



Motorisation propre : **perspectives et préconisations** **à l'horizon 2020**



Mars 2010

Stratégie à moyen et long terme
GTEC 4 "Motorisation propre"

Le message du président



La **Plateforme de la Filière Automobile** (PFA), mise en place en avril 2009, est la concrétisation d'une volonté commune des constructeurs, équipementiers et fournisseurs de créer un lieu d'échanges et de concertation contribuant à l'amélioration de la compétitivité de l'ensemble de la filière française, base indispensable pour relever les défis cruciaux pour son avenir, dans un environnement national et international complexe.

Pour ce faire, la PFA s'est donné pour objectif de proposer des solutions concrètes afin de répondre rapidement aux attentes des acteurs de la filière qui souhaitent rester ou devenir de réels leaders d'une industrie automobile française toujours plus performante et innovatrice dans des technologies en constante évolution.

Aujourd'hui, près de quatre cents dirigeants et collaborateurs des constructeurs, équipementiers, fournisseurs, organisations professionnelles, pôles de compétitivité et associations régionales, se sont spontanément engagés dans des groupes de travail structurés pour construire ensemble des plans de progrès déterminants pour l'avenir.

Les résultats des réflexions de ces groupes spécialisés constituent autant de pistes d'actions à mettre en œuvre pour porter les performances de la filière automobile française à un nouveau niveau d'excellence.

Le présent document en est un remarquable exemple, et je souhaite féliciter chaleureusement l'ensemble des contributeurs, et tout particulièrement le président **Thierry Faugeras**, pour l'excellence du travail accompli, reconnu par tous.

Bonne lecture,

Claude Cham

Table des matières

	Page
Note d'introduction	4
Thème n° 1 : Articuler de manière plus lisible une vision commune à 10 ans de l'évolution des motorisations.....	7
Thème n° 2 : Valoriser le potentiel d'amélioration des moteurs à combustion interne.....	15
Thème n° 3 : Faire émerger une véritable filière française compétitive en véhicules hybrides / électriques.....	21

- Annexes –

Annexe 1 : Liste des participants au GTEC 4	32
Annexe 2 : Objectifs et méthode du groupe de travail « Motorisation propre » de la PFA.....	33
Annexe 3 : Fiches de synthèse par segment (Thème n° 2)	37
Glossaire des acronymes	46

Note d'introduction



Dès son démarrage opérationnel en juillet 2009, le Groupe de Travail n°4 de la PFA a adopté une organisation matricielle pour traiter des questions relatives à la stratégie à moyen et long terme dans la filière automobile.

Le sujet des mutations dans la motorisation des véhicules s'est imposé comme un thème d'enjeux communs susceptible d'avoir un impact transversal sur les filières métiers.

Ce rapport présente une synthèse des travaux du **GTEC4 « Motorisation propre »** qui se sont déroulés entre septembre 2009 et janvier 2010. Au total, ce sont plus de 60 personnes des sphères publiques et privées qui ont participé aux différentes réunions.

Les questions relatives à la motorisation propre sont vastes et largement documentées. Le GTEC4 s'est efforcé de ne pas refaire ce qui existe déjà, mais de s'appuyer sur des travaux déjà réalisés, diffusés et connus. Il a privilégié une démarche participative visant à valoriser l'expertise existante.

Essayer de sérier les questions pour aboutir à des préconisations précises, telle a été l'ambition du GTEC4. Dans un premier temps, un séminaire organisé le 23 septembre 2009 à l'IFP-School a permis de faire émerger 6 thématiques majeures :

- Thème 1 : **Une vision commune à 10 ans de l'évolution des motorisations à articuler de manière plus lisible.**
- Thème 2 : **Un potentiel d'amélioration des moteurs à combustion interne à ne pas négliger.**
- Thème 3 : **Des expertises en véhicules hybrides / électriques à organiser en une véritable filière.**
- Thème 4 : **Un impact transversal sur les filières métiers traditionnelles à préciser.**
- Thème 5 : **Des contextes et problèmes de mobilité urbaine à approfondir pour bien positionner l'avenir de la traction électrique.**
- Thème 6 : **Les nouvelles opportunités induites par l'électrification du groupe motopropulseur : management énergétique du véhicule et électrification des fonctions auxiliaires.**

Les thèmes 1, 2 et 3 ont fait l'objet d'approfondissement dans le cadre de réunions spécifiques. Les conclusions de ces travaux devraient maintenant permettre d'organiser les réflexions du Thème 4 dans le cadre des séances plénières avec les filières métiers.

Le GTEC4 a souhaité rester centré sur la motorisation propre (au sens large) sans se disperser sur des thématiques connexes. De fait, il n'a pas poursuivi son analyse sur le

Thème 5. Celui-ci s'intègre sans doute davantage dans le périmètre des « Fonctions et véhicules du futur » (GTEC3).

De même, le Thème 6 n'est abordé que très succinctement dans la note de synthèse du Thème 3. Cette mutation sur « le management énergétique du véhicule et l'électrification des fonctions auxiliaires » est porteuse d'importants enjeux. Il est recommandé qu'elle fasse l'objet d'une réflexion spécifique dans un groupe de travail ad hoc à créer.

Ce rapport de synthèse constitue l'agrégation des points de vue de la profession, qui se sont exprimés au cours d'un travail effectué en commun. Il propose une vision d'ensemble, articulée et cohérente, d'une mutation complexe et au long cours de l'automobile.

Le GTEC4 s'est positionné sur **l'horizon 2020** afin d'inscrire ses recommandations à court / moyen terme dans une vision à moyen / long terme. Il n'a pas cherché à être exhaustif, mais à se focaliser sur quelques thématiques pour faire émerger des pistes aussi concrètes que possible.

Ce groupe de travail « Motorisation propre » s'est inscrit dans un rôle de coordination et d'échange. Espérons que sa démarche aura permis de clarifier certains enjeux pour la filière française. Et que ce faisant, il réponde aux attentes exprimées par les pouvoirs publics lors du lancement de la PFA. Notamment, « *participer à une vision prospective pour donner à l'Etat des éléments de visibilité de long terme* » et « *être capable de tracer la carte des grandes priorités des 10 ans à venir* ».



Thierry FAUGERAS
Président du GTEC4 de la PFA
Président de la Commission CO₂ de la Fiev
Directeur Corporate Development, Federal-Mogul

Qu'il soit permis de formuler des remerciements chaleureux à tous les participants pour leurs motivations et leurs contributions respectives. En soulignant le rôle joué par les trois leaders / animateurs des réunions d'approfondissement : Gabriel Plassat (ADEME) pour le Thème 1, Pierre Duret (IFP-School) pour le Thème 2 et Henri Trintignac (Valeo) pour le Thème 3. Sans oublier une mention particulière pour l'implication personnelle de Daniel Pfrimmer (SIA) à la bonne marche du GTEC4.



Motorisation Propre (GTEC4)

Thème 1 :

**Articuler de manière plus lisible une vision commune
à 10 ans de l'évolution des motorisations**

La question de l'urgence des problèmes environnementaux de l'automobile a pris une acuité de plus en plus importante dans le débat public.

Le parc des véhicules dans le monde a en effet triplé en 30 ans pour atteindre 840 millions en 2005. Le secteur des transports génère à lui seul un tiers des émissions de CO₂ de la planète. L'humanité continue à consommer de plus en plus de carburants fossiles alors que les découvertes de nouvelles réserves chutent depuis 50 ans....

Ces constatations alimentent le questionnement sur l'évolution future des motorisations des véhicules.

De fait, les pouvoirs publics français ont donné une impulsion en faveur du « véhicule dé-carboné ». Les constructeurs intègrent cette orientation dans leurs plans produits. Les équipementiers s'efforcent de développer des technologies qui répondent aux stratégies spécifiques de chacun des constructeurs.

1. Une interrogation clé pour le secteur

Les effets d'annonces fortement médiatisées se succèdent dans ce domaine. Cependant, le buzz médiatique suscité par toutes ces thématiques n'en facilite pas le décodage opérationnel par l'industrie.

Les déclarations à fort contenu sociétal apparaissent souvent décalées des rationalités industrielles et techniques. Des messages mettant en avant des options techniques contradictoires suscitent autant d'interrogations que de certitudes. Le foisonnement d'initiatives d'acteurs issus d'horizons les plus divers rend difficile la perception des logiques d'ensembles.

Tels qu'exprimés actuellement, les scénarios d'évolution des motorisations posent de vrais problèmes de stratégie industrielle, financière et sociale.

A titre d'exemple, on entend dire que la traction purement électrique équipera 15% des nouveaux véhicules commercialisés en 2020.... En toute logique, cela implique des réductions d'activité de même amplitude pour les équipementiers et sous-traitants intervenant dans la production de moteurs à combustion interne.

Si, en parallèle d'ici à 10 ans, le « downsizing » des moteurs se généralise – aboutissant de manière schématique à supprimer en moyenne un cylindre sur quatre – n'est-ce pas la perspective d'une perte supplémentaire de 25% du chiffre d'affaire et donc d'impacts profonds pour les industriels fabriquant ces composants ?....

Pour le secteur industriel de l'automobile, l'horizon 2020 c'est déjà demain. De telles mutations – si elles devaient se produire – doivent être anticipées dès aujourd'hui, avec toutes les conséquences que cela implique.

Le secteur est actuellement durement touché par la crise. L'ensemble des acteurs des sphères publiques et privées s'accordent désormais à dire que la phase de convalescence sera délicate et s'étalera sur plusieurs années.

De fait, il est légitime que les industriels disposent d'une « ligne de mire » pour gérer leurs activités face à ces mutations et pour optimiser leurs investissements dans les technologies associées :

- Comment calibrer les efforts de développement dans ces technologies alors que leurs perspectives de montée en puissance sont loin d'être partagées de manière consensuelle ?
- Quelles priorités leur donner alors que, dans le contexte actuel, les ressources pour maintenir le potentiel de compétences dans les moteurs à combustion interne sont très fragilisées ?

Les pouvoirs publics, quant à eux, ont certainement avantage à tirer d'une vision commune plus lisible de l'évolution des motorisations à 10 ans. Notamment pour adapter en conséquence les dispositifs de soutien au secteur automobile. Et pour préparer le grand public à accueillir au mieux le déploiement de ces mutations :

- Est-il possible d'espérer que cette émergence de nouvelles motorisations sera une « chance » face à la crise actuelle du secteur ; notamment au plan de l'emploi ?
- Ne risque-t-on pas des déceptions commerciales et des frustrations au plan social en anticipant de manière trop précipitée des solutions dont le stade de maturité serait encore insuffisant ?

Sur les 10 ans à venir, beaucoup d'options sont ouvertes. Mais, il est essentiel de faire la part des choses d'avec le court terme opérationnel. L'objectif à l'horizon 2020 est de développer collectivement des systèmes de « motorisation propre ». Il sera difficile de l'atteindre sans l'élaboration d'une vision partagée par l'ensemble des acteurs.

2. Ebauche d'analyse de scénarios

Dans le souci d'articuler de manière plus lisible une vision à l'horizon 2020, le GTEC4 s'est attaché à mettre en œuvre une méthode d'analyse de scénario.

Des facteurs d'évolution susceptibles d'avoir un impact sur la motorisation des véhicules, ont été identifiés. Pour chacun d'eux, le groupe de travail a évalué deux scénarios très différenciés :

- **un scénario « limité »** : les choses évoluent dans la continuité des situations actuelles.
- **un scénario de « rupture »** : des évolutions radicales de l'environnement et des décisions politiques excessivement volontaristes aboutissent à une véritable rupture quant aux solutions de motorisation.

Ces deux scénarios ne constituent pas des prédictions du futur, mais des situations caractéristiques de certains types de futurs. Ces situations sont décrites en énonçant des hypothèses très différenciées quant aux conditions de leur réalisation.

Encadré par ces deux scénarios extrêmes, une « **évolution la plus probable** » explicite ce qu'il semble réaliste d'anticiper à l'horizon 2020.

Cette évolution « Médiane » a pour vocation de constituer une vision commune autour de laquelle articuler les stratégies des différents acteurs. Elle intègre une certaine dimension de *réalisme* et de *faisabilité* quant à la déclinaison d'une politique en faveur du véhicule dé-carboné.

Une première synthèse de formulation de ces scénarios est présentée en page 14 :

- La lecture « en vertical » de **facteurs « sociétaux »** suggère les conditions qui seraient véritablement requises pour favoriser une réelle rupture dans les modes de mobilité et donc sur les motorisations de véhicules.
- Les situations de mise en œuvre des **différentes énergies** possibles, confirment sur le long terme le caractère encore incontournable des hydrocarbures liquides.

En conséquence, et dans la logique de « l'évolution la plus probable », le **moteur à combustion interne** apparaît conforté comme solution technique de référence au moins pour les **10 – 15 ans à venir**. Et ce d'autant plus qu'il constitue une brique technologique essentielle des véhicules hybrides.

Son utilisation ne sera que marginalement impactée par le déploiement des véhicules tout électriques :

Nouvelles motorisations	Scénario « limité »	Scénario « le plus probable »	Scénario de « rupture »
Montée en puissance des hybrides	Diffusion limitée à des architectures peu intrusives – stop-start et/ou mild hybrid	<ul style="list-style-type: none"> • Le « Full Hybrid » reste limité à des véhicules haut de gamme / des plateformes lourdes • Le « mild hybrid » atteint une diffusion significative (15%) 	Le « mild hybrid » devient la solution de référence
Déploiement de la traction électrique	Le véhicule électrique reste un outil de démonstration dans des flottes captives limitées	Une attente client et un accompagnement institutionnel favorisent l'émergence de mini marchés locaux	Le véhicule électrique s'impose comme solution à grande échelle en zone urbaine – changement de paradigmes

Ces travaux ne constituent bien évidemment qu'une ébauche d'analyse de scénarios. Les discussions au sein du GTEC4 ont néanmoins permis de montrer que :

- Des tendances de fond se confirment, même si des points de vue très différents s'expriment sur leur amplitude et leur montée en puissance. Travailler sur un consensus ne peut qu'améliorer la lisibilité d'un cadre de référence pour le secteur automobile.
- Le fait d'explicitier concrètement la logique du scénario de « rupture » suggère implicitement les conditions nécessaires à sa matérialisation ; conditions - notamment en termes de soutien public - sans lesquelles il restera un vœu pieux.
- Ce mode d'analyse et de formulation de scénarios est d'une grande utilité pour clarifier les discours, tant le décalage reste grand entre les déclarations incantatoires et le réalisme opérationnel de l'industrie.

