2005) de 128,2 MtCO₂ sur un total du secteur transport de 136 MtCO₂, avec un accroissement de + 18 % entre 1990 et 2005. *Les véhicules particuliers émettent un peu plus de la moitié (55 %) des émissions de CO₂ du secteur du transport routier, les véhicules utilitaires légers 18 % et les poids lourds, incluant les autocars et autobus, 27 %.*

Ces deux impératifs conduisent à promouvoir ou dissuader (fiscalité), à inciter (bonus-malus) et à imposer (réglementation) d'une part la **réduction des consommations des véhicules**, d'autre part la **diversification des sources d'énergie**, indépendamment des actions visant spécifiquement, à performances données, la **limitation des émissions atmosphériques**, pour des raisons soit climatiques (CO₂), soit locales (santé publique dans l'hyper-centre des agglomérations urbaines).

■ Le carburant liquide est une source d'énergie bien adaptée à la propulsion des véhicules

La particularité d'un véhicule automobile est d'embarquer une certaine quantité d'énergie permettant d'assurer une autonomie suffisante. Ce stock doit présenter un poids et un encombrement réduits et, lorsqu'il est épuisé, il doit pouvoir être renouvelé facilement dans de bonnes conditions de sécurité et dans un temps très bref.

- **Le carburant liquide à pression atmosphérique et à température ambiante bénéficie d'un avantage considérable.** Il pourra être d'origine pétrolière, mais aussi issu de la biomasse (agro-carburants, transformation de déchets organiques...), du charbon ou du gaz. Il bénéficie également du fait que le parc de stations-service et, de façon plus générale, *les infrastructures nécessaires pour le produire et le distribuer existent*, alors qu'il faudrait investir des centaines de millions d'euros – voire des milliards d'euros en prenant en compte, en amont, la production et le stockage industriels – pour mettre à disposition de l'automobiliste les énergies alternatives. Il permet enfin, dans de bonnes conditions, la fluidité du marché d'occasion des véhicules.

- **Le gaz naturel** pose des problèmes géopolitiques de même nature que ceux posés par le pétrole ; son prix est lié à celui du pétrole. L'avantage que ses promoteurs lui donnent pour compenser une partie de ses handicaps est un meilleur rendement de combustion, ce qui est vrai pour des installations aussi bien fixes que mobiles. Mais *le stockage de gaz à haute pression* dans le véhicule pose des problèmes de sécurité et il faudrait créer des *infrastructures coûteuses* pour alimenter les véhicules. C'est pourquoi le gaz sera utilisé plus avantageusement à poste fixe (pour se substituer à du fioul domestique pour le chauffage des locaux – et libérer ainsi du gazole pour l'automobile –, voire pour produire des combustibles liquides). Il pose davantage de problèmes sur un véhicule que le gaz de pétrole liquéfié (GPL), lequel reste limité à quelques niches. Le gaz naturel peut raisonnablement se développer dans des pays disposant de ressources en gaz importantes et d'outils de raffinage de pétrole insuffisants, ce qui n'est pas le cas de la France.

- **L'air comprimé et l'hydrogène** n'ont vraisemblablement pas d'avenir comme sources d'énergie des automobiles. Par rapport à l'électricité, leur stockage à bord du véhicule ne présente aucun avantage et l'énergie nécessaire pour en disposer serait mieux utilisée directement sous forme d'électricité. *L'hydrogène bénéficie actuellement d'un engouement médiatique qui ne repose sur aucune perspective réaliste d'avenir* : dans le cas d'une utilisation avec pile à combustible – seul mode raisonnablement envisageable – et compte tenu de l'électricité nécessaire pour obtenir l'hydrogène – lequel sera transformé en électricité par la pile à combustible –, le bilan énergétique sur toute la chaîne n'apparaît guère convaincant ; *en outre l'utilisation « grand public » de l'hydrogène soulèverait des problèmes de sécurité insurmontables* ; enfin la fabrication de piles à combustible utilisera toujours des matériaux nobles, rares et donc coûteux, venant inévitablement grever des perspectives économiques sans doute peu favorables.

