



CONSEIL GÉNÉRAL DE L'ÉCONOMIE
DE L'INDUSTRIE, DE L'ÉNERGIE ET DES TECHNOLOGIES

TÉLÉDOC 792
120, RUE DE BERCY
75572 PARIS CEDEX 12

N°2016/06/CGE/SG

Juillet 2016

Quelle place et quelles perspectives pour l'industrie française dans les véhicules à nouvelles motorisations ?

Rapport à

Monsieur le Ministre de l'Économie, de l'Industrie et du Numérique

Serge CATOIRE

Denis VIGNOLLES

Remerciements

- La mission remercie l'ensemble des représentants des différentes filières automobiles et de leurs associations professionnelles qui ont bien voulu participer aux entretiens et partager leurs analyses, et tout particulièrement la Plateforme de la Filière Automobile, la DGEC, le Préfet Vuibert et la DGE.

SOMMAIRE

RESUME.....	4
TABLE DES RECOMMANDATIONS	7
1 L'évolution du marché : les ventes de véhicules électriques pour particuliers décollent, notamment en France, le rôle des politiques nationales de soutien est déterminant.....	8
1.1 Un marché des véhicules électriques pour particuliers en plein essor dans le monde et en France.....	8
1.2 La France constitue le deuxième marché européen	9
1.2.1 En France, et dans les principaux pays européens, les flottes d'entreprise et des loueurs représentent plus de 50% des immatriculations de véhicules neufs	10
1.2.2 Les acheteurs publics français jouent un rôle précurseur sur ce marché	11
1.3 Renault s'est positionné en leader européen du véhicule 100% électrique	15
1.4 Les politiques nationales de soutien jouent un rôle déterminant sur le marché des véhicules à nouvelles motorisation	17
2 Malgré la multiplication des annonces de mise sur le marché des constructeurs, les analyses des professionnels sur la prochaine décennie sont relativement convergentes pour prévoir un développement très progressif de la mobilité propre.	21
2.1 Les annonces, industrielles et commerciales, des constructeurs.....	21
2.2 Les perspectives envisagées à moyen terme pour le marché français.....	21
2.2.1 L'analyse du MEDEF (en contribution au projet de loi LTE) : en 2030, 75 à 80% du parc français encore sous motorisation thermique	21
2.2.2 La vision du CCFA : en 2030, les véhicules tout électriques ne représenteront encore que 2% des ventes annuelles.....	23
2.2.3 Les scénarios envisagés en avril 2016 pour la stratégie de développement de la mobilité propre, en application de la loi LTE, sont beaucoup plus volontaristes, tout en estimant, eux aussi que plus de 80% des véhicules auront toujours, en 2030, une motorisation thermique.....	23
3 Le cadre législatif et réglementaire foisonnant, favorise ou impose fortement ces nouvelles motorisations et a fortement évolué depuis dix ans.....	25
4 Le « coût à la tonne de CO₂ évitée » d'un véhicule électrique est significatif, sa contribution à la qualité de l'air en ville incontestable.....	29
5 Les nouvelles motorisations correspondent à un bouquet de technologies et de systèmes, qui ont des degrés de maturité technico-économique différents	31
5.1 Le gaz, une technologie mature, un écosystème embryonnaire en France	31
5.1.1 La propulsion est parfaitement maîtrisée, depuis de nombreuses années	31
5.1.2 Le réseau de distribution existe pour le GPL, l'optique retenue pour le déploiement d'un réseau GNV (GNC et GNL) est celui du regroupement de besoins d'utilisateurs (essentiellement des 'flottes captives').....	32
5.2 L'électromobilité, un ensemble de technologies en développement rapide	34
5.2.1 Le développement des familles de batteries au lithium constitue aujourd'hui la voie la plus efficiente et a révolutionné la filière.	34
5.2.2 La batterie LMP (du groupe Bolloré), est une alternative avérée au Lithium-ion, en particulier pour les véhicules en autopartage. Les développements en cours pourraient lui ouvrir des débouchés encore plus larges.	36
5.2.3 L'hybridation se généralise, sous différents niveaux.....	36
5.2.4 On voit par ailleurs réapparaître, pour les véhicules lourds, des variantes du « trolley », avec ou sans caténaire.	37
5.2.5 Le réseau des bornes de recharge électrique est en cours de déploiement	38