3. Travaux engagés sous l'égide des pouvoirs publics

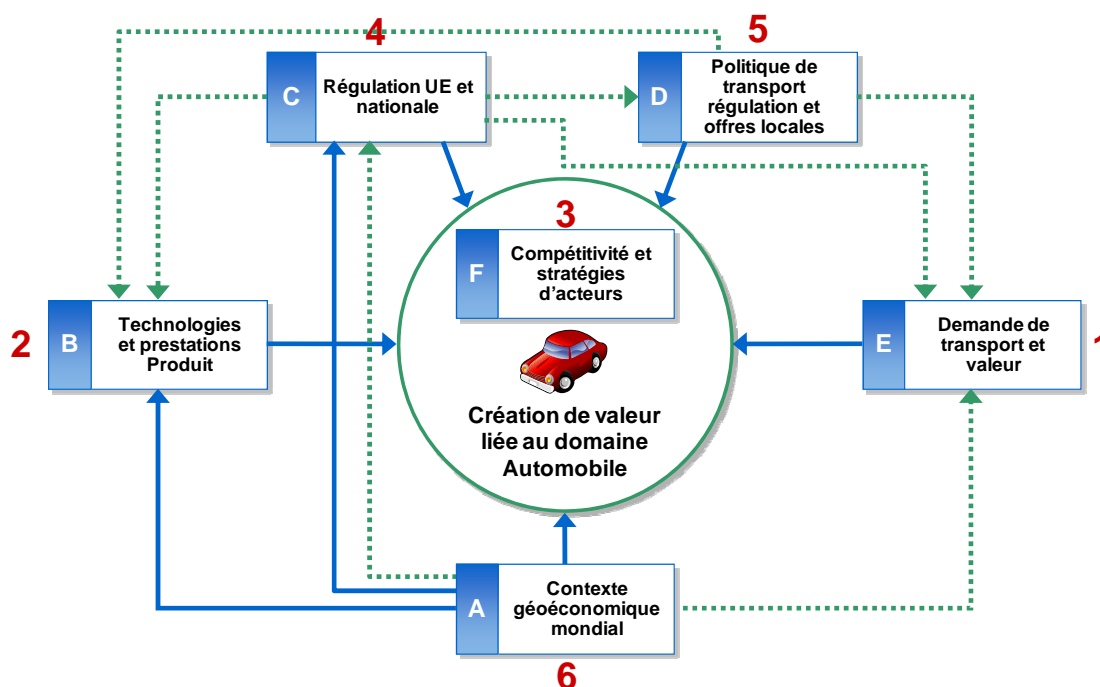
Les méthodes d'analyse des scénarios apparaissent bien adaptées pour traiter de la complexité du thème « mobilité propre ». De fait, les pouvoirs publics ont engagé de leur côté des approches similaires. Il est apparu judicieux au GTEC4 de se rapprocher des travaux menés depuis quelques mois, à savoir :

- Une étude sur les mutations du secteur automobile menée par le **Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques (PIPAME)** et pilotée par la DGCIS. Dans ce cadre, Futuribles et le BIPE ont mené

des études spécifiques d'identification des variables clés, puis de renseignements de ces variables sous la forme de 3 scénarios (fil de l'eau, conflits géostratégique, préparation à une ère de pénurie par la régulation). Cette analyse initiée en 2008 est en cours de finalisation.

- Une commande des secrétaires d'Etat en charge de l'Ecologie et des Transports auprès du **Centre d'Analyse Stratégique (CAS)**, visant à proposer des recommandations de politiques publiques nationales et locales pour accompagner et favoriser l'émergence de nouvelles formes de mobilité moins dépendantes de l'automobile. Cette problématique est liée aux questionnements sur les motorisations à travers deux points :
 - o Le développement de services de mobilité peut engendrer le développement de véhicules spécifiques « mono-usage » dont le cahier des charges pourrait inclure des motorisations spécifiques.
 - o Dans le cadre de ces services de mobilité, le développement de la voiture électrique pourrait être facilité.

Tant le PIPAME que le CAS s'attachent à identifier et à explorer les différentes familles de variables et leurs interrelations. Avec pour objectif d'établir un cadrage prospectif des facteurs susceptibles d'impacter l'avenir de la filière automobile. Une quarantaine de variables d'influences, regroupées en 6 grandes familles, ont été identifiées :



Source : BIPE 2009 – DGCIIS – 24 septembre 2009.

A ce stade des travaux, il apparaît que les mutations qui affecteront le secteur automobile et donc les motorisations de véhicules, s'effectueront en plusieurs étapes, sur un horizon de très long terme.

Elles interviendront aussi sur des niveaux hors de la sphère d'influence directe du secteur automobile :

	Etape 1 10 ans	Etape 2 10 – 20 ans	Etape 3 20 – 50 ans
Véhicules / Technologies	Technologies existantes Downsizing	Nouvelles technologies	Autres stratégies de dé carbonisation ?
Mobilité / Usage	Evolutions restreintes d'inter modalité Restrictions modestes de circulation	Planning et contrôle	Concepts à inventer ?
Habitat / Contexte		Urbanisation massive (Asie)	Nouvelles habitudes Découplage mobilité / PIB

Source : d'après Graeme Maxton, *The insight Bureau* 2009

Ce travail initié par les pouvoirs publics, a pour finalité de construire une « boîte à outils » qui permette de documenter et d'orienter les travaux de prospective ultérieurs.

Le GTEC4 a suggéré quatre questions qu'il serait intéressant de traiter comme premier exemple d'application de cette boîte à outils :

- Question 1 : **Déploiement de la traction électrique ?**
- Question 2 : **Emergence de véhicules dédiés à la mobilité urbaine ?**
- Question 3 : **Développement de biocarburants comme alternative au pétrole ?**
- Question 4 : **Le moteur à combustion interne dans les véhicules décarbonés ?**

4. Conclusions

Les scénarios identifiés par le GTEC4 constituent une bonne base de travail. Cette analyse n'est pas figée et définitive. Il importe de rester en éveil sur les différentes variables et de tester en permanence les hypothèses de scénarios de rupture pour mieux gérer les effets de crises à court terme, et anticiper les mutations à moyen / long terme.

Afin de contribuer à articuler de manière plus lisible une vision commune à 10 ans de l'évolution des motorisations, il apparaît judicieux de :

- Rapprocher les différentes problématiques,
- Permettre à la PFA de bénéficier des travaux du PIPAME,
- A l'inverse, solliciter l'avis de la PFA pour faire valider la méthode développée par les pouvoirs publics.

Cette validation croisée par tous les acteurs publics et privés participe déjà à la mise en œuvre d'une vision partagée.

En conséquence, le GTEC4 souhaite poursuivre le travail sur les scénarios et le faire converger avec ceux menés par les pouvoirs publics.

Recommandation :

Mettre en place une approche commune PFA / pouvoirs publics d'élaboration de scénarios sur les motorisations propres.

- Une logique de scénarios communs, susceptible de déclinaison cohérente en stratégies industrielles et politiques publiques.
- Une liste de paramètres internationaux à surveiller et à actualiser en permanence (approfondissement et prolongement des travaux du PIPAME).
- Un organe de travail et de concertation PFA / pouvoirs publics pour animer la démarche et contribuer à l'élaboration de plans d'actions.

Annexe : Exemple d'exploration de variables d'influence de scénarios

Facteurs d'évolution	Scénario « limité »	Evolution « la plus probable »	Scénario de « rupture »
Réglementation d'usage	Seules des zones très circonscrites font l'objet de contraintes de circulation incitatives	Mise en place de restrictions de circulation limitées dans le temps et dans l'espace	Il est décidé d'ici à 5 ans que tous les centres villes sont interdits à la circulation de tous véhicules qui ne sont pas « zéro émission »
Réglementation CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> Le projet de Directive européenne à 95g/km en 2020 est appliqué d'une manière générale les projections actuelles sont appliquées dans tous les grands pays 	Prise en compte des émissions de CO₂ réelles totales du « puits à la roue » et adaptation d'un cycle de roulage plus représentatif	« Sévérisation » du seuil à 60g/km au-delà de 2020 et / ou contraintes voire interdiction de vente au-delà d'un seuil « critique » (effet d'image)
Changement des mentalités sur la mobilité – Pays développés	<ul style="list-style-type: none"> La voiture polyvalente à usage personnel reste le concept dominant Le véhicule « mono-usage » décarboné reste destiné à une micro niche (limitation économique du coût global du transport) 	Une multi modalité attractive émerge et préfigure des scénarios de rupture sociétale à plus long terme	La multi-modalité fluide en temps réel devient une réalité de masse permettant de satisfaire une part très significative de la mobilité individuelle
Evolution des habitudes de mobilité – Pays développés	On vit comme aujourd'hui	Tassement du kilométrage moyen avec le développement des services de proximité et les technologies de l'information	Forte diminution de la mobilité induite par des mutations sociétales fortes – télétravail, loisir virtuel, etc.
Rapport à l'automobile	Retour de l'achat automobile comme « achat plaisir » (âge moyen d'achat d'une voiture neuve = 54 ans, 50% des voitures neuves sont achetées par des professionnels)	Poursuite de l'érosion de l'intérêt pour l'automobile : <ul style="list-style-type: none"> Choix d'achat par le TCO Acceptation de changement d'habitudes 	Pour 90% des acheteurs, la voiture n'est plus qu'un achat de nécessité Les mécanismes fiscaux découragent la voiture de fonction

Facteurs d'évolution	Scénario « limité »	Evolution « la plus probable »	Scénario de « rupture »
Prix du baril de pétrole	80\$ <ul style="list-style-type: none"> Pas de tensions sur la production de pétrole Pas d'évolution significative des équilibres régionaux entre diesel / essence 	150\$ Un début d'inflexion se traduisant par une diminution de consommation et de mobilité	300\$ <ul style="list-style-type: none"> Une vraie tension sur la production mondiale entraînant une véritable tension sociétale
Utilisation des biocarburants	Recul sur les carburants de 1 ^{ère} génération : <ul style="list-style-type: none"> Mauvaise image sociétale lobby des filières concurrentes (utilisation d'huile de palme dans l'alimentaire et le cosmétique) 	A l'horizon 2020, la filière permet de répondre aux objectifs de la Commission (10% de substitution) avec une distribution en « blend » - pas d'impact sur le design moteurs (mix à très faible % de biocarburants)	<ul style="list-style-type: none"> Mise au point des biocarburants de 2^{ème} génération Forte incitation publique Apparition de distribution dédiée... ... impliquant une retouche de composants moteurs
Gaz naturel	Statu quo en l'absence de réseaux de distribution dédiés	<ul style="list-style-type: none"> Solution « locale » devenant significative dans les pays dotés d'infrastructures d'achats / production / distribution spécifiques Dvpt de volumes de biogaz injectés dans le réseau 	Pour des raisons géostratégiques, le GNV est fortement incité dans de nombreux pays
Stockage de l'électricité	Incident sur véhicule jetant un discrédit sur l'utilisation dans le contexte automobile	Industrialisation progressive du Li-ion avec des road-map coût / performance similaires à celle du NiMH depuis 10 ans	Rupture de pente dans les performances / coûts – doublement de la production mondiale de Li-ion en Ah
Hydrogène	Aucun développement	Des prototypes de véhicules	Quelques utilisations locales ?



Motorisation Propre (GTEC4)

Thème 2 :

**Valoriser le potentiel d'amélioration
des moteurs à combustion interne**

Le moteur à combustion interne restera, sur une période de long terme, la technologie de choix pour l'automobile et les transports routiers. Améliorer sa performance est donc une priorité de la filière, et ce d'autant plus qu'il est mis en œuvre dans les motorisations hybrides.

De très importants progrès ont été et continueront à être effectués tant sur les moteurs à essence que sur les diesels. Les briques technologiques existent, parmi lesquelles l'hybridation. Mises bout à bout, elles permettront de poursuivre la réduction des émissions de CO₂ de manière très significative.

Il apparaît donc nécessaire de soutenir / accélérer ces développements technologiques et de faciliter leur industrialisation en grande série.

1. Segmentation des cahiers des charges

Dans le but de sérier les enjeux à l'horizon 2020 et de dégager les axes prioritaires, une réflexion a été initiée à partir des problématiques de mobilité.

Elle a permis de proposer une « segmentation » de positionnement pour 8 catégories principales de véhicules croisées avec des grandes typologies d'usages (cf. tableau page ci-après).

Compte tenu de cette mise en perspective des cahiers des charges véhicules, la démarche s'est attachée à définir le système de motorisation le plus approprié, en s'interrogeant sur les solutions offrant un meilleur compromis d'optimisation rejets de CO₂ / rendements / coûts.

Les architectures possibles de Groupes Motopropulseurs (GMP) ont été analysées avec l'idée que l'adjonction d'une électrification fait partie des solutions inéluctables à terme (cf. la note de synthèse du Thème 3).

L'intérêt de cette approche est de mieux définir les enveloppes de cahier des charges des moteurs à combustion interne.