- **L'électricité** a l'avantage de fournir l'énergie nécessaire à un véhicule *sans engendrer de pollution vis-à-vis de son environnement local ni de bruit à faible vitesse* ; elle présente donc un avantage sérieux en centre ville encombré. Mais l'électricité est produite, pour une part plus ou moins grande, à partir de combustibles fossiles, ce qui entraîne des émissions de gaz à effet de serre et un bilan global pas forcément favorable de ce point de vue. En outre, même si des progrès interviendront, le véhicule tout électrique reste coûteux, ses performances de vitesse sont très médiocres, son autonomie est limitée (elle peut être en outre amputée jusqu'à 50 % par le fonctionnement des auxiliaires comme le chauffage et le conditionnement d'air...), le temps de rechargement ou de substitution des batteries peut être très long, la fiabilité et la longévité de ces dernières sont insuffisantes. Cependant, commence à être prise au sérieux l'idée que, pour faire face à la pollution atmosphérique des centres des grandes villes, seule la propulsion électrique pourrait y être autorisée.

■ **Les informations économiques disponibles ne permettent pas à elles seules d'anticiper avec suffisamment de précision les évolutions à venir**

Les études et données économiques dont on dispose pour comparer les différentes options envisageables sont illusoire. En effet, si les coûts de l'utilisation des hydrocarbures comme carburant et les émissions correspondantes de gaz à effet de serre sont bien connus, il n'en est pas de même pour les solutions alternatives, et il s'en faut de beaucoup :

- il n'y a de convergence ni sur les coûts et les rendements d'utilisation des sources d'énergie alternatives, ni sur le montant des investissements à réaliser en stations-service ou en bornes d'alimentation ; dans le cas où il s'agit de projets, l'expérience passée dans d'autres domaines montre que les promoteurs ont généralement une vue largement trop optimiste de l'économie de leur projet ;
- les bilans CO₂ des solutions alternatives sont contestés ;
- les coûts à venir, les performances et la fiabilité de différents composants (batteries notamment) sont entachés de beaucoup d'incertitudes ;
- les chiffres qui sont avancés utilisent les prix de l'essence ou du gazole incluant la TIPP et ceux des sources d'énergie alternatives sans taxe équivalente ; or il est prévisible que, si les carburants actuels venaient à être remplacés massivement par d'autres, les pouvoirs publics leur feraient supporter un équivalent de la TIPP, sans que l'on puisse aujourd'hui en prévoir le montant.

■ **Les véhicules thermiques actuels peuvent réduire de moitié leur consommation moyennant une optimisation de leurs performances et la réalisation, grâce à des techniques disponibles, de progrès en matière de rendement, de propreté et de flexibilité, ce qui est de nature à leur assurer encore un grand avenir**

- En matière de **motorisation** et de **dépollution**, aux techniques performantes largement utilisées (injection directe, turbo-compression,...) viendront s'ajouter celles qui commencent à équiper des modèles sur le marché et celles qui sont d'ores et déjà dans les cartons ou en voie de mise au point, notamment chez les équipementiers :
 - distribution variable, commande électromagnétique des soupapes, variation du taux de compression en ce qui concerne le moteur à essence ;
 - systèmes de combustion à basses émissions d'oxydes d'azote (NO_x), filtres à particules et à oxydes d'azote (système DéNO_x) pour le moteur diesel ;
 - réduction de la cylindrée (« downsizing »), catalyse avancée, micro-hybridation (« stop & start ») pour toutes motorisations.

- La propulsion par moteur thermique alimenté par des carburants liquides dans les conditions usuelles restera donc largement majoritaire d'ici 2030, d'autant plus que leurs substituts ne présentent pas, à performances comparables, d'avantages significatifs en termes de coût, de bilan énergétique et d'émission globale de gaz à effet de serre, ni actuellement, ni à terme, les véhicules actuels disposant d'une marge de progrès considérable, *une réduction de consommation de moitié étant largement envisageable*. En particulier, des véhicules thermiques de petite taille, ayant une puissance faible (c'est-à-dire des performances routières comparables à celles des véhicules électriques) et donc de consommation très réduite, peuvent prendre une part de marché.