5.3	Les voitures à hydrogène et pile à combustible font une apparition progressive.....	43
5.3.1	La motorisation H ₂ , déjà utilisée en France dans des flottes ‘captives’, commence à être proposée au grand public (en faible quantité et sur du haut de gamme) par des marques étrangères	43
5.3.2	Plusieurs pays asiatiques et européens, dont la France, prévoient la construction en nombre de stations H ₂	43
5.3.3	Les enjeux technologiques de la mobilité H ₂ : réduction des coûts de la PAC et production d’hydrogène « vert »	44
5.3.4	L’optique retenue pour le déploiement du réseau en France est progressive et repose sur le regroupement de besoins d’utilisateurs.....	46
5.4	Des lignes de force paraissent se dessiner pour l’évolution à court moyen terme du déploiement de ces nouvelles motorisations.....	47
6	<i>L’industrie, en France, est inégalement présente dans les différentes filières</i>	48
6.1	Dans toutes les filières, des équipementiers français ont une position significative	48
6.1.1	Hybridation légère, hybride, hybride rechargeable, véhicules autonomes.....	48
6.1.2	Infrastructures et services pour l’électrique sont assurés à 95 % par des entreprises françaises	48
6.1.3	Hydrogène et piles à combustible	49
6.2	La situation des constructeurs de véhicules légers est plus contrastée	50
6.2.1	Le véhicule électrique est depuis plusieurs années un axe stratégique de Renault, le groupe PSA élabore également une offre, leurs concurrents, notamment européens, multiplient les annonces	51
6.2.2	La généralisation de l’hybridation conduit à des évolutions de plate-formes et de la chaîne de transmission (powertrain), ces évolutions peuvent, par contre-coup avoir un impact sur la filière des sous-traitants dans la mécanique.....	51
6.2.3	Véhicules à piles à combustible	53
6.3	Pour les bus, le basculement sur l’électrique, face à la compétition des producteurs chinois, est un défi pour les constructeurs européens en France, le groupe Bolloré apporte une offre innovante, la motorisation au gaz n’induit pas de rupture industrielle, mais contribue à réduire la pollution en ville.....	53
6.4	Le groupe Bolloré a une position spécifique, tant dans les batteries que dans les services.....	56
6.4.1	Après s’être développé dans l’agglomération parisienne, l’autopartage de voitures électriques en libre-service se développe, non seulement dans d’autres villes françaises, mais aussi dans des métropoles étrangères.....	57
6.4.2	La place actuelle des batteries lithium-métal-polymère dans le groupe Bolloré est la conséquence de vingt ans d’investissements constants.....	57
6.5	L’impact des camions sur l’environnement devrait se réduire avec le retrait progressif de ceux immatriculés avant 2009. Renault Trucks représente l’essentiel de la production en France.58	58
6.6	La problématique des batteries est un enjeu majeur	59
6.6.1	Economiquement et techniquement, la batterie est l’élément le plus stratégique des véhicules électriques.....	59
6.6.2	Cet élément clef échappe aux constructeurs européens.....	60
6.6.3	La situation de surcapacité de production actuelle peut s’inverser dans des délais plus brefs que ceux nécessaires à la réalisation d’une unité de production en Europe.....	60
6.6.4	Les surcapacités mondiales et le volume de production nécessaire pour rentabiliser une usine ont jusqu’à présent empêché que se concrétisent des projets de production en Europe.....	62
6.6.5	L’évolution des perspectives de vente en Europe peut, néanmoins, offrir les débouchés permettant la construction d’une telle usine.....	63
6.6.6	La France dispose d’atouts pour la localisation d’une telle usine.....	64
6.6.7	Quelle voie retenir pour préparer l’avenir proche dans la filière lithium-ion et, plus globalement, dans la filière des batteries pour automobile ?	65
7	<i>Le soutien des Pouvoirs Publics doit être à la mesure des enjeux de R&D auxquels doit faire face le secteur</i>	68

7.1	L'effort public en faveur des pôles de compétitivité a permis un effet de levier efficace en faveur de la R&D du secteur	68
7.2	Dans son ensemble, depuis les PMI sous traitantes de la filière mécanique jusqu'aux constructeurs, la filière des véhicules particuliers est face à des enjeux multidimensionnels et vitaux qui nécessitent de maintenir, et si possible d'amplifier l'effort public de soutien à la R&D	68
8	Conclusion :	69
9	ANNEXE : lettre de mission	70
10	ANNEXE : liste des personnes rencontrées	72
11	ANNEXE : les véhicules au Gaz naturel en Italie	76
12	ANNEXE : extrait (résumé) du rapport du CGEDD « coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant » (septembre 2015)	77
13	ANNEXE : le projet EQUILIBRE (extrait du site http://www.projetequilibre.fr/)	79
	Fonds de soutien à l'acquisition de poids lourds GNC** circulant en vallée de l'Arve, dans le cadre du projet EQUILIBRE et du Plan de Protection de l'Atmosphère.....	84
14	ANNEXE : position technique de la PFA (plate-forme automobile) sur l'hybridation	86
15	ANNEXE : extrait (synthèse) du rapport CGEDD/CGE sur la « filière hydrogène-énergie » (septembre 2015)	96
16	ANNEXE : le projet de mobilité hydrogène HYWAY	98
17	ANNEXE : la pile à combustible à l'éthanol, une alternative au réseau de distribution d'hydrogène ?	100
18	ANNEXE : la Suède fait reposer la décarbonation de ses transports sur le diesel HVO et sur des projets d'autoroutes électriques	102
19	ANNEXE : les carburants thermiques évoluent aussi	104
20	ANNEXE : en Italie, une politique intense et constante de soutien à la motorisation au gaz aboutit à une part notable pour cette motorisation	106