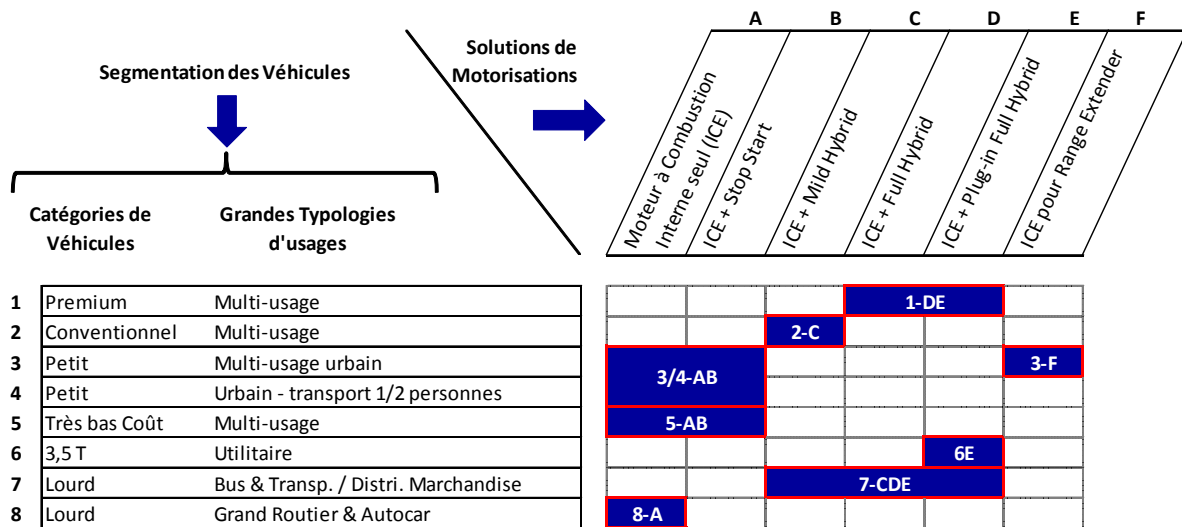
Pour une meilleure optimisation du GMP, les moteurs sont en effet conçus différemment suivant le degré d'hybridation avec lesquels ils sont susceptibles d'être mis en œuvre - du simple « Stop-Start » au prolongateur d'autonomie (« range extender »), en passant par le « mild hybrid », le « full hybrid », ou le « plug-in hybrid ».

En fonction de l'usage visé pour le véhicule, les solutions d'électrification ne présentent pas toutes la même pertinence. Par exemple, le Full Hybrid est intéressant sur les courtes distances avec beaucoup d'arrêts / démarrages. Il apporte peu d'avantages sur les longues distances à vitesse stabilisée.

2. Forces / faiblesses de la filière française

Ce travail a permis d'identifier 8 cahiers des charges de moteurs à combustion interne, mettant en perspective des typologies d'usages / mobilité et apparaissant comme les plus attractifs pour répondre aux besoins en motorisation de grandes familles de véhicules. Ces cahiers des charges ont fait l'objet de fiches de synthèse jointes en annexe 3.

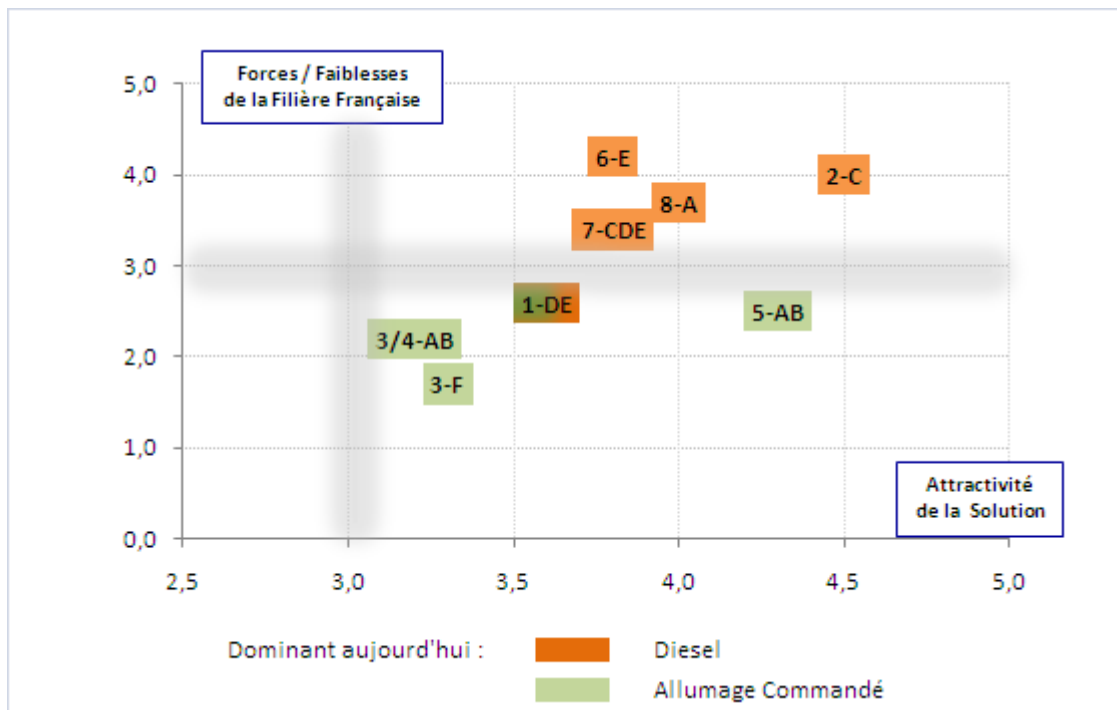
Les 8 grands segments « véhicules / usages / solutions de motorisation »



Chacun de ces 8 ensembles « véhicule / GMP » a été évalué par le GTEC4 suivant deux critères :

- Attractivité pour la filière française : quels sont ceux qui sont les plus / moins porteurs ? Qui correspondent à des marchés futurs intéressants ?
- Forces / faiblesses de la filière française : quels sont ceux où elle est présente / forte, absente / faible ?

Le positionnement de la filière française



Cette analyse n'est qu'une ébauche qu'il convient bien évidemment de prendre avec précaution. Elle fait néanmoins ressortir un positionnement qui est :

- Très bon en ce qui concerne les moteurs « conventionnels » - jusqu'à 75kW de puissance et une dépollution au-delà des normes Euro6 (segment « **2C** ») -, qui sont les plus appropriés pour la mise en œuvre de l'architecture « mild hybrid »,
- Plutôt moyen sur les moteurs haut de gamme (**1-DE**) qui ont plutôt vocation à être combinés avec des systèmes de type « full hybrid » et « plug-in hybrid »,
- Passable sur les moteurs à allumage commandé (**5-AB**) de version « low cost » ; marché attractif sur lequel des pays émergents semblent mieux placés et qui constitue une nouvelle cible porteuse d'importants potentiels commerciaux,
- Faible sur les moteurs essence de très petite cylindrée (**3/4-AB**) à développer pour équiper des petits véhicules urbains émettant moins de 60g de CO₂ / km,
- Quasi inexistant sur les très petits moteurs de 10/15 kW (**3-F**) nécessaires au fonctionnement du système « range extender » convenant pour les petits véhicules urbains à performances limitées,
- Très bon pour les moteurs destinés aux véhicules utilitaires légers (**6-E**) ainsi qu'aux véhicules lourds (**7-CDE** et **8-A**) susceptibles d'utiliser différentes options d'hybridation suivant le contexte d'usage visé.

Ce qui ressort de cette photographie, c'est que la filière française apparaît actuellement plutôt moins bien positionnée sur le moteur à essence. Sa force réside surtout dans le moteur diesel pour la voiture conventionnelle multi usage et pour les plateformes plus lourdes (véhicules utilitaires, camions).

3. Points clés sur les développements moteurs

Ces conclusions suggèrent un certain nombre d'orientations à privilégier pour le développement et l'amélioration des moteurs à combustion interne - dans la perspective de leur adéquation avec les évolutions perçues des possibles cahiers des charges mobilité à l'horizon 2020.

Recommandations :

1. Soutenir la compétitivité de la filière Diesel ; notamment face aux enjeux à venir avec les nouvelles normes de dépollution.

Le savoir-faire français - et sa capacité d'exportation - repose aujourd'hui surtout sur le moteur diesel. Cette force correspond à une logique de marché européenne. Elle s'appuie sur un outil industriel de production moteur et sur un tissu de fournisseurs de composants dédiés.

Mais cette filière n'est pas exempte de menaces. Elle doit faire face aux évolutions mondiales des marchés en faveur des véhicules low-cost et au défi des futures réglementations européennes sur la dépollution qui imposent un effort particulier dans le post traitement.

Les développements doivent également être axés sur les poids lourds et véhicules utilitaires légers pour lesquels la motorisation diesel reste la référence grâce à son excellent rendement.

Par ailleurs, des synergies de compétences sont à accentuer entre moteurs pour voitures et ceux pour véhicules utilitaires, à l'image des turbos, des systèmes de dépollution, ou aussi de l'injection directe – inspirée au départ des technologies pour poids lourds qui bénéficient désormais du système à rampe commune (« common rail ») mis au point pour les voitures.

2. Lancer un grand projet national coordonné permettant à la filière essence de se positionner sur le concept d'un petit moteur « universel » totalement optimisé et ayant vocation à être hybridé.

L'analyse des segments « véhicules / usages / solutions de motorisation » confirme le besoin d'un positionnement sur une petite motorisation essence. La cible est d'équiper les véhicules particuliers multi-usages à très bas coût – pour lesquels la filière française s'estime légitime. Avec une conception qui puisse également se décliner sur des petits véhicules multi-usages urbains simples, ou équipés en prolongateur d'autonomie.

Ces cahiers des charges sont difficiles à traiter compte tenu du savoir-faire actuel. Mais une telle orientation doit être poursuivie car elle constitue un relais de croissance potentielle important, notamment à l'exportation. Elle est par ailleurs essentielle pour préparer la filière française à un redéploiement dans le cas où le marché du diesel connaîtrait un certain retournement (dans l'hypothèse d'un scénario défavorable en ce qui concerne la disponibilité du carburant diesel et les contraintes de dépollution).

L'objectif serait un petit moteur « universel », modulable en termes de nombre de cylindres pour couvrir une gamme de puissance de 10 à 30 kW environ (50kW maxi) comme le montrent les fiches de synthèse en annexe 3.

Dans une logique inverse de celle du downsizing, il devrait pouvoir accueillir des briques technologiques complémentaires afin de répondre aux exigences de montée de gamme des différents cahiers des charges véhicules. Il a vocation à être couplé avec une hybridation de type Stop-Start, Mild Hybrid et aussi Range Extender. Son caractère universel implique qu'il soit polycarburant pour répondre aux demandes des différents marchés.

Ce projet pourrait emprunter deux voies que le GTEC4 recommande de suivre en parallèle :

- Partir d'une feuille blanche en ouvrant la conception à la technologie du 2 temps,
- Adopter une logique évolutive des bases existantes à optimiser tant au niveau de l'architecture moteur que des composants.

Le développement impose une collaboration étroite avec les filières métiers, afin d'optimiser les composants et d'adapter les outils industriels existants. Par exemple pour la fonderie aluminium : être en mesure de proposer des carter cylindres à bas coûts. Etc.

3. Renforcer les programmes technologiques (systèmes, composants, matériaux) visant à améliorer les performances moteurs.

Compte tenu de ce qui précède, le GTEC4 constate que les travaux relatifs à l'amélioration des performances moteurs s'orientent suivant 2 approches apparemment contradictoires, mais qu'il convient de mener en parallèle :

- Tirer la conception actuelle des moteurs vers des « raffinements » de plus en plus poussés.
- Simplifier au maximum les moteurs en optimisant leur conception en vue de leur hybridation.

Il attire également l'attention sur le fait que les technologies ne sont pas identiques pour tous les marchés.

Pour réussir le défi de l'amélioration des performances moteurs, il est nécessaire de mener un inventaire détaillé des forces et des faiblesses sur les expertises de la filière française, afin d'approfondir les recommandations 1 et 2 avant d'engager des programmes de recherche et développement spécifiques. Cela concerne :

➤ les méthodes d'optimisation en termes de CO₂ / coût, par exemple :

- Downsizing,
- Mélanges pauvres
- Combustions CAI / HCCI
- Récupération des pertes thermiques
- Stratégies d'optimisation d'énergie sur mild hybrid
- Etc.
- Réduction des pertes par frottement
- Réduction des pertes par pompage
- Nouveaux cycles thermodynamiques

➤ les technologies sous-jacentes, par exemple :

- Injection directe
- Suralimentation
- Allumage
- 2 temps
- Interface électromécanique avec systèmes mild hybrid
- etc.
- Distribution variable
- Boucles d'air et EGR (HP, BP, interne)
- Matériaux hautes température
- Post-traitement Nox et particules

4. Positionner les développements de la filière française – et les dispositifs de soutien – dans une logique d'ouverture européenne.

Il y a lieu de favoriser une collaboration internationale dans ces domaines puisque beaucoup des centres R&D les plus en pointe sur les composants moteurs critiques sont situés à l'étranger, notamment en Allemagne.

Autre recommandation :

Enfin, il faut souligner que le « *management énergétique du véhicule et l'électrification des fonctions auxiliaires* » est stratégique pour l'amélioration des moteurs à combustion interne.

Ce « Thème 6 » identifié par le GTEC4 est brièvement abordé dans la note de synthèse du Thème 3 ci-après. Il est essentiel qu'un groupe de travail spécifique soit organisé sur ce sujet, en impliquant les experts des moteurs à combustion interne.



Motorisation Propre (GTEC4)

Thème 3 :

**Faire émerger une véritable filière française
compétitive en véhicules hybrides / électriques**

L'hybridation des groupes motopropulseurs, combinée avec des moteurs diesel ou essence plus performants, apporte une famille de solutions pour réduire la consommation de carburant (15 à 20%) et les émissions de CO₂ (sous la barre des 90 g/km). La traction électrique pure constitue l'évolution ultime de cette mutation technologique (véhicule zéro émission).

La décennie écoulée a vu l'intensification de développements visant un déploiement à grande échelle. A ce jour, seules deux architectures hybrides peuvent se prévaloir d'un succès commercial notable :

- 2 millions de voitures hybrides ont été écoulées. Toyota, premier promoteur du concept, restera en situation monopolistique sur les 3 à 5 ans à venir (plus de 80% de part de marché).
- 1,2 million de véhicules ont été commercialisés avec un système Stop-Start. Cette architecture « micro-hybrid » est susceptible d'équiper une très forte proportion de voitures à essence européennes d'ici à 10 ans.

Bien que relativement limités à l'échelle du marché automobile, ces succès illustrent les deux voies qui s'offrent à l'industrie, à savoir respectivement :

- Un « saut technologique », favorisé par le maintien des prix de carburant élevés, et qui s'applique plutôt aux plateformes véhicules chers / lourds.
- L'introduction d'innovations incrémentales, permettant de démontrer le bénéfice intrinsèque de chacune des technologies et d'en rendre leur prix de lancement commercial plus indolore.

L'incertitude demeure quant à l'amplitude et à la vitesse de pénétration des architectures hybrides / électriques. Mais, il est certain que leur déploiement fera émerger un nouveau tissu de fournisseurs pour des technologies aujourd'hui peu présentes dans le secteur automobile.

