

LA COURSE FOLLE AUX MOTEURS PROPRES

INNOVATION. Les constructeurs se livrent une bataille sans merci pour commercialiser des moteurs plus écologiques. Une question de survie.



ÉLECTRIQUE Les constructeurs automobiles ne trouveront leur salut que dans les voitures vertes. Ici, la Chevrolet Volt, rechargeable sur secteur ou grâce à un moteur thermique d'appoint.

PHILIPPE BAUJON - RFI/STAS

Dans la tourmente sans précédent que traverse l'industrie automobile mondiale, la nouvelle est quasiment passée inaperçue. Le constructeur allemand Opel, filiale de l'américain General Motors qui lutte désespérément pour sa survie, augmente sa production dans une usine à Eisenach, en Thuringe. Motif: il doit répondre à une très forte demande, notamment de petites Corsa. Du coup, Opel renonce au chômage technique prévu et met sur pied quatre équipes supplémentaires. La prime à la casse introduite par les autorités allemandes favorise un tel regain d'activité. Il n'empêche que désormais le consommateur jette son dévolu sur les petites cylindrées, moins gourmandes en essence et globalement moins onéreuses. Comme le révèlent le classement «Ecomobiliste 2009» (lire en p. 74) ainsi que l'inventaire des nouveaux moteurs qui font appel à de nouvelles énergies (lire ci-contre), tous les constructeurs se voient contraints légalement de produire des véhicules moins polluants. Ils sont engagés dans une course mondiale contre la montre au terme de laquelle les moins souples, ceux qui n'auront pas réussi à s'adapter, disparaîtront purement et simplement. Derrière les Japonais, qui avec Honda et Toyota notamment imposent le rythme de la rénovation technologique, les Américains tentent de rattraper leur retard. Dans le peloton européen, les Allemands semblent les mieux placés. Tour d'horizon des diverses voies explorées.

01 Moteur à carburants fossiles optimisés

Comment? En additionnant différentes améliorations technologiques, aérodynamiques et physiques sur des véhicules conventionnels tournant à l'essence ou au diesel (rendement du moteur, Cx, résistance au roulement, etc.), on parvient à en réduire sensiblement les consommations et rejets.

Qui? La plupart des grands constructeurs proposent déjà ou s'apprêtent à commercialiser un ou plusieurs modèles «verts», voire des gammes complètes de véhicules, de la petite citadine au break ou au monospace, mais évidemment pas de bolides sportifs; c'est notamment le cas du groupe VW (VW BlueMotion, Seat Ecomotive, Skoda Greenline), Hyundai (i-blue), Mercedes (Blue Efficiency), Opel (EcoTec), Volvo (DRIVE), Daihatsu (Eco) ou encore Mitsubishi (ClearTec).

Quand? Aujourd'hui déjà.

Combien? A partir de 15 000 francs environ.

Les + Véhicules plus propres que la moyenne dans leur catégorie; technologies et modèles immédiatement disponibles en grandes séries.

Les - On en reste tout de même au bon vieux pétrole, avec tout ce que cela implique.

Potentiel Sans doute encore de belles années devant eux; mais pas éternellement.

02 Moteur bifuel essence ou mazout/gaz naturel ou biocarburant

Comment? Transformation et adaptation de moteurs à essence ou mazout pour leur permettre de fonctionner également au

gaz naturel (ou au biogaz) ou avec un mélange essence ou mazout + biocarburant (ou agrocarburant), soit biogaz, bioéthanol (alcool) ou biodiesel (huile). Par exemple, E85 = 85% de bioéthanol + 15% d'essence.

Qui? De nombreux constructeurs ont inscrit un ou plusieurs modèles essence/gaz à leur catalogue: Fiat (Natural Power), Volvo (Multi-Fuel), Opel (EcoFlex), VW (EcoFuel), etc. L'offre de véhicules à biocarburants reste assez modeste et se limite pour l'instant au bioéthanol; seuls Ford, Volvo, Saab et les constructeurs français en proposent, mais sur certains marchés seulement. Et Bentley, qui dévoile au salon sa Supersports tournant à l'E85.

Quand? Aujourd'hui déjà.

Combien? A partir de 23 000 francs environ (gaz) et de quelque 30 000 francs (biocarburants).

Les + Disponibilité immédiate; en mode gaz, émissions de CO₂ réduites de 25% environ, rejets d'oxydes d'azote également diminués et aucune particule. Le CO₂ émis par les agrocarburants lors de leur combustion ne fait que retourner d'où il vient, soit dans l'atmosphère; il ne s'y ajoute donc pas comme celui produit par des carburants fossiles; 15 à 40% d'économie à la pompe.