RESUME

Face à la nécessité de réduire les émissions polluantes des véhicules dans le monde, constructeurs et équipementiers testent de très nombreuses solutions qui vont des nouvelles motorisations à l'électricité, au GNV ou à l'hydrogène, sans oublier, bien sûr l'amélioration des motorisations thermiques traditionnelles. Ces motorisations offrent des degrés divers de maturité et la question est donc posée d'anticiper celles qui seront les plus porteuses d'avenir en termes économiques et environnementaux. Les Pouvoirs Publics investissent des sommes importantes pour développer le marché des véhicules à nouvelles motorisations, et jouent ainsi un rôle important pour le modeler. Quelle sont, sur ce marché, la place et l'avenir des importations et celle des industriels produisant en France ?

A ce stade, ayant entendu la plupart des acteurs de ces différentes filières et prenant en compte les prévisions d'évolution des parcs VP, PL et autobus émises par la profession et divers instituts, la mission considère que la pénétration des nouvelles motorisations se fera très progressivement, au rythme d'ailleurs du renouvellement des véhicules par les particuliers ou par les entreprises. Ce rythme pourrait évidemment être quelque peu accéléré si les pouvoirs publics, de l'Union Européenne aux collectivités territoriales, décidaient d'adopter des mesures plus contraignantes, au préjudice parfois de certains constructeurs qui n'ont pas les moyens financiers de suivre les changements fréquents de réglementation ou de normes.

Les perspectives paraissent durablement conduire à la coexistence d'un bouquet de technologies, différencié selon les usages, dans lequel les véhicules comportant une motorisation thermique, seule ou hybridée de manière plus ou moins intense avec un moteur électrique resteront très largement majoritaire dans les ventes :

- S'agissant des VP, le véhicule électrique paraît s'installer dans les petites motorisations sur des trajets domicile/travail, en particulier dans les zones rurales ou urbaines ; l'hybride dans la gamme intermédiaire et l'hybride rechargeable dans le haut de gamme, pour des trajets plus longs, n'ont pas encore trouvé leurs publics ; enfin, une offre originale, en auto-partage, a conquis le cœur de plusieurs métropoles.
- Pour les véhicules utilitaires légers, les attentes des agglomérations créent un nouveau marché pour les VUL électriques ou au GNV.
- Des évolutions sont en cours vers le gaz pour les PL et les autocars, en particulier pour les camions parcourant peu de trajets « routiers ». Cependant, l'amélioration continue des performances environnementales des motorisations diesels, combinée à l'utilisation de biocarburants, devrait encore représenter une large majorité des immatriculations de ces segments.
- Enfin, s'agissant des autobus, l'évolution vers le GNV et l'électrique paraît inéluctable, compte tenu des objectifs croissants de lutte contre la pollution locale, et des engagements des municipalités en la matière.

Plusieurs problématiques sont alors posées : celle de la capacité de nos constructeurs et équipementiers à rester dans la course sur des marchés qui sont avant tout mondiaux ; celle de la mise en place de réseaux de recharge ou d'avitaillement permettant à ces nouveaux véhicules de circuler sans entrave sur le territoire, et dans toute l'Europe comme le prescrit la directive 2014/94 ; et enfin celle des politiques publiques incitatives susceptibles de favoriser ou de conforter tel ou tel type de motorisation ou d'énergie.

Il apparaît clairement que le marché du véhicule électrique semble avoir trouvé son public en France grâce aux succès complémentaires de l'auto-partage conçu par Bolloré et de la mobilité domestique avec la Zoe de Renault. Le développement de ces usages par nos constructeurs devrait se poursuivre, y compris à l'étranger. Renault vise notamment les marchés émergents avec une voiture électrique à bas coût pour des pays comme la Chine, l'Inde et le Brésil confrontés à des niveaux de pollution alarmants. Plus localement, il conviendrait d'évaluer la pertinence du déploiement de certains projets de réseau de bornes de recharge électrique pour éviter des investissements publics locaux inefficients.