1. Rappel : typologie des véhicules hybrides / électriques (VE/VEH)

Rappelons qu'un standard se dégage désormais autour de 5 / 6 grands types d'architectures hybrides qui forment un « continuum » de solutions permettent de répondre à différents cahiers des charges véhicules.

Complétant les performances de moteurs à combustion interne optimisés (cf. note de synthèse du Thème 2), ces architectures apportent des fonctions additionnelles de :

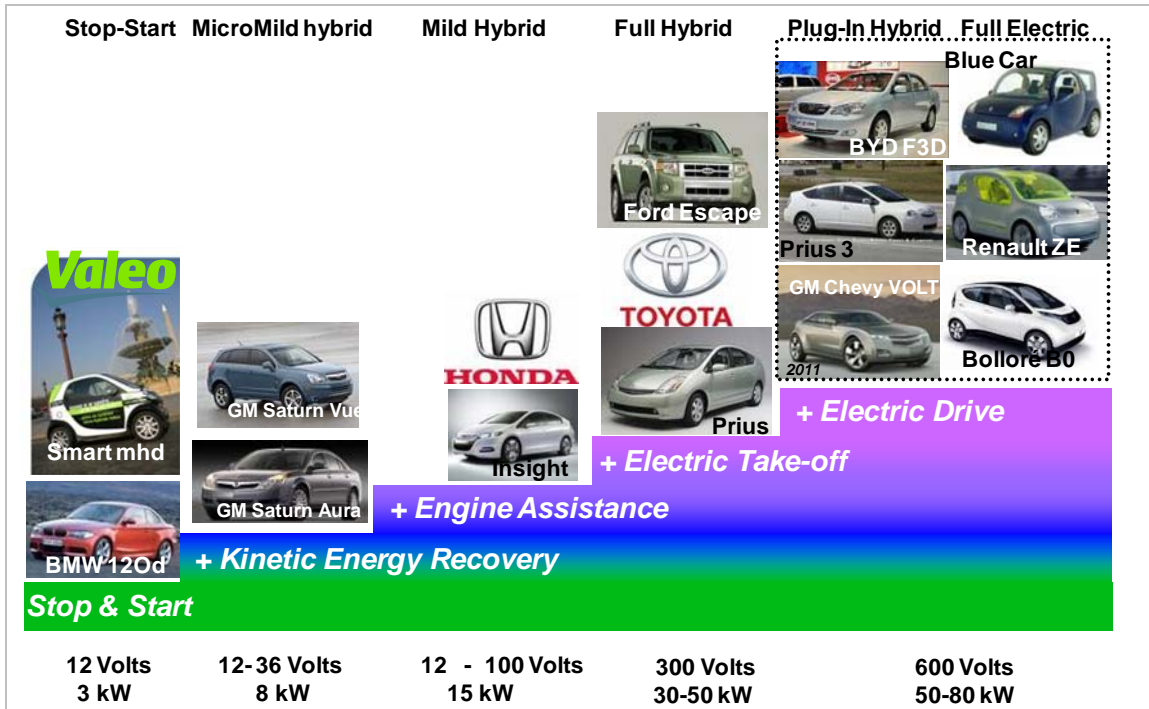
- Stop-Start (« micro hybrid »),
- Récupération d'énergie au freinage,
- Appoint de puissance lors des phases d'accélération (« mild-hybrid »),
- Démarrage du véhicule en mode électrique (« full-hybrid »).

S'il est équipé de batteries de plus grandes capacité, le véhicule peut aussi fonctionner en mode tout électrique - avec une autonomie limitée et la faculté de se recharger sur une prise (« plug-in hybrid »). A l'extrême, la chaîne de propulsion peut être totalement électrique (« full electric »).

Ces architectures sont modulées notamment par la puissance des moteurs électriques utilisés (3 kW à 80 kW et plus), et leur tension de fonctionnement (12 V à 600 Volts).

Véhicules hybrides / électriques sur le marché

(Source : Valeo – 16 décembre 2009)

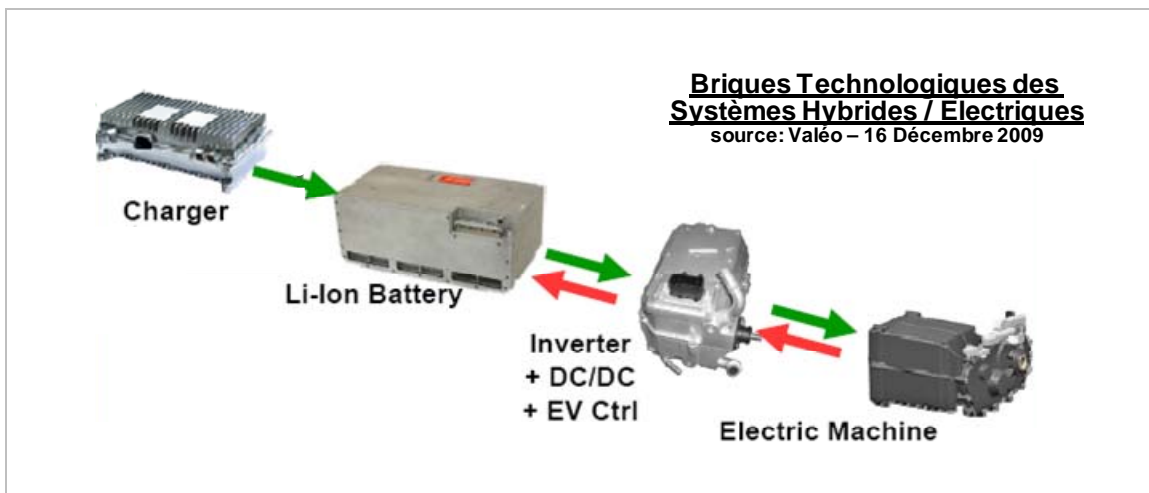


Il est admis que tous ces systèmes coexisteront longtemps sur le marché. Une conversion massive à la traction électrique pure – véritable rupture dans la conception des plateformes véhicules – n’est envisageable à grande échelle que sur le long terme (50 ans).

A l’horizon 2020 (cf. note de synthèse du Thème 1), au moins 95 à 98% des véhicules resteront équipés d’un moteur à combustion interne. Une fraction non négligeable ferait l’objet d’un certain degré d’hybridation.

2. Périmètre technologique des systèmes VE/VEH

Dans leur principe, ces systèmes font tous appel à cinq grandes *nouvelles* « briques » technologiques, modulées suivant l’architecture hybride mise en œuvre :



Typiquement, la **chaîne de propulsion électrique** comporte 3 sous-systèmes :

1. Le moteur électrique.
2. Un ensemble électronique de pilotage avec onduleur, convertisseur DC/DC, superviseur, et s'il y a lieu, chargeur de batterie.
3. Un motoréducteur assurant l'interface cinématique.

L'**unité de stockage électrique** peut être simple dans le cas du Stop-Start (batterie plomb 12V) ou plus sophistiquée pour les autres architectures de VEH. Dans ce cas, elle est constituée :

4. D'éléments électrochimiques (Nickel Métal-Hydrure ou Lithium Ion).
5. D'un système complexe d'intégration avec gestion thermique et gestion électronique de contrôle et de sécurité.

Pour les véhicules annoncés en 2010 / 2011, les grands choix technologiques sont bien évidemment déjà connus. Ils privilégient des fournisseurs capables dès à présent d'une fabrication grande série. Les Japonais y tiennent une place de choix compte tenu de l'avance qu'ils ont capitalisée avec le succès des véhicules hybrides au Japon.

Pour la filière française, l'enjeu est de se positionner sur les générations ultérieures de véhicules – horizon 2014 / 2015 et au-delà. Et donc de développer un savoir-faire sur des technologies qui ne faisaient jusqu'à présent pas partie du périmètre traditionnel de l'automobile.

3. Perspectives élargies sur la gestion énergétique

Le GTEC4 s'accorde sur le caractère critique de toutes les thématiques liées à la gestion des flux d'énergie dans le véhicule. Deux domaines sont prioritaires pour l'optimisation des performances énergétiques : le groupe motopropulseur et la thermique du véhicule.

Elles sont aussi à prendre en compte dans la conception et l'optimisation des véhicules électriques et hybrides. Elles impliquent une re-conception d'un certain nombre de fonctions et auxiliaires hors du strict périmètre de la motorisation.

Cette approche est d'ailleurs sans doute celle qui permettra de résoudre l'équation économique du véhicule tout électrique à l'horizon 2014 / 15. La « première » génération en cours de lancement privilégie un développement rapide, mais n'est pas économiquement viable. Une deuxième génération est attendue d'ici à 5 ans, avec pour objectif d'être commercialisable sans aides publiques.

Dans cette perspective, plusieurs axes sont considérés comme déterminants :

- Le management thermique du véhicule est un domaine clé sur lequel d'importants progrès sont à faire.

La thermique du véhicule représente un enjeu de 30 à 50% de l'autonomie du véhicule. Elle passe par une optimisation et une intégration des systèmes de refroidissement moteur, de climatisation intérieure et de refroidissement de la batterie.

La puissance électrique pour réchauffer l'habitacle quand la température extérieure tombe à -20°C, est du même ordre de grandeur (6 kW) que celle nécessaire à la traction électrique en zone urbaine ! A l'inverse, pour climatiser l'habitacle, 3 à 4 kW sont nécessaires quand la température extérieure s'élève à 30/35°C en plein été.

- Le système de freinage est un enjeu en termes de récupération d'énergie.
66 à 75% de l'énergie dissipée par un véhicule en cycle urbain l'est dans les phases d'accélération et de décélération. En théorie, si la récupération d'énergie au freinage était effective à 100%, l'autonomie des véhicules électriques pourrait être multipliée par deux à trois !
Le facteur deux apparaît comme un objectif accessible. Mais, la re-conception du système de freinage n'est pas sans conséquences normatives – besoin d'un dispositif de freinage d'urgence en complément du rôle de ralentisseur joué par le moteur électrique.
- Des fonctions auxiliaires à faible consommation énergétique procèdent également d'une amélioration d'ensemble des performances.
Cette contribution à l'amélioration du bilan énergétique du véhicule passe par l'électrification de certains systèmes (par ex., direction assistée électrique) et le développement de systèmes électriques à faible consommation (ventilateur, éclairage, etc.). Elle repose la question de la distribution de la puissance électrique et des signaux dans le véhicule.

Ces thématiques sont stratégiques pour une meilleure optimisation des performances des véhicules électriques et hybrides. Le GTEC4 a jugé qu'elles devraient faire l'objet d'une démarche spécifique dans le cadre de la PFA.

A noter : D'autres sujets ont également leur importance pour aider à la réduction des émissions de CO₂.

Les améliorations de la résistance au roulage des pneumatiques ou une conception « allégée » des plateformes, sont des axes bien connus, communs à tous les types de véhicules.

Des interfaces conducteur / véhicules spécifiques, la connectivité du véhicule, les manœuvres automatiques, etc. sont autant de contributeurs possibles aux performances énergétiques des véhicules. Elles relèvent de la thématique « fonctions et véhicules du futur » traitée par le GTEC3.

4. Forces et faiblesses de la filière française

Une cartographie des compétences mondiales sur les 5 briques technologiques des VEH a été dressée (tableau ci-après). Elle fait apparaître la prédominance des grands groupes étrangers, plus particulièrement asiatiques et aussi allemands.

Seuls de très grands groupes semblent pour l'instant positionnés comme acteurs crédibles sur ces technologies hybrides. Leur taille est un facteur clé en regard de l'ampleur des efforts de R&D nécessaires et aussi pour tenir la durée en attendant la matérialisation effective des marchés de volume...

Les acteurs français se comptent sur les doigts d'une main. Les sociétés étrangères implantées en France, et donc susceptibles d'être partie prenante d'une filière française, ne sont guère plus nombreuses.

Il existe depuis 2009 en France, un consortium regroupant des compétences pour adresser les nouveaux systèmes technologiques pour VEH et aussi la gestion thermique des véhicules. Il regroupe Valeo, Michelin, Leroy-Somer, GKN, JC-Saft et Leoni.

Cartographie des principales expertises mondiales

Acteurs du groupe motopropulseur électrique

	Electronique	Moteur électrique	Moto-réducteur
Filière française	Valeo Actia	Valeo Leroy-Somer	Renault PSA
Sociétés étrangères implantées en France	Continental Bosch Delphi	(ABB)	GKN ZF Getrag Ford GM
Groupes étrangers	Keiretsu Toyota Hitachi des Coréens (eg. Mobis) des Chinois Magna	Keiretsu Toyota Bosch Hitachi Mitsubishi Continental Magna Remy Delco des Chinois...	Keiretsu Toyota Getrag Magna Eaton Aisin Jatco BorgWarner Graziano Tous les constructeurs mondiaux et leurs JV communes
Outsiders du secteur automobile et/ou non présents sur la technologie pour l'automobile	Magneti Marelli Acteurs présents dans les moteurs / variateurs et qui sont susceptibles d'intégrer l'électronique : Toshiba Mitsubishi Fabricants présents dans les petites puissances et voulant monter en gamme (Zapi, Curtis, Sevcon, les)	Quelques Français (SEW, Michelin, Phenix) Des start-up technologiques : AC-Propulsion (US), Brusa, Mes-DEA (Suisse) ZF les constructeurs auto voulant intégrer cette technologie (eg. Mercedes l'a déjà annoncé) des Taïwanais	

Acteurs du système de stockage électrique

	Cellules électrochimiques		Packaging / système batterie
	Batteries Li-ion	Super-condensateurs	
Filière française	Bolloré	Bolloré BatScap	
Sociétés étrangères implantées en France	JC Saft		JC Saft (Pontoise)
Groupes étrangers	Dow Chemical NEC (via la SVE)	Panasonic Maxell Netscap (Coréen)	Keiretsu Toyota Continental Bosch
Outsiders / nouveaux entrants	A123 Les Japonais 30 Chinois...		Valeo d'ici peu... Renault

5. Recommandations

Au-delà des effets de mode, l'électrification des groupes motopropulseurs constitue une mutation inéluctable à long terme du secteur automobile.

L'industrie japonaise s'est positionnée très tôt sur le sujet. De nombreux acteurs internationaux y consacrent désormais une part très importante de leurs budgets de développement.