Les - En mode gaz ou biocarburant, la consommation est en général légèrement supérieure à la soif en essence ou en mazout; le réseau de distribution de gaz naturel est encore plutôt clairsemé, notamment à l'étranger, et celui des biocarburants franchement confidentiel. Concernant les agrocarburants, le bilan écologique et énergéti-

que n'est pas forcément positif, en raison des productions agricoles intensives qu'ils peuvent générer; problèmes économique-socio-politiques sous-jacents dans les pays du tiers-monde si leur production remplace celle de végétaux pour l'alimentation.

Potentiel Bifuel à gaz: solution intermédiaire, qui fait toujours appel à une énergie fossile, mais dont les réserves sont encore considérables; à long terme, il n'a sans doute pas beaucoup plus d'avenir que le pétrole. Bifuel à biocarburant: les divers et nombreux problèmes collatéraux que la production massive de biocarburants engendre ont considérablement refroidi leurs partisans; leur avenir sera sans doute plutôt local qu'universel.

03 Moteur à air comprimé

Comment? Moteur à 5 temps et 3 chambres séparées fonctionnant à l'air comprimé à 300 bars. Stocké dans des réservoirs spéciaux, l'air comprimé peut être chargé dans une station-service ou produit au moyen d'un compresseur électrique branché sur le réseau. Un petit groupe thermique à carburant liquide (essence, diesel, éthanol, etc.) peut être associé pour chauffer l'air à l'entrée du moteur et augmenter considérablement les performances et l'autonomie.

Qui? Entreprise française MDI (Motor Development International), dont le fondateur et PDG, l'ingénieur motoriste Guy Nègre (ancien de la formule 1), est l'inventeur du moteur à air comprimé. MDI est soutenue

par le constructeur automobile indien Tata.

Quand? Une première gamme de modèles devrait être commercialisée dès fin 2009 en France et en Inde, selon le constructeur. Il s'agit de voitures à 3 ou 4 places à vocation essentiellement urbaine, dont l'autonomie (de 90 à 800 kilomètres) varie en fonction de la vitesse (45 à 130 km/h). Une production industrielle est également prévue en Suisse dès 2010. La société Catecar, à Pleigne (JU) conduit les opérations.

Combien? A partir de 3500 euros en France (et 2000 en Inde) selon le constructeur.

Les + En mode air comprimé seul, pollution zéro sur site et consommation/émissions très réduites avec le soutien d'un moteur thermique; coût d'exploitation très faible (plein à 50 centimes d'euro pour 100 km selon le constructeur).

Les - Il faut bien produire l'air comprimé; et cela ne peut se faire qu'au moyen de compresseurs électriques ou thermiques, donc consommateurs d'énergie avec, le plus souvent, des émissions de gaz polluants ou à effet de serre; de plus, le réseau de distribution d'air comprimé à 300 bars reste à réaliser...

Potentiel Longtemps considéré comme une vaste fumisterie, le moteur à air comprimé est pris de plus en plus au sérieux; l'appui du groupe Tata et l'intérêt manifesté par différentes institutions ou grandes entreprises françaises et internationales renforcent sa crédibilité. A suivre donc!

04 Moteur à hydrogène

Comment? Moteur à combustion interne utilisant de l'hydrogène comme carburant; >>>

>>> le conventionnel moteur à pistons semble moins bien adapté à cette technologie que le moteur rotatif ou Wankel.

Qui? BMW croit dur comme fer aux moteurs classiques à cylindres fonctionnant à l'hydrogène, alors que Mazda persiste et signe dans le développement d'un moteur rotatif utilisant ce carburant; l'avenir dira qui a raison.

Quand? Pour l'instant, seuls des prototypes expérimentaux disposent de cette technologie; aucune date n'est encore avancée pour une production en série.

Combien? Prix inconnu, mais sans doute élevé, du moins au départ, compte tenu des coûts de développement et des petites productions.

Les + Un moteur à hydrogène n'émet que... de l'eau et éventuellement un peu d'oxyde d'azote; il est donc très propre sur site; et ses performances peuvent être élevées.

Les - Deux grands problèmes subsistent: la production et le stockage de l'hydrogène. Deux méthodes pour le produire: par extraction du gaz ou du charbon ou par électrolyse de l'eau. La première génère du CO₂, la seconde aussi, du moins le plus souvent, l'électricité nécessaire étant encore très largement d'origine thermique. Et pour être stocké dans un véhicule, l'hydrogène doit être soit comprimé sous forme gazeuse à très haute pression, soit refroidi à moins 240 degrés sous forme liquide.



AIR COMPRIMÉ La voiture de MDI, peut-être bien davantage qu'une «fumisterie».