L'ensemble des véhicules seront « électrifiés » d'ici quelques années mais la question du succès des hybrides rechargeables, destinés à parcourir de plus grandes distances, n'est pas à ce jour établie. Les progrès continus sur l'autonomie et la baisse des coûts de production des batteries, constitueront des éléments décisifs. Toutefois l'absence de production des batteries en Europe présente un inconvénient majeur qui s'aggravera à hauteur du succès des véhicules électriques. La batterie représente environ 40 à 50 %, selon le modèle, de la valeur ajoutée d'un véhicule 100% électrique et on ne peut pas durablement se satisfaire que les bonus à l'achat de véhicules électriques, financés sur fonds publics, servent intégralement à financer l'importation de batteries produites en Asie. Compte tenu du montant des investissements nécessaires (un à deux milliards d'euros) et du volume de production estimé (300 000/an) pour assurer la rentabilité d'une usine de production de batteries, il conviendrait donc d'apporter une réponse au niveau européen, comme les pouvoirs publics allemands l'avaient d'ailleurs suggéré en 2015. Ce projet pour lequel la France dispose des meilleurs atouts technologiques pourrait être conçu autour d'un spécialiste des batteries. La société SAFT peut maintenant avoir la surface financière nécessaire à la suite de son acquisition par Total et le groupe Bolloré a investi avec constance dans une technologie originale. Il devrait associer constructeurs, équipementiers et chimistes avec le concours des centres de recherche (CEA, CNRS notamment) et se concevoir dans un cadre lui permettant des débouchés européens.

Une autre voie est cependant susceptible de s'ouvrir pour résoudre la question de l'autonomie des batteries : celle de la pile à combustible alimentée par hydrogène. Le Japon et l'Allemagne semblent accorder un intérêt particulier pour cette filière dans laquelle de nombreux acteurs nationaux occupent les premiers rangs, notamment Air Liquide qui opère plusieurs dizaines de stations à travers le monde. Pour l'heure, à l'exception de Toyota et de sa Mirai, les constructeurs sont dans une position attentiste et la question se pose du déploiement d'infrastructures d'avitaillement. A cet égard, la mission constate que la plupart des pays européens se lancent dans la mise en place d'un réseau de stations H₂, avec des objectifs extrêmement volontaristes. Or, les coûts actuels de production, tant de la PAC que de l'hydrogène, ne permettent pas d'envisager à court-moyen terme un marché de masse pour les véhicules particuliers. Par contre, l'hydrogène peut d'ores-et-déjà être une solution intéressante pour des flottes captives, en remplacement des motorisations diesel. La construction d'une quarantaine de stations à l'horizon 2018, financée dans le cadre du plan européen Hydrogen Infrastructure for Transport (HIT), correspond aux objectifs de démarrage de la filière. Ce délai permettra de mesurer les avancées technologiques de la PAC mais aussi des processus d'électrolyse.

Malgré des incertitudes liées à la baisse éventuelle des coûts de revient de cette énergie, la mission considère que la France doit s'assurer de son avenir dans une filière au sein de laquelle des sociétés comme Air Liquide assurent un leadership mondial. Sans aller jusqu'à fixer un objectif national déconnecté de la rationalité économique en nombre de stations, il conviendrait de soutenir les projets locaux qui ne manquent pas de poindre ainsi qu'encourager la recherche sur la PAC et les réservoirs, autour des pôles de compétitivité. Dans tous les cas, il s'agit de ne pas se laisser distancer. La mission reprend à son compte, à cet égard, les conclusions du rapport récemment consacré à la filière hydrogène énergie.

La troisième filière, le GNV, ne constitue pas vraiment une nouvelle technologie. Elle est au contraire mature et apparaît comme une solution plus aisée et plus certaine que la précédente. Pour les poids lourds, les autobus et les autocars et autres bennes à déchets ménagers, le GNV constitue déjà une alternative pertinente qui permet de répondre aux préoccupations environnementales. Il apparaît même qu'il n'y aura probablement pas d'autres solutions technologiques pour le transport routier de longue distance avant au minimum deux décennies. Là aussi, comme pour l'hydrogène, les constructeurs à capitaux français sont absents. Mais des constructeurs européens comme IVECO-Heuliez, Renault Trucks, Scania ou encore Mercedes assurent en France une production labellisée. Ils génèrent plusieurs milliers d'emplois répartis sur le territoire.