Dans le but d'aider à l'émergence d'une véritable filière française compétitive en véhicules hybrides / électriques, le GTEC4 suggère de :

1. Soutenir le développement d'expertises en mécatronique, facteur de différenciation au niveau performance / coût / encombrement.

L'électronique du VEH fait appel à des composants de commutation de puissance (Mosfet, IGBT). Des groupes majeurs comme le keiretsu Toyota, Mitsubishi, Fujitsu, Hitachi et Fuji ont donné une longueur d'avance au Japon.

En dehors de l'Asie, on trouve aussi Infineon ainsi que ST Microelectronics et Freescale, les deux seules entités implantées en France.

Le secteur des composants présente une dynamique spécifique face à laquelle il n'est pas évident de trouver un positionnement compétitif. Par contre, l'intégration mécatronique apparaît comme facteur de différenciation pour la performance moteur.

La mécatronique touche notamment à l'optimisation de la disposition des composants, à l'intégration de modules de puissance intelligents, à la performance des systèmes de refroidissement des circuits.

C'est un domaine sur lequel le GTEC4 suggère de focaliser davantage de moyens, à l'instar de Valeo qui travaille depuis 10 ans sur des solutions de packaging innovantes notamment pour son système Stop-Start.

2. Lancer des travaux de R&D sur les ruptures possibles dans le domaine des moteurs électriques (structure machine, matériaux type SMC).

Le moteur à aimant permanent a fait l'objet d'intenses travaux au Japon pour les applications automobiles. Des configurations plus compactes ont été obtenues par Hitachi et Honda, permettant de multiplier par 4.5 les densités de puissance.

Toyota a pu repousser encore plus loin les limites de performances en combinant un fonctionnement à haute tension (500V) et à haute vitesse (12 000 tours / minute).

Des progrès ont été réalisés sur le « moteur disque » (système TM4). Des travaux de miniaturisation ont été menés par Michelin pour intégrer les moteurs dans les roues.

Des conceptions encore plus innovantes permettraient de véritables ruptures technologiques sur les moteurs électriques. Trois domaines font l'objet de recherches actives, notamment au Japon. Elles portent sur :

- la structure moteur avec des conceptions totalement différentes (ex. flux axial),
- l'utilisation de matériaux type SMC (soft magnetic components) permettant la mise en œuvre de flux en 3D,

- la technologie du moteur à induction qui, bien connue dans le secteur industriel, a effectué d'importants progrès ces dernières années pour une application dans l'automobile. Elle mériterait d'être approfondie compte tenu de son potentiel (robustesse, faible entretien, coût de fabrication inférieure).

Il conviendrait de lancer des programmes ambitieux dans ces domaines et ce d'autant plus que des expertises existent en France sur ces sujets nouveaux.

3. Reconstruire et structurer au niveau national des compétences universitaires et des laboratoires en électrotechnique et électromagnétisme.

Il existe en France des acteurs industriels susceptibles d'agréger un savoir-faire dans les moteurs de traction pour VEH.

Leroy-Somer, spécialiste et leader mondial du moteur pour applications industrielles, a été présent sur la première génération de véhicules électriques lancés il y a 15 ans (Peugeot 106 notamment). Son savoir-faire est complémentaire de celui de Valeo, équipementier de grandes séries. Alstom est quant à lui positionné sur les moteurs de traction pour véhicules lourds de très petites séries.

Pour ce qui est de la conception des moteurs, le GTEC4 formule par contre un constat sans appel. Les expertises compétentes et motivées en électrotechnique et électromagnétisme sont trop rares.

Un pôle existe sur Grenoble (M2EI, G2ELab). Le consortium SEEDS rassemble les laboratoires dans ces domaines. Mais il faut aller beaucoup plus loin en créant une véritable dynamique de réseau international et de grands programmes R&D structurants.

4. Focaliser davantage les développements batterie sur l'intégration système, clé pour accélérer l'optimisation coût / performance.

Il n'y a jamais eu autant d'investissements consacrés à la batterie. Les constructeurs cherchent d'ailleurs à en internaliser les compétences par le biais d'alliances internationales.

Le CNRS et la recherche française ont été à l'origine de nombreuses découvertes qui ont donné lieu, par la suite, à des brevets déposés le plus souvent à l'étranger. Cette situation souligne – ce qui n'est pas nouveau - la faiblesse du lien entre la recherche fondamentale et la valorisation industrielle.

Un dispositif en électrochimie vient d'être mis en place en France autour du CEA. Mais, les développements dans ce domaine sont très lents (il faut en moyenne compter au moins 15 ans pour aboutir à un produit industrialisable). Et force est de constater qu'en électrochimie, on est toujours à la recherche de la solution optimale...

Le GTEC4 estime, par contre, que les programmes sur l'intégration de systèmes ne font pas l'objet de suffisamment d'attention. Ce domaine est pourtant essentiel pour traiter les questions de sécurité, de durée de vie et de certification qui restent des sujets majeurs

Il recèle d'important potentiels d'optimisation, à l'image de ce qu'a réussi Toyota avec sa batterie Nickel Métal-Hydrure (poids et encombrement réduits de 30%). Et ce d'autant plus qu'il intègre une somme de métiers très liés aux savoir-faire automobiles (plasturgie / structure, gestion thermique, électronique de contrôle, etc.).

Le système – hors éléments électrochimiques – représente aujourd'hui plus de 50% du coût d'une batterie Li-ion. La standardisation de ses composants contribuera à réduire de manière substantielle les coûts de développement batterie et à accélérer les essais de qualification et donc de mise sur le marché des véhicules.

5. Renforcer les initiatives de flottes en condition d'usage pour valider les technologies – dimensionnement des solutions en fonction des cahiers des charges application.

Dans l'ensemble de ses travaux, le GTEC4 souligne l'importance d'un approfondissement des cahiers des charges véhicules / mobilité afin d'optimiser le dimensionnement des solutions technologiques spécifiques aux applications.

A cet égard, les initiatives de flottes significatives dans des conditions réelles d'usage, apportent un réel avantage compétitif, y compris pour les équipementiers.

6. Mettre en place des dispositifs structurels de soutien afin d'assurer la continuité dans la durée des efforts de toute la filière (équipementiers tout autant que constructeurs).

Une dynamique nationale avait été lancée il y a une quinzaine d'années en faveur du véhicule électrique. Mais globalement sur les dix ans qui ont suivi, force est de constater que les efforts technologiques ont été plus que ralentis... On retrouve aujourd'hui dans le Consortium les mêmes acteurs que par le passé. Et ce ne sont pas eux qui sont retenus par PSA et Renault pour lancer leurs nouveaux véhicules électriques et hybrides en 2010 / 2011.

A l'inverse, les Japonais mènent une course de fond depuis 15 ans. Elle a permis de consolider un véritable savoir-faire technologique. Elle se traduit par une très forte intégration technique et industrielle entre constructeurs et fournisseurs – cf. par exemple le keiretsu Toyota.

Il importe de définir et de mettre en place en France des dispositifs structurels afin de conforter l'émergence d'une véritable filière sur les composants pour véhicules électriques et hybrides. Pour que l'activisme d'aujourd'hui n'apparaisse pas, dans deux ans, comme un nouveau feu de paille.

7. Encourager l'agrégation des compétences françaises, en ayant comme perspective un cadre élargi, au moins au niveau européen.

Le GTEC4 considère que la filière française est une des rares, face au Japonais Denso, à maîtriser les 2 pivots clés pour l'enjeu de la gestion des flux énergétiques des véhicules (le groupe motopropulseur, la thermique véhicule).

Mais cette filière n'est pas organisée de manière capitalistique pour disposer d'une force de frappe plus grande. Et la logique d'exclusive constructeur / fournisseur limite la consolidation des efforts au niveau national.

Par contraste, l'Allemagne présente une plus grande concentration d'acteurs clés. On retrouve sous le contrôle capitalistique d'un Bosch par exemple, la plupart des technologies

essentielles à ces nouveaux systèmes VEH. Ce n'est sans doute pas un hasard si Bosch a été retenu par PSA pour sa 1^e génération de diesel hybride en 2011...

Le consortium créé en 2009 constitue une première étape de regroupement / agrégation de compétences. Il conviendrait aussi de réfléchir à la création de start-up pour l'automobile en France, et à leur intégration dans des grands groupes afin de garder un contrôle sur les technologies stratégiques pour la filière.

oOo



Motorisation Propre (GTEC4)

ANNEXES

	Page
Annexe 1 : Liste des participants au GTEC 4.....	32
Annexe 2 : Objectifs et méthode du groupe de travail « Motorisation propre » de la PFA.....	33
Annexe 3 : Fiches de synthèse par segment (Thème n° 2).....	37

NB : Les présentations de MM. Plassat, Loyer et Duret dont il est fait mention dans la note d'introduction sont disponibles en téléchargement sur www.pfa-auto.fr.

Annexe 1 : Participants aux travaux du GTEC4

Leader					
Thierry	FAUGERAS	FEDERAL MOGUL	thierry.faugeras@federalmogul.com	01 46 94 27 46	06 35 57 58 83
Représentants des organisations professionnelles					
Nicolas	LE BIGOT	CCFA	nlebigot@ccfa.fr	01 49 52 51 74	06 81 56 49 44
Victor	DELETANG	FIEV	vdeletang@fievf.fr	01 46 25 02 63	06 08 35 83 21
Jacques	MONNET	FIEV	jmonnet@fievf.fr	01 46 25 02 53	06 07 35 18 38
Représentants des entreprises / organismes					
Paul	PARNIERE	ACADEMIE DE TECHNOLOGIE	paul.parniere@cegetel.net		
Laurent	GAGNEPAIN	ADEME	laurent.gagnepain@ademe.fr	04 93 95 79 73	
Gabriel	PLASSAT	ADEME	gabriel.plassat@ademe.fr	04 93 95 79 96	NC
Pierre-Yves	GEELS	AVL France	pierre-yves.geels@avl.com	01 30 15 75 15	06 07 67 66 84
Solange	BORIE	BIPE	solange.borie@bipe.fr	01 70 37 22 63	
Eric	CHAMPARNAU	BIPE	eric.champarnau@bipe.fr	01 70 37 22 67	06 82 76 27 43
Rémy	SCHMITT	BOSCH	remy.schmitt@fr.bosch.com	01 40 10 73 82	06 80 61 09 82
André	DOUAUD	CARENEXT	andre.douaud@gmail.com	01 39 58 07 66	06 99 08 77 01
Hervé	DUPONT	CONTINENTAL	herve.dupont@continental-corporation.com	05 61 19 63 97	
Jean-Marc	NOZERAN	CONTINENTAL	jean-marc.nozeran@continental-corporation.com	05 61 19 83 95	06 13 51 73 51
Hans-Joachim	NUGLISCH	CONTINENTAL	hans.nuglisch@continental-corporation.com	05 61 19 70 07	06 16 38 34 29
Louis-Claude	VRIGNAUD	CONTINENTAL	louis-claude.vrignaud@continental-corporation.com	05 61 19 88 43	06 13 51 86 67
Gaëtan	MONNIER	D2T	gaetan.monnier@d2t.fr	01 30 13 07 02	06 07 23 13 07
Noureddine	GUERRASSI	DELPHI	noureddine.guerrassi@delphi.com	02.54.55.59.52	06 07 62 90 58
Manfred	NIETHAMMER	DELPHI	manfred.niethammer@delphi.com	01 49 90 43 69	06 08 94 97 85
Dominique	VERLANT	FAVI	dverlant@favi.com		
Vincent	LAMBLIN	Futurible	vlambelin@futuribles.com		
Bernard	JULLIEN	GERPISA	bernard.jullien@gerpisa.ens-cachan.fr		
Patrick	LARGEAU	HEULIEZ	patrick.largeau@heuliez.com	05 49 81 33 83	NC
Jean-François	GRUSON	IFP	j-francois.gruson@ifp.fr	01 47 52 69 20	06 83 52 35 61
Guy	MAISONNIER	IFP	guy.maisonnier@ifp.fr		
Philippe	PINCHON	IFP	philippe.pinchon@ifp.fr	01 47 52 65 73	06 80 12 35 56
François	BADIN	IFP - Lyon	francois.badin@ifp.fr	04 78 02 56 50	06 08 22 22 63
Gaetano	DE PAOLA	IFP SCHOOL	gaetano.de-paola@ifp.fr	01 47 52 53 57	NC
Marc	BONNIN	IFP TRAINING	marc.bonnin@ifptraining.com	01 47 52 71 04	06 76 32 12 03
Charles	BAILLY	LE MOTEUR MODERNE	c.bailly@le-moteur-moderne.fr	01 69 19 74 15	06 08 75 98 95
Jérôme	MIGAUD	MAMM+HUMMEL	jerome.migaud@mann-hummel.com	02 43 49 79 31	NC
Jean-Jacques	MILESI	POLE MOVEO MTA	jj.milesi@orange.fr	NC	06 89 18 34 50
Paul	RIVAUT	POLE MOVEO MTA	paul.rivault@pole-mta.com	NC	NC
Paul	TERRIEN	POLE MOVEO MTA	paul.terrien@pole-moveo.org	05 49 49 77 10	06 16 38 17 49
Jean	CADU	SHELL	jean.cadu@shell.com	02 35 64 16 50	4,47881E+11
Vincent	TERTOIS	SHELL	vincent.tertois@shell.com	01 39 21 75 82	06 08 67 53 43
Olivier	FOURNIER	SMA	olivier.fournier@smasr.com	01 60 59 81 30	06 22 24 67 75
Frédéric	THEVENOD	SVE - DASSAULT	fred.thevenod@free.fr	NC	06 29 25 63 10
Sophie	DESORMIERE	Valeo	sophie.desormiere@valeo.com	01 40 55 21 04	06 03 40 17 45
Luc	HERBIN	VALEO	luc.herbin@valeo.com	01 34 33 16 66	06 14 16 66 36
Michel	LIFERMANN	VALEO	michel.lifermann@valeo.com	01 40 55 20 34	06 13 14 27 15
Vanessa	PICRON	VALEO	vanessa.picron@valeo.com	01 34 33 17 48	06 03 75 61 04
Henri	TRINTIGNAC	Valeo	henri.trintignac@valeo.com	01 34 33 18 67	06 09 92 29 82
Benoît	LOMBARD	Volvo PWT	benoit.lombard@volvo.com	04 72 96 47 67	06 65 85 89 15
Sylvain	MICHON	VOLVO PWT	sylvain.michon@volvo.com	04 72 96 41 70	NC
Olivier	PAUL-DUBOIS-TAINE		opdt@wanadoo.fr		
Représentants des constructeurs					
Joseph	BERETTA	PSA PEUGEOT CITROEN	joseph.beretta@mpsa.com	01 40 66 59 86	01 40 66 32 13
Igor	DEMAY	PSA PEUGEOT CITROEN/SIA	igor.demay@mpsa.com	01 56 47 83 83	06 14 35 55 30
Olivier	PAJOT	PSA PEUGEOT CITROEN	olivier.pajot@mpsa.com	01 57 59 66 04	06 87 32 28 26
Ladimir	PRINCE	PSA PEUGEOT CITROEN	ladimir.prince@mpsa.com	01 56 47 21 57	06 33 10 29 87
Philippe	BERNET	RENAULT	philippe.bernet@renault.com	01 76 87 56 30	06 07 51 31 63
Bertrand	HAUET	RENAULT	bertrand.hauet@renault.com	01 76 85 26 90	06 24 07 58 74
Alain	LE DOUARON	RENAULT	alain.le-douaron@renault.com	01 76 83 27 36	06 07 67 05 41
Jerome	PERRIN	RENAULT	jerome.perrin@renault.com	01 76 85 54 45	06 30 65 94 17
Experts technologiques					
Pierre	DURET	SIA/IFP SCHOOL	pierre.duret@ifp.fr	01 47 52 63 15	06 80 92 16 92
Daniel	PFRIMMER	SIA	daniel.pfrimmer@sia.fr	01 41 44 93 73	06 80 38 55 22
Pouvoirs Publics					
Jean-Loup	LOYER	CAS	jean-loup.loyer@strategie.gouv.fr	01 42 75 61 50	NC
Emmanuel	CLAUSE	DGCIS	emmanuel.clause@finances.gouv.fr	01 53 44 91 89	
Jean-François	CROLA	DGCIS	jean-francois.crola@finances.gouv.fr		
Michel	FERRANDERY	DGCIS	michel.ferrandery@finances.gouv.fr	01 53 44 94 03	06 84 63 35 70
Noël	LE SCOUARNEC	DGCIS	noel.le-scouarnec@finances.gouv.fr	01 44 97 08 54	
Bernard	DUHEM	MEEDDM/PREDIT	bernard.duhem@developpement-durable.gouv.fr	01 40 81 14 13	06 86 27 49 97
Bertrand	THEYS	MEEDDM/PREDIT	bertrand.theys@developpement-durable.gouv.fr	01 40 81 22 73	NC