MITSUBISHI I-MIEV Une tout-électrique testée en Europe et en Suisse.

Potentiel Les progrès dans la recherche de nouveaux moyens de production et de stockage de l'hydrogène sont tels qu'il n'est pas interdit de penser qu'il constituera l'un des carburants privilégiés à moyen terme; mais sans doute plutôt pour alimenter une pile à combustible (voir N° 10, ci-contre) qu'un moteur à combustion.

05 Propulsion hybride (carburant fossile ou bio + électricité)

Comment? Par l'association, en fonctionnements successifs ou parallèles, d'un groupe thermi-

que à carburant fossile (pétrole, gaz) ou bio et d'un moteur électrique (les batteries alimentant ce dernier se rechargeant lors de freinages et décélérations et, dans certains cas, sur le réseau), on abaisse la consommation et les émissions.

Qui? Les japonais Toyota et Honda ont été les pionniers de cette technologie et gardent une petite longueur d'avance, mais d'autres constructeurs japonais et américains lancent des modèles hybrides; et d'autres encore, européens, coréens et même chinois, suivent de près. La plupart des hybrides actuellement

commercialisées fonctionnent à essence + électricité, mais des couplages diesel ou éthanol+électricité sont au seuil de la production.

Quand? Aujourd'hui déjà, avec un choix qui s'élargit très vite.

Combien? A partir de 29 000 francs environ.

Les + Technologie maîtrisée, désormais éprouvée et immédiatement disponible; réduction sensible des consommations et des rejets.

Les - Encore et toujours une dépendance, dans la plupart des cas du moins, aux énergies fossiles; coût relativement élevé

(deux moteurs); bilan énergétique et écologique global (de la production à la fin de vie) pas forcément très positif.

Potentiel Sans doute un succès croissant à court et moyen terme, mais l'hybride est généralement considérée comme une solution intermédiaire, avant le développement et la généralisation de technologies plus prometteuses à long terme, comme le «tout électrique».

06 Tout électrique avec moteur thermique pour recharger les batteries

Comment? Propulseur électrique alimenté par des batteries rechargeables sur le réseau et accompagné d'un petit moteur thermique, à essence, diesel ou agrocarburant, qui ne sert qu'à recharger ces batteries lorsque cela s'avère nécessaire en cours de route. Donc, le véhicule roule exclusivement à l'électricité sur 60 à 80 kilomètres – autonomie quotidienne suffisante pour la plupart des usagers – puis le moteur thermique entre en jeu pour prolonger le trajet.

Qui? Mercedes-Benz, Chevrolet, Opel et sans doute d'autres fourbissent leurs armes sur ce créneau.

Quand? Plusieurs modèles sont aux portes de la production en série; les premiers pourraient apparaître dès l'an prochain déjà.

Combien? Prix encore inconnu, mais sans doute sensiblement supérieur à celui des modèles comparables à moteur thermique conventionnel.

Les + Zéro émission sur site en mode électrique et rejets très limités avec le moteur thermique; autonomie satisfaisante.

Les - Coûts de fabrication élevés

(batteries, deux moteurs); la recharge des batteries sur le secteur peut polluer lors de la production de l'électricité requise.

Potentiel Une sorte d'hybride optimisé, compétitif sur tous les tableaux: consommations, émissions, performances et autonomie; donc une solution qui pourrait connaître un beau développement avant l'avènement de... mieux encore, comme la pile à combustible.

07 Tout électrique à batteries conventionnelles rechargeables sur secteur

Comment? Une batterie de batteries classiques rechargeables sur le secteur alimente un moteur électrique. Solution réservée à de petits véhicules urbains. Autonomie maximale de 120 à 130 kilomètres.

Qui? Fiat (Panda), Renault (Twingo) et le constructeur norvégien Think proposent de tels modèles.

Quand? Aujourd'hui déjà.

Combien? A partir de 30 à 35 000 francs.

Les + Emission zéro sur site; autonomie suffisante pour les besoins quotidiens urbains d'un citadin; faible coût d'exploitation.

Les - Le plus souvent émissions polluantes et à effet de serre pour la production de l'électricité; autonomie limitée excluant un usage «généraliste»; prix d'achat élevé.

Potentiel Le développement de batteries à hautes performances condamnera rapidement ce genre de véhicule.

08 Tout électrique

à batteries hautes performances rechargeables sur secteur.

Comment? Un lot plus ou moins important selon les besoins de batteries à hautes performances (lithium-ion ou lithium-métal-polymère), rechargeables en quelques heures sur le secteur, alimente un moteur électrique de la dernière génération.