Contrairement à l'hydrogène, la directive européenne impose aux pays membres d'élaborer un réseau national de point d'avitaillement en GNC et GNL (longue distance). Dès lors, la seule question est celle de la densité et du financement de ces stations : la profession estime que leur nombre devra passer de 43 aujourd'hui à 150, puis 250. Elles seraient financées par les différents acteurs gaziers, pétroliers et acteurs de l'aval qui sollicitent des dispositions fiscales incitatives, mesures qui, sur le principe, n'apparaissent pas injustifiées dès lors qu'il s'agit de stations ouvertes au public qui ne pourront trouver un équilibre économique avant plusieurs années.

Enfin, l'objectif affiché de remplacer le GNV par du bioGNV, notamment pour les flottes de bus opérant en agglomération, constituera un défi d'une autre nature. Les estimations les plus

volontaristes montrent, à moyen terme, une contribution du biogaz qui reste inférieure à 1/6° de la consommation totale de gaz en France.

Au total, la mission considère que les industriels français sont globalement bien positionnés pour répondre à la palette de technologies de ces nouvelles motorisations. Après Renault qui a fait très tôt un choix qui pouvait paraître audacieux, PSA élargit son offre, à l'image de tous les constructeurs mondiaux et les producteurs européens de poids lourds et de bus en France diversifient également leur offre pour répondre aux exigences des clients ou des collectivités territoriales. Sur ce dernier segment, la concurrence asiatique, essentiellement chinoise, constitue une menace sérieuse pour la production sur le territoire national à laquelle les autorités organisatrices de transport doivent être attentives.

Habités à coopérer avec une diversité de constructeurs sur toutes les technologies et sur des marchés mondiaux, les équipementiers sont a priori moins exposés. Les évolutions vers ces nouvelles motorisations seront très progressives et l'hybridation des moteurs thermiques, qui devrait concerner la plus grande part des nouveaux véhicules, mobilise les compétences de plusieurs grands équipementiers français.

Le cas des sous-traitants de la filière mécanique mérite une vigilance particulière. L'évolution vers des motorisations hybrides fait en effet basculer la maîtrise d'œuvre des chaînes de traction des constructeurs français vers des équipementiers spécialisés, essentiellement allemands, dont les flux de sous-traitance ne vont pas spontanément vers la France.

Aussi, au-delà de la mise en place de réseaux d'infrastructures d'avitaillement, qui ne pose pas réellement de problème techniques insurmontables, les enjeux majeurs de ce dossier sont d'une part la poursuite de la R&D sur ces différentes technologies, et d'autre part, la fabrication sur le sol européen de la nouvelle génération de batteries, qui exigerait un fort engagement politique (franco-allemand ?).

Pour accompagner cette évolution vers des véhicules à faibles émissions, le maintien d'incitations fiscales significatives, principalement le bonus à l'achat des véhicules électriques, apparaît déterminant malgré un coût non négligeable pour la collectivité.

A cet égard, une révision du dispositif afin de le cibler exclusivement sur des modèles courants, correspondant de surcroît à la production locale, semblerait judicieuse.