Annexe 2

Objectifs et méthode du groupe de travail « Motorisation propre » de la PFA

Genèse de la PFA (2009)



- Impulsion initiale donnée lors des Etats Généraux de l'Automobile
- 9 février : signature du Code de Performance et de Bonnes Pratiques
- Avril / mai: mise en place de l'articulation de la Plateforme
- 9 juin : lancement officiel de la PFA en présence de M. Luc Chatel
- 1^{er} juillet: démarrage opérationnel du Groupe de Travail n°4 "Stratégie à Moyen / Long Terme"

"J'attends de la plateforme qu'elle participe à une vision prospective pour donner à l'Etat des éléments de visibilité de long terme sur la filière et ses évolutions. Je souhaite en particulier qu'elle noue des relations privilégiées avec les organismes de recherche comme l'Inrets, l'IFP, le CEA, avec des associations savantes comme la Société des Ingénieurs de l'Automobile et avec les Pôles de compétitivité, pour être capable de tracer la carte des grandes priorités technologiques et sociologiques des 10 ans à venir "

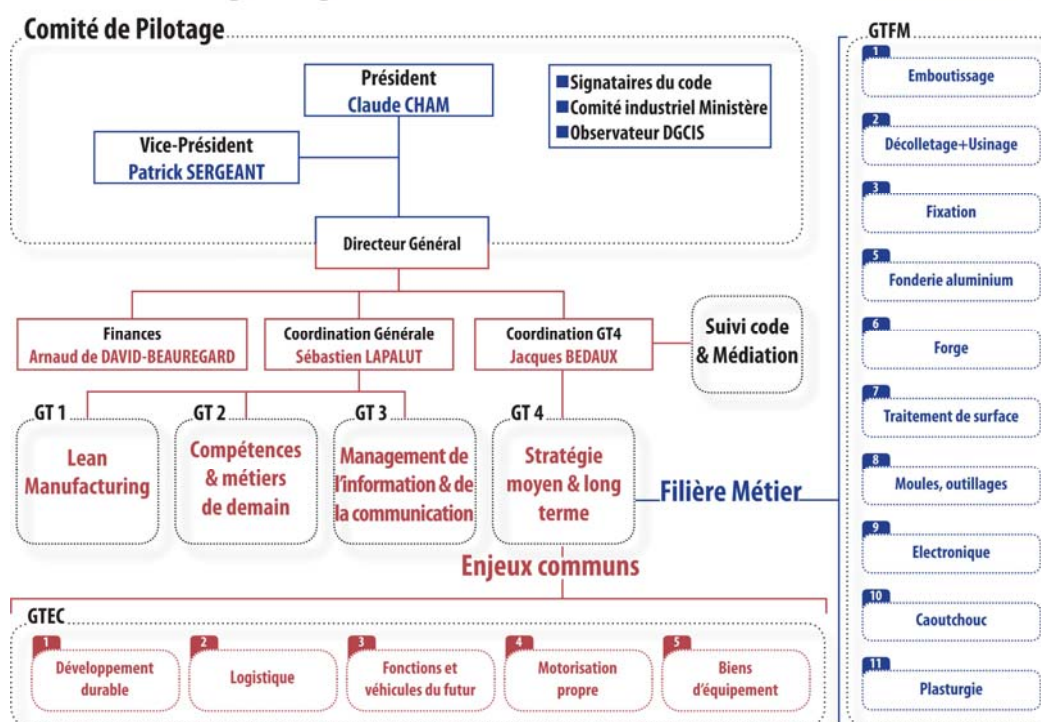
Luc Chatel

Discours du 9 Juin 2009

GT4 – "Motorisation Propre"

Séminaire du 23 Septembre 2009

Organigramme de la PFA



Le Thème 4



- Ce "Thème 4" doit être le forum de discussion permettant de se préparer au mieux aux grandes mutations à venir (technologiques, processus, internationalisation, logistique, structuration industrielle, développement durable, attentes consommateur...)
- Une coordination stratégique efficace (**structurer l'élaboration et le partage des axes stratégiques et technologiques**) au sein de l'ensemble de la filière constructeurs / fournisseurs doit renforcer et assurer une compétitivité accrue pour **l'ensemble des participants** de la filière en France
- Les résultats des discussions déboucheront sur des **orientations** de "feuilles de route" pour les différents acteurs de la filière, sur des décisions **d'actions communes**, sur des **recommandations** auprès des pouvoirs publics
- Les travaux du "Thème 4" seront abordés en **sous-groupes spécialisés**. Une synthèse des grandes orientations et des actions à mener sera coordonnée en séance plénière.
- Les **"partenaires"** du "Thème 4" seront (en fonction des sujets):
 - SIA , INRETS sur les aspects technologiques
 - Pôles de compétitivité sur les aspects technologiques, métiers et industriels
 - FMEA sur les aspects structuration Industrielle
 - Fédérations de métiers

« Motorisation propre »



- Démarche volontaire: essayer d'être productif malgré les délais
- Privilégier l'implication d'individualités motivées et compétentes plutôt qu'un « équilibre institutionnel représentatif »
- Mettre en place une démarche participative valorisant l'expertise existante au sein d'entreprises et d'organisations (eg. SIA, FIEV)
- Ne pas refaire ce qui existe déjà– s'appuyer sur des travaux déjà réalisés, diffusés et largement connus
- Ne pas chercher à être exhaustif / se focaliser sur quelques thématiques pour faire émerger des pistes aussi concrètes que possibles
- Rester centré sur le sujet de la « motorisation propre » (au sens large) sans se disperser sur des thématiques connexes
- Essayer de mettre en œuvre une démarche en « entonnoir » pour sérier les questions et aboutir à des préconisations
- Inscrire les préconisations à court / moyen terme dans une vision à moyen / long terme : travailler sur l'horizon 2020

Démarche de Travail



ETAPES	OBJECTIFS	DELAI
1 Formaliser les grandes lignes de scénarios contrastés, encadrant un futur probable à l'horizon 2020	Poser un cadre de travail	
2 Explorer les grandes mutations perceptibles et s'accorder sur l'identification de thématiques clés	Identifier des orientations prioritaires	fin Sept.
3 Evaluer les urgences et enjeux au regard de la situation des industriels français (constructeurs et équipementiers)	Ébaucher un diagnostic stratégique	
4 Réfléchir aux recommandations et plans d'actions pour renforcer la compétitivité internationale	Formuler un 1er jet de préconisations	fin Dec.

Annexe 3

Thème 2
Fiches de synthèse par segment

Véhicule « Premium » multi-usages	<i>Segment :</i> 1-DE
<p>Catégorie de véhicule / typologie d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - véhicules particuliers, à niveau de prestations élevé dont l'usage est à la fois urbain et routier (typiquement partagé entre les trajets quotidiens domicile/trajet et l'utilisation week-end/vacances). - Nos réflexions préliminaires nous ont orienté vers une motorisation hybride ("full hybrid" ou rechargeable). Les raisons de ce choix résident dans le fait que cette architecture de motorisation : <ul style="list-style-type: none"> o réduit significativement les émissions de CO₂ (et le coût d'usage) en utilisation urbaine tout en préservant les prestations du véhicule dans les autres conditions d'utilisation. o répond sur ce segment à une attente client pour un contenu technologique fort. 	
<p>Elément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :</p> <p>L'optimisation du groupe motopropulseur hybride conduit à des exigences spécifiques sur le moteur à combustion interne. Le système de gestion de l'énergie du véhicule hybride va centrer l'utilisation du moteur autour de sa zone de consommation spécifique minimale. Par ailleurs, la consommation sur route/autoroute est un facteur important dans le coût d'usage de ce type de véhicule.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Le moteur devra donc être optimisé dans une plage d'utilisation couvrant la zone de consommation spécifique mini et celle d'utilisation sur route/autoroute qui est différente et plus restreinte que celle d'une motorisation conventionnelle. La consommation d'un moteur diesel est la cible. - La puissance maximale du moteur serait de l'ordre de 75/100kW. En intégrant 30/50kW de puissance électrique, le niveau de puissance total de la motorisation se place entre les motorisations 2.0l turbo et V6 actuelles. La machine électrique assurant le couple à bas régime, l'exigence sur le moteur en termes de souplesse n'est pas élevée. Selon le niveau de performance visé, une puissance thermique supérieure peut être demandée. - Pour la vibro-acoustique, le moteur devra être particulièrement discret car son fonctionnement sera déconnecté de l'usage et par conséquent des attentes du conducteur. On peut, par exemple, dans le cas d'un hybride rechargeable et en roulage stabilisé avoir une alternance d'arrêts moteur et de redémarrage à pleine charge. - L'utilisation intermittente du moteur notamment dans le cas de l'hybride rechargeable pose des problèmes particuliers en termes de fiabilité et de dépollution. - Concernant le prix, compte tenu du coût total d'une motorisation hybride (machine électrique, électronique de puissance, batterie), on cherchera des solutions à coût minimal ou, du moins, offrant le meilleur apport de valeur client (notamment en coût d'usage) par rapport au prix. <p>Le moteur à allumage commandé atmosphérique ressort de l'analyse comme hypothèse centrale. D'autres solutions techniques sont néanmoins à considérer (moteur à allumage commandé suralimenté ou moteur diesel) et à positionner en termes de coût d'usage, de coût et d'acoustique</p>	
<p>Attractivité de la solution :</p> <p style="text-align: center;">1 3,6 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Attractivité jugée moyenne par prudence vis-à-vis de l'orientation "premium" plutôt que par désintérêt pour la technologie. Elle traduit finalement une oscillation entre l'abandon du segment et le maintien de notre présence malgré les barrières à l'entrée technologique. - En effet, les constructeurs français sont quasiment absents des marchés porteurs (et profitables) du haut de gamme (USA et Japon). En Europe, ils sont menacés sur ce segment par les taxes et le niveau d'exigence technologique. De plus, nos marchés d'avenir (en volume) sont des véhicules modestes en taille et en motorisation. - L'intérêt serait néanmoins de développer des véhicules haut de gamme "tous marchés" (ce qui exclut les motorisations diesel) et d'introduire la technologie hybride par un segment dont les prix de vente pourraient absorber le surcoût initial. 	
<p>Forces / faiblesses de la filière française :</p> <p style="text-align: center;">1 2,6 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plutôt jugée globalement en dessous de la moyenne en raison de sa faiblesse sur le segment premium. - Les efforts de développement ont été principalement consacrés aux motorisations suralimentées essence et diesel. Les motorisations atmosphériques haut de gamme (V6) proviennent de partenaires présents sur des marchés plus conséquents (USA, Japon). Cependant, les 4 cylindres en ligne qui pourraient constituer une réponse font partie de la gamme des constructeurs français en volume non négligeable. - L'hybridation peut être vue comme une opportunité de revenir sur le haut de gamme avec notamment des "petites" motorisations (typiquement L4 au lieu de V6). Ce point est bien sûr dépendant de la filière "électrotechnique" (batteries notamment). - Les éléments nécessaires sont présents dans la filière (savoir-faire, composants, moyens de production) a fortiori si le choix d'orienter vers une motorisation diesel. Mais des développements spécifiques sont nécessaires alors que les motorisations atmosphériques sont déjà disponibles chez les constructeurs japonais. - Ne pas oublier que le GMP hybride sera également équipé d'une transmission spécifique de type automatique et que la filière française est également faible dans ce domaine. 	