Qui? BMW et Mini, Mercedes-Benz, les japonais Mitsubishi, Nissan, Subaru et Toyota, le constructeur californien Tesla, les suisses Protoscar et Rinspeed, le franco-italien Bolloré-Pininfarina, le chinois BYD et d'autres...

Quand? Plusieurs modèles sont actuellement testés à grande échelle (Mini, Mitsubishi i-MIEV), d'autres sont d'ores et déjà produits, mais en séries limitées.

Combien? Chère, très chère; si les prix des «petites» Mini et Mitsubishi i-MIEV ne sont pas encore connus, on sait par exemple qu'il faudra dépenser près de 150 000 francs pour obtenir l'un des 250 bolides Tesla réservés, en tout et pour tout, aux marchés européens.

Les + Cette technologie permet des performances remarquables voire franchement sportives (0 à 100 en 4 secondes, 200 km/h en pointe pour la Tesla, par exemple) et une autonomie très appréciable (240 kilomètres pour la Mini, près de 400 pour la Tesla); en outre, elle assure un zéro émission sur site.

Les - Si l'électricité n'est pas produite de manière propre (hydraulique, éolienne, solaire), les émissions polluantes et à effet de serre ou les déchets (nucléaire) que sa production génère doivent être pris en

compte: coûts de fabrication et prix élevés.

Potentiel Bel avenir pour cette technologie, tant les batteries comme les propulseurs électriques ont encore une belle marge de progression devant eux; reste, si le succès des voitures électriques se confirme et s'étend, le problème de la production de cette énergie, pour faire face à une forte croissance des besoins.

09 Tout électrique à moteurs individuels dans les roues

Comment? Une solution tout électrique, avec accus de dernières générations rechargeables sur secteur, mais qui fait appel non pas à un propulseur unique, mais à autant de petites unités motrices électriques qu'il y a de roues.

Qui? C'est le constructeur-artisan suisse Franco Sbarro qui a inventé, en 1989 déjà, la roue sans moyeu et qui y a ensuite glissé tout un ensemble mécanique, mais thermique. Cette «roue active» a ensuite été développée, toujours en Suisse, par Michelin, à Fribourg, qui y a logé un moteur électrique, une suspension également électrique et un dispositif de freinage. De telles «roues actives» animent la Heuliez Will, petite voiture à

5 places basée sur l'Opel Agila, ainsi que, dans une tout autre catégorie, la sportive Venturi Volage et ses 300 CV.

Quand? Dès 2010 pour la Heuliez, 2012 pour la Venturi.

Combien? Prix encore inconnus, mais sans doute assez élevés: si celui de la Heuliez peut rester relativement raisonnable, la Venturi, elle, sera réservée à des bourses bien garnies.

Les + Performances et autonomie appréciables; aucune émission sur site; possibilité de nouvelles architectures de véhicules.

Les - Les mêmes inconvénients que pour les tout électriques à moteur unique avec, en plus, les risques liés à une technologie débutante.

Potentiel Là aussi, comme pour les tout électriques à moteur unique: sans oublier un autre élément déterminant: la fiabilité des «roues actives».

10 Tout électrique par pile à combustible (hydrogène)

Comment? Moteur électrique unique ou multiple dans «roues actives», mais alimenté par une pile dite à combustible, dont l'électricité est produite par réaction chimique entre de l'hydrogène et l'oxygène.

Qui? Pionnier de cette technologie, Honda dispose déjà d'une berline à pile à combustible de (petite) série, la FCX, Clarity, actuellement testée en leasing

(à 600 dollars par mois tout compris!) par quelques centaines d'heureux Californiens; mais de nombreux autres constructeurs planchent activement sur cette fameuse – et si prometteuse – pile, comme Chevrolet avec son SUV Equinox, Nissan avec son tout-terrain X-Trail, Opel avec son monospace Zafira ou encore Renault et son Scénic. Sans oublier Nicolas Hayek!

Quand? La technologie est prête, mais sa commercialisation à grande échelle devra attendre que ses besoins collatéraux puissent être satisfaits: production, stockage et réseau de distribution d'hydrogène.

Combien? Prix encore inconnus, sûrement assez élevés au départ; mais ils pourraient baisser rapidement en cas de production en grandes séries.

Les + Zéro émission sur site (la pile n'émet que de l'eau); performances «à la carte»; pas de problème d'autonomie (à terme).

Les - Coûts de fabrication encore élevés; problèmes de production, de stockage et de distribution de l'hydrogène (voir sous moteur à hydrogène).

Potentiel C'est sans doute LA technologie de l'avenir selon la plupart des spécialistes; mais d'après-demain plutôt que de demain, pour les raisons évoquées plus haut. o



INNOVATION
La «roue active»
de
Michelin
permettra
de nouvelles
architectures
de véhicule.