*
* *

TABLE DES RECOMMANDATIONS

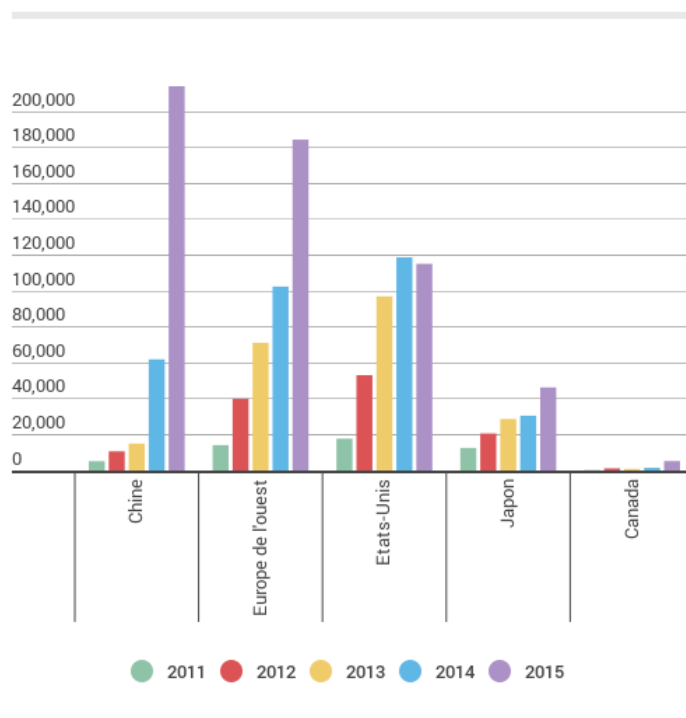
Recommandation n° 1.	Réserver, comme en Allemagne, le bénéfice du bonus aux véhicules dont le prix unitaire ne dépasse pas un certain montant (40 000€ ?).	18
Recommandation n° 2.	Procéder au recensement des diverses aides accordées par les collectivités territoriales et évaluer leur effet sur la mobilité électrique locale.	19
Recommandation n° 3.	Evaluer les besoins de couverture territoriale en bornes publiques de recharge électrique au regard des projets ou réalisations des collectivités, afin de concentrer les ressources sur les investissements justifiés.....	42
Recommandation n° 4.	Réaliser en 2018 un point « à mi-parcours » avec les constructeurs sur leurs perspectives quant au respect des objectifs de réduction d'émissions de CO ₂ en 2020, afin de déterminer les conséquences éventuelles à en tirer.....	51
Recommandation n° 5.	Maintenir une priorité, notamment dans la stratégie de la BPI à l'accompagnement de l'évolution des PMI et ETI de la mécanique dans la filière automobile (R&D, internationalisation).....	52
Recommandation n° 6.	Favoriser la création d'un fabricant européen de batteries autour d'un noyau dur appuyé sur un spécialiste des batteries, associé aux équipementiers et constructeurs européens ; constituer dans cette optique un groupe de travail de haut niveau PSA, Renault, Michelin, Total-Saft, Bolloré, et, en fonction de l'intérêt qu'ils manifesteront, les énergéticiens EDF, Engie, Veolia, Arkema pour la partie matériaux, et de grands équipementiers ; selon les résultats de ce groupe de travail, reprendre les échanges avec les Pouvoirs Publics et/ou l'industrie allemande sur la constitution d'une usine de batteries....	67
Recommandation n° 7.	Assurer un soutien public à la R&D (pôles, NFI, actions du CGI, ...) comparable à celui dont bénéficient à l'étranger les compétiteurs de la filière française, pour accompagner l'effort massif de R&D rendu nécessaire par l'évolution du secteur.....	69

1 L'évolution du marché : les ventes de véhicules électriques pour particuliers décollent, notamment en France, le rôle des politiques nationales de soutien est déterminant

1.1 Un marché des véhicules électriques pour particuliers en plein essor dans le monde et en France

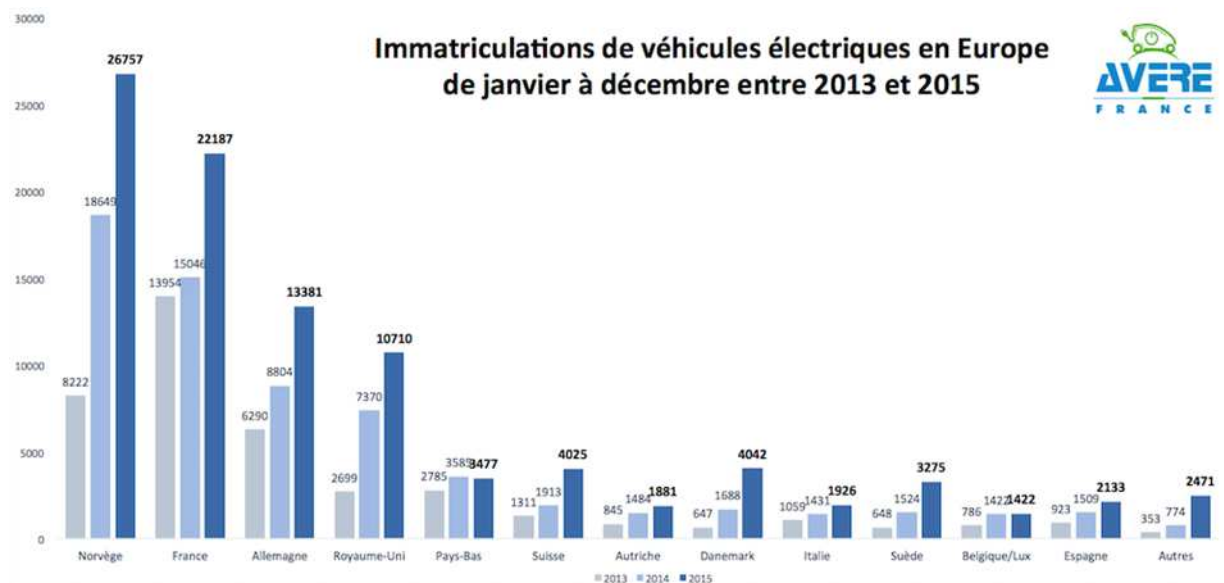
Annoncé depuis plus d'une décennie, le marché mondial des véhicules électriques rechargeables semble avoir enfin décollé depuis 2015 avec des taux de croissance d'autant plus impressionnants qu'ils concernent encore de quantités limitées : + 80% entre 2014 et 2015. Ainsi c'est plus de 565 000 voitures électriques rechargeables qui ont été mises en circulation l'an passé dans le monde, dont 214 000 en Chine¹ qui constitue sans surprise le premier marché pour ce type de véhicules avec 38% des ventes. La Chine n'enregistrait encore que 5 200 ventes de véhicules rechargeables en 2011. Dans ce pays confronté à des problèmes environnementaux d'une ampleur inédite, un ensemble de mesures réglementaires et fiscales ont joué un rôle décisif pour inciter les automobilistes à choisir un véhicule électrique. Mais, dans un marché annuel chinois de plus de 20 millions de voitures neuves, les véhicules à nouvelles énergies (NEV) demeurent encore marginaux et les objectifs gouvernementaux, particulièrement ambitieux, sont loin d'être atteints à ce jour.