Véhicule « conventionnel » multi-usages	Segment : 2-C
Catégorie de véhicule / typologie d'usage :	
<ul style="list-style-type: none"> - Véhicule conventionnel de gamme intermédiaire destiné à la fois à un usage urbain et routier. - Les besoins en termes de prestations de ce type de véhicule ne devront pas radicalement changer par rapport à celui d'aujourd'hui. En effet, son caractère multi-usages exige des prestations maximales en termes de performance, des émissions de CO2 et du confort de conduite. 	
Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :	
<ul style="list-style-type: none"> - Les premières réflexions du groupe de travail suggèrent une motorisation thermique avec une hybridation légère type « stop-start » avec récupération de l'énergie du freinage, ou de préférence hybridation type « mild hybrid ». - La technologie hybride diesel, qui associe l'efficacité d'une motorisation diesel à un moteur électrique, est la plus adaptée et aussi la plus efficace en réduction de CO₂. - Le moteur thermique à l'horizon 2020 sera donc de préférence un petit moteur diesel à condition que le post-traitement associé soit économiquement acceptable. A défaut, utilisation d'un moteur allumage commandé à injection directe fortement « downsized ». - Puissance maximale d'environ 75 kW avec une dépollution au-delà d'Euro6. Dans le cas de l'hybridation légère, une puissance électrique de 10 à 20kW sera nécessaire pour assurer les phases de décollage. - A noter également que ces technologies micro-hybrides, type alterno-démarrreur, assurant la fonction de « stop-start » sont moins intrusives, représentent une première étape vers l'hybridation et peuvent présenter un bon compromis coût/performance. - Cependant, l'association de l'hybridation partielle au moteur thermique nécessitera, en plus du développement et de l'intégration de nouveaux composants (alterno-démarrreurs, moteurs électriques, batteries...), un contrôle moteur permettant une gestion énergétique intelligente et une nouvelle mise au point du moteur. 	
Attractivité de la solution :	
1	4.5...5
<ul style="list-style-type: none"> - Très attractive car le marché des véhicules conventionnels multi-usages pour une utilisation urbaine et routière est considéré comme très porteur. - Ce type de segment constitue le cœur de gamme du marché européen avec des volumes importants pour les constructeurs français. A l'horizon 2020, ce segment devra rester majoritaire par rapport aux autres types de véhicules, car il est adapté à tous les marchés. - Le caractère multi-usages fera de ce véhicule le meilleur candidat pour l'exportation dans les pays émergents où la majorité des foyers ne possèdent qu'un seul véhicule. 	
Forces / faiblesses de la filière française :	
1	4.0...5
<ul style="list-style-type: none"> - La filière française est considérée comme forte pour ce type de moteurs, notamment dans le diesel et le « downsizing » essence avec des techniques bien maîtrisées dans les domaines de l'ingénierie et de l'industrialisation. - Des efforts sont néanmoins à développer dans le couplage avec une hybridation légère. L'hybridation de ce type de véhicule multi-usages nécessitera un effort R&D important. - Il apparaît donc primordial de maintenir les efforts de développement dans ce type de segment en renforçant les connaissances dans les petits moteurs diesel afin de rester compétitif et de bien se positionner sur les marchés émergents. 	

Petit véhicule urbain thermique	Segment : 3/4-AB
<p>Catégorie de véhicule / typologie d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Petit véhicule thermique, dédié à l'usage urbain pour les marchés matures, c'est-à-dire : <ul style="list-style-type: none"> o de faible encombrement et faible consommation, o pour un maximum de quatre personnes, o avec un rayon d'action et une vitesse maximale limités. - Cette famille de véhicules comprend également les quadricycles légers conçus pour transporter seulement une ou deux personnes. - Ce segment n'inclut pas le cas du petit véhicule électrique, dédié à l'usage urbain, avec prolongateur d'autonomie (traité dans le segment 3-F) - Pour le véhicule thermique dédié urbain, on peut envisager des performances comparables à celles que permettront les futurs véhicules électriques purs. Par contre, l'autonomie devrait rester identique à celle des véhicules actuels grâce à la forte densité énergétique des carburants liquides. 	
<p>Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La solution la plus porteuse à horizon 2020 dans ce segment serait le moteur essence à très faible consommation de carburant. Le thème « moteur thermique » pour solutions hybrides n'a pas été retenu pour des raisons de coût. - La puissance du moteur à combustion serait limitée entre 15 à 30 kW, ce qui suggère un moteur de très petite cylindrée, en dehors des standards automobile actuels. Le moteur sera préférentiellement un moteur à allumage commandé (essence, biocarburant) de type 4 temps ou 2 temps pour des raisons de coût et de faisabilité. - L'objectif à atteindre est une consommation de carburant comprise entre 2 et 3 L/100km soit environ 60g CO2/km. Le respect des normes Euro 6 et au-delà devrait être obtenu sans technologies coûteuses de post-traitement. - Le niveau de prix devrait permettre de recourir à des technologies apportant des réductions supplémentaires d'émissions de CO2 telles que le Stop-Start, l'automatisation de la transmission qui permet d'exploiter le moteur dans ses plages de meilleur rendement, ou encore l'alternateur et les consommateurs électriques à haut rendement. - Les efforts pour réduire les émissions de CO2 devront également porter sur la réduction de masse et de taille du véhicule. - Il faudra également porter une attention particulière à la réduction de la consommation d'énergie du système de climatisation dont le compresseur restera entraîné par le moteur thermique. 	
<p>Attractivité de la solution : 1 3.2 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - La solution a été analysée comme relativement attractive, mais avec des avis très partagés car : <ul style="list-style-type: none"> o Elle est positionnée sur le même segment d'utilisateurs que ceux du véhicule électrique ; c'est-à-dire pour l'instant sur un marché de niche à très petits volumes o Elle est attractive pour les pays émergents avec, par contre, un potentiel beaucoup plus grand - Le marché des petits véhicules thermiques pour cette application urbaine devrait se développer car ces véhicules répondent à un vrai besoin de mobilité par leur aspect pratique lié à leur faible encombrement. La limitation d'accès, voire l'interdiction des automobiles traditionnelles en centre ville, pourrait encore en accélérer le développement. - Les quadricycles légers devraient profiter de réglementations assouplies. 	
<p>Forces / faiblesses de la filière française : 1 2.2 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans ce domaine, la filière française est considérée comme faible. - Les participants soulignent la faiblesse depuis la conception jusqu'à la production en passant par l'industrialisation des petits moteurs thermiques. Ces derniers sont jugés trop éloignés des standards automobiles actuels. - La filière française n'est absolument pas présente dans le domaine des très petites motorisations bas coût utilisées dans les motocycles, tricycles ou quadricycles à moteur, voire les hors-bord marins. 	

Véhicule multi-usages « low cost »	Segment : 5-AB
Catégorie de véhicule / typologie d'usage :	
<ul style="list-style-type: none"> - Ce véhicule multi-usages implique une voiture qui est utilisée principalement comme seul véhicule d'une famille, dédié à des trajets courts (domicile/lieu de travail ou supermarché) et à des trajets plus longs (weekend / vacances). - Multi-usages implique également une taille suffisante pour transporter 4 – 5 personnes plus des bagages pour les longs trajets. La réduction de la taille et du poids du véhicule va être limitée en raison de cette attente. - Faible coût implique que les attendus en termes de puissance et performance seront limités. En faisant l'hypothèse d'un prix de carburant en hausse d'ici 2020 au niveau mondial, et en considérant par définition que les revenus de l'acheteur type de véhicules sont relativement limités, la consommation faible va être un facteur important hors la législation CO2 européenne. - Les réflexions du groupe de travail ont mené au consensus que pour un tel véhicule des solutions d'électrification du groupe motopropulseur seront trop onéreuses, à l'exception peut-être d'un dispositif stop-start bas coût. 	
Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :	
<ul style="list-style-type: none"> - Compte tenu de l'objectif low-cost, les performances véhicules seront nécessairement limitées - puissance comprise entre 25 kW et 50 kW au maximum. Et donc, moteur à allumage commandé de type 4 temps et injection indirecte ou alternativement de type 2 temps avec injection directe. Le moteur aura 2 ou 3 cylindres avec l'acceptation d'un certain compromis au niveau bruit / vibration. - On peut imaginer des concepts modulaires pour adapter les performances au marché visé (avec ou sans arbre d'équilibrage, addition de turbo pour augmenter la puissance). Des nouvelles architectures de type « integrated exhaust manifold » et construction monobloc peuvent aider à réduire les coûts. Le concept moteur peut être similaire aux solutions 3AB et 4AB, voire 3F avec une modularité du concept (augmentation du nombre de cylindres par rapport à un range extender par exemple). - L'apparition de moteurs 2-temps est fort probable (avantages en termes de vibration en regard du faible nombre de cylindres, avantage en termes de friction à faible charge). Pour maîtriser les émissions, adjonction de certains surcoûts comme injection directe, compresseur et éventuellement arbre à cames et soupape. - Objectif de standardisation pour profiter des économies d'échelle, et modularité pour répondre aux exigences de marchés différenciés en termes de compromis coût/confort, de carburants spécifiques (éthanol au Brésil par exemple, méthanol en Chine, gaz naturel en Iran). Le multi usage « low cost » doit aussi pouvoir être multi carburant. - Pour réduire la consommation, un système stop-start bas coût serait envisageable. 	
Attractivité de la solution :	
1 4,3 5	
<ul style="list-style-type: none"> - Bonne attractivité de cette solution - appréciations assez homogènes dans le groupe. - Les marchés émergents vont connaître une forte croissance (surtout en Asie) surtout pour une motorisation « basique » du plus grand nombre – recherche d'un moyen de transport multi-usage polyvalent : nouvelle cible porteuse d'importants besoins - La demande pour des voitures utiles et à faible coût croît aussi dans les économies développées - décroissance de la valeur sociale de la voiture induisant une volonté forte de réduire le pourcentage de revenus affecté au financement de la voiture. 	
Forces / faiblesses de la filière française :	
1 2,5 5	
<ul style="list-style-type: none"> - Filière française évaluée comme faible – avis dispersés avec des notations allant de 1 à 5. - Aucune gamme de moteurs à très faible puissance et à un coût très faible n'est produite en France et les technologies anticipées (eg. : 2-temps injection directe pour des cylindres très faibles) n'existent pas. - Il semble que de nouveaux constructeurs dans les pays émergents ou des fabricants de petits moteurs non Automotive seront mieux placés pour ces nouveaux produits. - A partir de sa gamme existante de petits moteurs, la filière française est sans doute bien placée pour développer des versions low-cost à condition de concéder de gros efforts en R&D et innovation. 	

Petit véhicule multi-usages urbain	Segment : 3-F
<p>Catégorie de véhicule / typologie d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Petit véhicule dédié au fonctionnement urbain (marchés matures) capable de transporter un maximum de quatre personnes avec un rayon d'action et une vitesse maximale limités. - Dans le cadre de la réflexion, il est apparu que le thème le plus porteur pour le moteur thermique à horizon 2020 dans ce segment était celui du prolongateur d'autonomie (« range extender ») pour véhicule électrique. - Le « moteur thermique » pour solutions hybrides n'a pas été retenu dans ce segment (sujet traité dans le segment 3/4-AB). 	
<p>Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour le véhicule électrique dont l'autonomie est limitée (vraisemblablement inférieure à 200 kilomètres), le principe du prolongateur d'autonomie est de sécuriser l'utilisateur en garantissant la possibilité de recharger la batterie par un système de type générateur de courant. - Le cahier des charges est donc directement issu de ce mode d'utilisation ponctuelle sans attente de performances autres que celles permettant de pouvoir terminer le parcours dans les conditions nominales de fonctionnement du véhicule (pas de cumul de performances entre les motorisations électrique et thermique). - Compte tenu de sa taille et de son utilisation occasionnelle et non corrélée aux conditions d'utilisation (générateur électrique et non moyen direct de propulsion), il faudra privilégier les solutions pas forcément les plus performantes en termes de consommation (utilisation occasionnelle) mais permettant un coût modéré, une forte dépollution et des niveaux de NVH faibles (bruits et vibrations quelque soient les conditions de roulage). - Le moteur sera donc préférentiellement un moteur à allumage commandé (essence, biocarburant) de type 4 temps ou 2 temps voire Wankel si le coût et les émissions restent faibles. Il aura une puissance limitée de l'ordre de 10 à 15 kW, ce qui conduira à un très petit moteur en dehors des standards automobile actuels. - Ce moteur devra avoir une capacité de fonctionnement de type groupe électrogène, c'est-à-dire pouvoir être inactif pendant un temps relativement long et être rapidement disponible à la moindre sollicitation dans sa plage de puissance maximale. Cette montée en charge rapide à froid devra être particulièrement étudiée sur les aspects lubrification et usure. 	
<p>Attractivité de la solution : 1 3,3 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - La solution a été analysée comme relativement attractive. - Le marché des véhicules électriques pour cette application urbaine est considéré comme porteur mais restreint. En effet, le marché potentiel en volume est notamment dépendant des pays où l'électricité « bas CO2 » est disponible. - Par ailleurs des challengers existent face au prolongateur d'autonomie, l'évolution des performances des batteries mais aussi des solutions type groupe électrogène venant de pays à bas coûts. En revanche, une solution de prolongation d'autonomie est considérée comme indispensable pour promouvoir le véhicule électrique même si l'image « zéro émission » peut, de ce fait, apparaître comme moins pertinente. 	
<p>Forces / faiblesses de la filière française : 1 1,7 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sur ce type de moteurs, la filière française est considérée comme faible. - Les participants soulignent unanimement la faiblesse du savoir-faire national sur les petits moteurs thermiques (tant en conception qu'en industrialisation et production). Seul un engagement des constructeurs français dans la filière électrique pourrait redonner indirectement un peu de vigueur. - Ce type de moteurs est jugé trop éloigné des standards automobiles et pratiquement abandonné dans le domaine des motocyclettes. La filière française n'est absolument pas présente sur les très petites motorisations à bas coût utilisées dans les motocycles, tricycles ou quadricycles à moteur, voire les hors-bord marins. 	