■ **Le véhicule hybride rechargeable, qui cumule les avantages du thermique et de l'électricité sans en avoir les inconvénients les plus importants, a toutes les chances d'être le véhicule d'avenir**

- L'électricité constitue la seule source d'énergie qui permet d'éviter les émissions polluantes *locales*, mais les difficultés inhérentes à son stockage limiteront vraisemblablement encore longtemps le véhicule entièrement électrique à des flottes captives ou à un usage urbain.

- L'électricité sera progressivement introduite dans la motorisation, de plus en plus hybridée (« stop & start », récupération d'énergie de freinage, contribution à la motricité), avec comme avantage de ne requérir aucune infrastructure nouvelle. Cette évolution en cours s'inscrit dans la perspective de l'hybridation rechargeable (« plug-in »), laquelle requiert encore beaucoup de recherches avant sa généralisation. Le **véhicule hybride rechargeable sur le réseau électrique**, qui peut s'assimiler à un véhicule électrique à complément thermique, combine les avantages des véhicules électriques en ville (faibles nuisances locales) et des véhicules thermiques à combustible liquide sur route (autonomie ; performances sur route). Il doit intégrer les progrès à réaliser, autant sur les véhicules thermiques que sur le stockage d'énergie et la motorisation électriques, pour améliorer les performances et diminuer les coûts, ce qui en fait un incontestable produit d'avenir. Il ne nécessite pas, à l'inverse du véhicule tout électrique, une infrastructure d'alimentation électrique dense et maillée sur l'ensemble du territoire pour prendre progressivement une part de marché : d'ores et déjà, de nombreux emplacements de parking privés disposent ou peuvent facilement disposer d'un raccordement électrique ; là où il fait défaut, l'autonomie sera assurée par le carburant liquide. Le véhicule hybride rechargeable présente un intérêt tout particulier si le carburant utilisé par le moteur thermique est à bas CO₂ (biocarburant de deuxième génération notamment).

En attendant l'avènement sur le marché du véhicule hybride rechargeable, **le véhicule hybride**, qui peut s'assimiler à un véhicule thermique à complément électrique, représente une étape intermédiaire intéressante ; l'absence de possibilité de rechargement direct sur le réseau électrique diminue certes la proportion des parcours effectués à l'électricité seule et ne permet pas de bénéficier du prix relativement bas de l'électricité (tant qu'elle ne supporte pas de taxe de même nature que celle portant sur les produits pétroliers [TIPP]).

Les dispositifs qui arrêtent le moteur lorsque le véhicule est immobile (« stop & start ») permettent de réduire de 20 à 40 % la pollution locale de l'air dans les centres-villes congestionnés. Ils équipent déjà certains modèles et doivent être généralisés à court terme.

■ **Pour diviser par 2 la consommation énergétique des véhicules « grand public » dans les dix ans à venir, une incitation forte des pouvoirs publics est nécessaire**

- **Les progrès généraux de conception et de construction** bénéficieront au véhicule thermique comme à tout autre type de véhicule : aérodynamisme, allègement des structures, utilisation de matériaux innovants, roulements à très faible friction, pneumatiques à faible coefficient de frottement...
- **L'assistance électronique à l'éco-conduite** devrait jouer un rôle de plus en plus important car, si elle est relayée par une évolution sensible du comportement des conducteurs, elle peut être porteuse de réductions de consommation tout à fait significatives (environ 20 %), bien plus importantes et moins coûteuses que celles apportées par les autres postes.
- Il faut préparer **la flexibilité du parc de véhicules** à motorisation thermique conventionnelle dans l'attente de la clarification des enjeux énergétiques et agricoles propres aux agro-carburants de première génération (éthanol et biodiesel) et de deuxième génération (huiles végétales hydro-traitées, biocarburants « plante entière », gazoles de synthèse).
- Pour que soient réalisées les améliorations permettant de diviser par deux la consommation d'énergie du parc automobile dans les pays développés et mettre sur le marché la génération suivante de véhicules, il est indispensable que soient mises en œuvre des **incitations fortes par les pouvoirs publics** : diminution des émissions limite de CO₂, généralisation et uniformisation des limitations de vitesse, taxation des carburants, « bonus-malus » *annuels* sur les véhicules...

Sinon les progrès continueront d'apparaître lentement, au rythme constaté dans le passé.