Evolution des ventes de véhicules rechargeables entre 2011 et 2015



L'Europe de l'ouest, du moins quelques pays, constitue le deuxième marché de l'électromobilité avec 184 500 NEV mis en circulation en 2015, dont près de 100 000 tout électrique (VE) sur un total de 13,7 millions de véhicules. La Norvège se distingue avec plus de 22% de parts de son marché automobile 2015 consacrées quasi exclusivement à des véhicules 100% électriques, contrairement au Royaume-Uni ou à l'Allemagne, où les véhicules hybrides rechargeables (PHEV) dominent le marché de l'électromobilité.

¹ Source AVERE et 330 000 selon l'Association Chinoise des constructeurs automobiles (CAAM).



En Allemagne, l'euphorie qui avait accompagné en 2010 le lancement de l'initiative gouvernementale de soutien à l'électromobilité, alors parée de tous les attraits de la nouveauté, semblait retombée. Mais les incitations fiscales décidées récemment par le gouvernement devraient relancer le marché du véhicule électrique. Cause ou conséquence, les constructeurs allemands ont depuis procédé à de multiples annonces sur la sortie de nouveaux modèles électrifiés.

Enfin, malgré la notoriété mondiale du constructeur TESLA qui a annoncé vouloir produire 500 000 véhicules électriques en 2018, le marché américain apparaît désormais en retrait par rapport à l'Europe et même en régression : - 3% en 2015 avec 118 882 unités vendues. Cependant, certains états se distinguent par des politiques volontaristes à l'image de la Californie. De son côté, le Canada enregistre des taux de progression pour les PHEV d'autant plus importants que les ventes de véhicules électriques étaient jusqu'ici confidentielles.

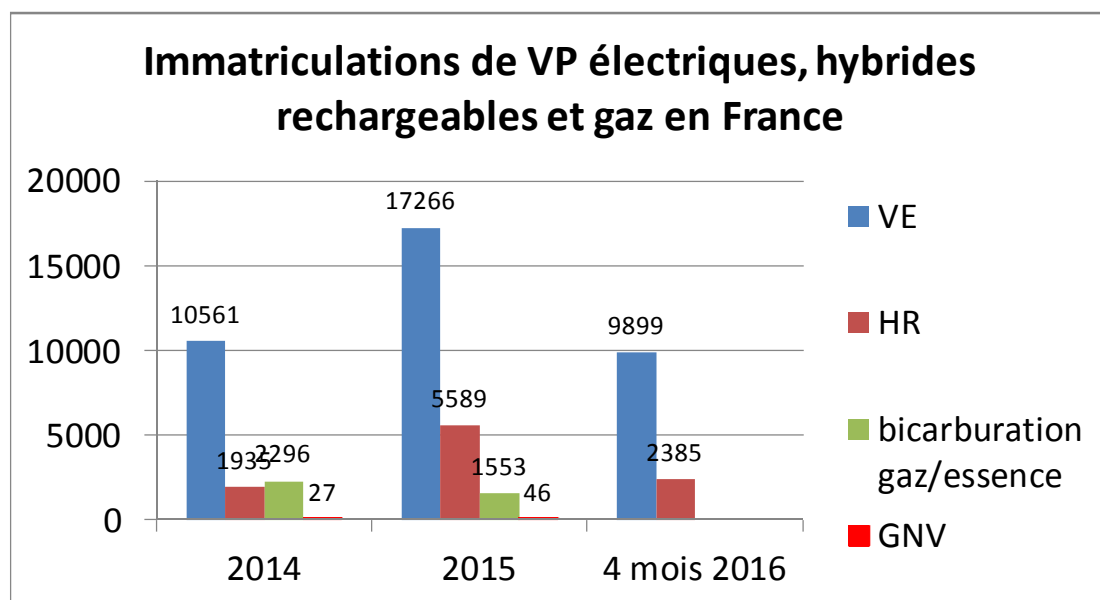
Il convient de souligner que cette progression spectaculaire des ventes de véhicules électriques a démarré au moment même où le prix du Brent se stabilisait autour de 50\$ le baril et où les prix des carburants étaient au plus bas, notamment en France avec un prix de 1 €/litre de diesel. On peut donc supputer que la remontée des cours du pétrole favorisera, ou du moins consolidera, la progression des ventes de véhicules électriques dans le monde.