Véhicule utilitaire léger (VUL)	Segment : 6-E
<p>Catégorie de véhicule / typologie d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Véhicule conçu et/ou aménagé pour transporter des marchandises et/ou des personnes, dans un usage essentiellement professionnel. - Le champ des véhicules utilitaires entrant dans la catégorie des « légers » fait référence au PTAC (Poids Total Autorisé en Charge), avec un seuil de 3.5 tonnes, au-delà duquel on passe d'un véhicule léger à un poids lourd (art R221-4 du code de la route). Pour mémoire, les VUL existant chez les constructeurs français sont : le Master chez Renault, le Boxer chez Peugeot, et le Jumper chez Citroën. - Dans le cadre de notre réflexion, il est apparu que le thème le plus porteur pour le moteur thermique à horizon 2020 dans ce segment était celui du full hybrid avec possibilité d'une option de recharge des batteries sur secteur dite « plug-in ». Le thème « moteur thermique » seul n'a pas été retenu dans ce segment et l'option d'une hybridation plus légère, de type mild-hybrid, a été posée. 	
<p>Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - A l'horizon 2020, nous avons positionné une chaîne de traction fortement hybridée, afin de répondre à un usage de type « distribution locale », qu'il s'agisse de marchandises ou de transport de personnes. L'option plug-in semble pouvoir apporter une solution à des flottes de VUL qui pourraient alors bénéficier d'une importante réduction de leurs émissions de CO₂, sous réserve de la filière de production d'électricité. - Pour cette cible, la motorisation la plus adéquate proposée serait une motorisation diesel, justifiée par son avantage économique sur un véhicule ayant pour vocation de parcourir des kilométrages importants. Il est important de retenir que les professionnels utilisateurs de VUL ciblent leur achat en fonction du coût à l'usage (critère du Coût Total d'Usage) - Par ailleurs, cette motorisation, bien qu'aidée par la motorisation électrique associée, devra toujours répondre à un usage sévère au vu de la masse en charge des VUL. Sa durabilité en conditions sévères restera donc un objectif de premier plan. - De même, la contrainte des émissions de polluants sera forte, l'usage sévère de la motorisation rendant le respect des normes d'émissions à l'horizon 2020 délicat. - Les niveaux de vibration et de bruit devront être parfaitement maîtrisés, pour répondre aux attentes des professionnels du secteur qui conduisent ce type de véhicule un nombre important d'heures par jour. - Il serait également judicieux de considérer une option d'utilisation du gaz naturel permettant ainsi une opportunité de réduction des émissions de CO₂, par la nature même du carburant (rapport H/C avantageux). 	
<p>Attractivité de la solution :</p> <p style="text-align: center;">1 3.8 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cette solution pour VUL a été analysée comme attractive. - Il faut noter qu'à ce jour, ce marché représente pour les constructeurs français une part importante de leur chiffre d'affaires. Même si ce marché est aujourd'hui mature, la diffusion des VUL sur le plan mondial et en particulier dans les pays en croissance est une opportunité forte. 	
<p>Forces / faiblesses de la filière française :</p> <p style="text-align: center;">1 4.2 5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans ce domaine, la filière française est considérée comme très bonne. - Ces motorisations reposent sur les mêmes technologies que les véhicules particuliers, avec une augmentation de cylindrée pour répondre à la contrainte des VUL. - Les points durs pour la filière française reposent sur : <ul style="list-style-type: none"> o la capacité à développer l'hybridation de ces véhicules avec des transmissions innovantes o la capacité à développer l'option du GNV, avec les contraintes de coût et d'intégration sur le véhicule, et sa distribution. - A noter : la filière française porte aujourd'hui une conception orientée vers un marché plutôt franco-européen. Quid de l'adéquation de nos technologies vers les marchés en émergence / expansion ? 	

Autobus – Camion distribution de marchandises	Segment : 7-CDE
<p>Catégorie de véhicule / typologie d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plateformes véhicules lourds de type camion de distribution urbaine (marchandises ou bennes à ordures) ainsi qu'autobus. - Le thème le plus porteur pour le moteur thermique à horizon 2020 serait celui de la motorisation hybride. Ce type de véhicule urbain fait en effet beaucoup de stop & go dans son usage quotidien. La motorisation hybride a donc un impact très favorable sur les émissions de CO2 (de 20 à 30 %) et de polluants. 	
<p>Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les éléments clés pour ce type de véhicules sont la consommation, la durabilité et le niveau de bruit. - Les moteurs sont des moteurs 'medium duty ' à cycle diesel de puissance 100 à 200 KW et de cylindrée comprise entre 5 et 8 L. Ils incluent un système de traitement des gaz d'échappement pour NOx et particules. - Les demandes spécifiques pour l'hybridation de ces moteurs portent sur : <ul style="list-style-type: none"> o l'adaptation des performances sur les cycles spécifiques de fonctionnement, o la réduction de la consommation de carburant, o la capacité à supporter un nombre très élevé de cycles démarrage/arrêt o de très faibles émissions de polluants et de bruit sur les cycles d'usage client. - Les carburants pouvant être utilisés en fonction des marchés sont les carburants liquides avec une demande croissante de carburants 'non fossiles ' comprenant une part importante de bio-diesel pour les applications bus. 	
<p>Attractivité de la solution :</p> <p style="text-align: right;">1.....3,8.....5</p> <ul style="list-style-type: none"> - La solution a été analysée comme attractive. - Le marché des véhicules de transport collectif de marchandises et de personnes en milieu urbain est considéré comme très porteur. - Même si des efforts sont réalisés pour favoriser des solutions électriques (tramway), il est constaté une forte tendance vers des véhicules urbains plus économiques en carburant et avec une image plus « écologique ». 	
<p>Forces / faiblesses de la filière française :</p> <p style="text-align: right;">1.....3,4.....5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans ce domaine, la filière française est considérée comme assez bonne. - Les filières existantes sont considérées comme performantes pour les produits actuels classiques. Les faiblesses se situent au niveau de l'adaptation des moteurs aux besoins des véhicules hybrides afin de produire des moteurs adaptés pour l'application hybride. 	

Poids lourd grand routier / autocar	Segment : 8-A
<p>Catégorie de véhicule / typologie d'usage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Camion grand routier pour le transport de marchandises sur de longues distances et autocar de tourisme. - Dans le cadre de la réflexion, il est apparu que le thème le plus porteur pour le moteur thermique à horizon 2020 dans ce segment était celui de la motorisation seule. Les thèmes « moteur thermique » pour solutions hybride n'ont pas été retenus dans ce segment. - Pour ce type de véhicule, une solution hybride n'est pas envisageable compte tenu de la quantité d'énergie à stocker. Seule une solution avec hybride très limitée est possible permettant de stopper le moteur à l'arrêt du véhicule ou dans des phases de faible descente ou faible ralentissement. 	
<p>Élément clé du cahier des charges pour la solution de motorisation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pour ces véhicules « grands routiers », les éléments clés sont la consommation et la durabilité. - Les moteurs de propulsion sont des moteurs à cycle diesel de puissance 300 à 450 KW et de cylindrée comprise entre 11 et 16 L comprenant des systèmes de traitement des gaz d'échappement sur NOx et particules. - La demande d'évolution de ces moteurs va porter sur la réduction de la consommation de carburant : down-speeding , down-sizing et récupération de l'énergie à l'échappement (Turbo-compound , cycle Rankine , thermo-électricité , ..) . - Les carburants pouvant être utilisés, en fonction des marchés, sont principalement les carburants diesel avec une incorporation de bio-diesel. Une demande en croissance concerne les carburants gazeux, principalement le gaz naturel ou le bio gaz liquéfiés. La réponse à cette demande est un moteur dual – fuel fonctionnant en cycle diesel avec une injection pilote de carburant liquide. 	
<p>Attractivité de la solution : 1.....4.0.....5</p> <ul style="list-style-type: none"> - La solution a été analysée comme attractive. - Le marché des véhicules pour cette application transport de marchandises et de personnes sur de grandes distances est considéré comme très porteur. En effet, même si des efforts sont réalisés pour favoriser des solutions alternatives sur rail ou par bateau, la principale croissance mondiale des transports se fait par la route, en particulier dans les pays à très forte croissance. - Une proportion importante du gazole est consommée par les camions, un gain sur la consommation des véhicules neufs a un impact très rapide sur les émissions globales de CO2 compte tenu de la consommation de carburant des véhicules, du kilométrage annuel des camions neufs et du renouvellement des flottes. 	
<p>Forces / faiblesses de la filière française : 1.....3.7.....5</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans ce domaine, la filière française est considérée comme bonne. - Les savoir-faire existants sont considérés comme performants pour les produits actuels et les capacités de développement. - Les faiblesses se situent au niveau des technologies de récupération de l'énergie à l'échappement ainsi que sur les technologies des systèmes « dual fuel ». 	

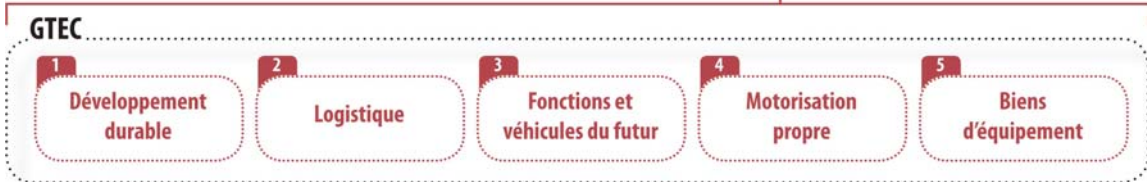
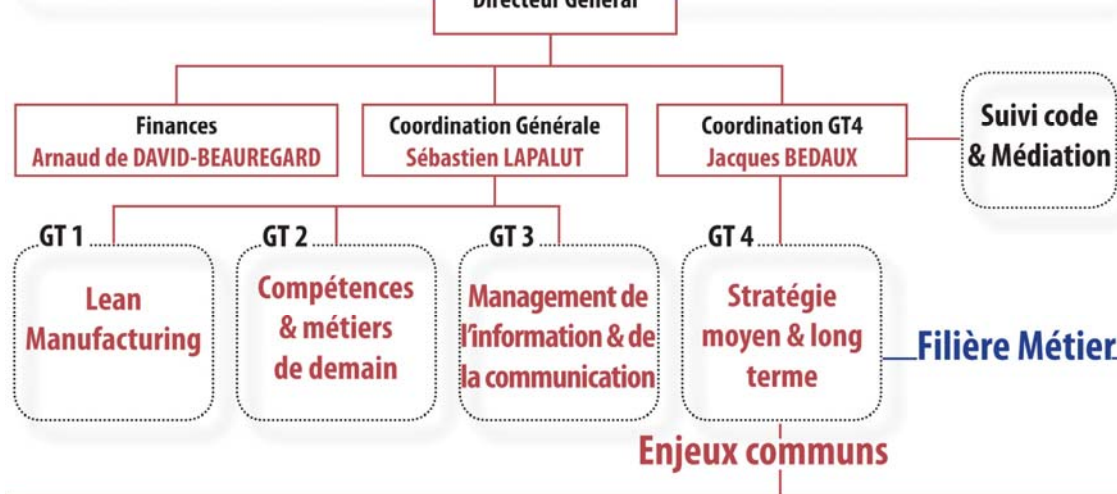
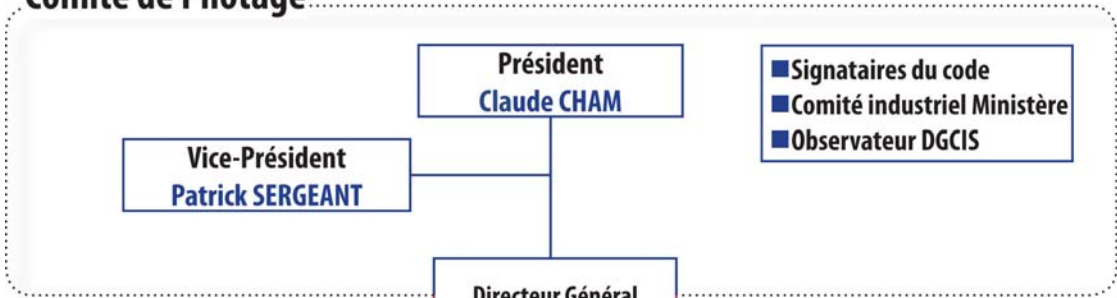
Glossaire des acronymes

ADEME	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
BIPE	Bureau d'Informations et de Prévisions Economiques
BP	Basse Pression
CAI	Controlled Auto Ignition
CAS	Centre d'Analyse Stratégique
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CNRS	Conseil National pour la Recherche Scientifique
DGCIS	Direction Générale de la Compétitivité, de l'Industrie et de Services
EGR	Exhaust Gas Recirculation
FIEV	Fédération des Industries des Equipements pour Véhicules
GMP	Groupe Motopropulseur
GNV	Gaz Naturel pour Véhicules
GTEC	Groupe de Travail Enjeux Communs
GTFM	Groupe de Travail Filière Métier
HCCI	Homogeneous Charge Compression Ignition
HP	Haute Pression
INRETS	Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité
PFA	Plateforme de la Filière Automobile
PIPAME	Pôle Interministériel de Prospective et d'Anticipation des Mutations Economiques
PTAC	Poids Total Autorisé en Charge
SEEDS	Systèmes d'Energie Electrique dans leur Dimension Sociétale
SIA	Société des Ingénieurs de l'Automobile
SMC	Soft Magnetic Components
VE	Véhicule Electrique
VEH	Véhicule Electrique Hybride
VUL	Véhicule Utilitaire Léger

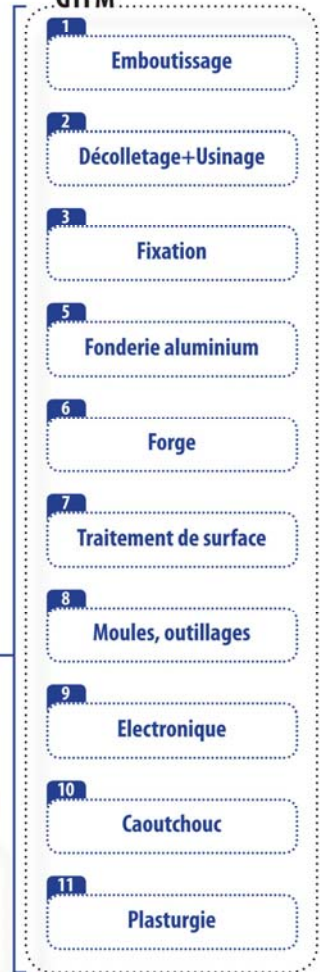
Organigramme de la PFA



Comité de Pilotage



GTFM





Plateforme de la Filière Automobile
96 avenue du Général Leclerc
92514 Boulogne-Billancourt Cedex
Tél. : +33 1 41 31 68 68 - Fax +33 1 41 31 68 60
www.pfa-auto.fr - contact@pfa-auto.fr