Par ailleurs, la compétition automobile a toujours été un laboratoire et un accélérateur de recherche pour l'industrie automobile. Les innovations technologiques de la Formule 1 trouvent plus ou moins rapidement des applications dans les véhicules de série. Il n'aura échappé à personne que la Fédération Internationale Automobile organise depuis 2015 une compétition de Formule Electrique à laquelle la plupart des écuries n'ont pas manqué de s'intéresser. Le succès grandissant que cette initiative rencontre au niveau international, doit être perçu comme révélateur des futures tendances des motorisations automobiles, même si pour la FIA « cela ne signifie pas que l'avenir est au tout électrique ». Dans un avenir proche, probablement en 2018, la FIA envisage de créer une compétition de Formule Hydrogène, notamment pour résoudre la question de l'autonomie de la FE, aujourd'hui limitée à vingt minutes de course. Cette nouvelle initiative constitue un nouvel indicateur que constructeurs et équipementiers, mais aussi les pouvoirs publics, doivent prendre en compte.

1.2 La France constitue le deuxième marché européen

Deuxième marché européen après la Norvège, la France devance nettement l'Allemagne ou le Royaume-Uni, avec 22 187 véhicules 100% électriques immatriculés en 2015, dont 17 268 VP, soit près de 1% du marché automobile français. La stratégie particulièrement volontariste en faveur de la voiture électrique de RENAULT ainsi que des mesures fiscales appropriées ont joué un rôle décisif

dans l'engouement des français pour les NEV. D'ores-et-déjà, la progression des ventes enregistrée sur les cinq premiers mois de 2016 confirme la tendance observée en 2015 : très dynamiques, les ventes de VE atteignent 1,15 % du marché français tandis que celles des véhicules hybrides rechargeables connaissent une croissance plus limitée en raison d'une fiscalité moins attractive (baisse du bonus écologique). Avec respectivement 56 030 et 5 589 unités écoulées, les modèles hybrides et hybrides rechargeables ont représenté 3,2 % du marché du véhicule particulier neuf l'an passé.



1.2.1 En France, et dans les principaux pays européens, les flottes d'entreprise et des loueurs représentent plus de 50% des immatriculations de véhicules neufs

En 2015, si le marché automobile français des VP s'élevait à 1,9 million, il convient de noter une particularité : 1,269 million de véhicules ont été immatriculés au titre des véhicules d'entreprise comprenant essentiellement des VP et dans une moindre proportion des VUL². Ainsi, selon les statistiques rassemblées par l'Observatoire du Véhicule d'Entreprise, plus de la moitié des véhicules immatriculés (55,3%) concernaient les flottes d'entreprises et de loueurs professionnels³. Cette part des professionnels est en constante progression et elle constitue ainsi un poids de plus en plus décisif dans l'orientation des achats de véhicules, vis-à-vis des constructeurs. Il ne s'agit pas là d'un particularisme en Europe, bien au contraire puisque cette proportion des véhicules d'entreprise est encore plus élevée chez nos voisins européens : près des deux-tiers pour l'Allemagne et environ 80% au Royaume-Uni.

Sur ce segment des véhicules particuliers et utilitaires de moins de 3,5 tonnes, les constructeurs français PSA et Renault occupent une position dominante avec respectivement 33% et 32%, devant le groupe VAG (10%). Cet avantage est essentiellement lié à leur positionnement commun au sein des gammes de véhicules. Il s'agit souvent de modèles des segments B ou C sur lesquels portent prioritairement les offres de Renault et PSA, contrairement aux constructeurs allemands qui occupent les segments « supérieur » et « luxe ». On mesure donc les conséquences liées aux choix des gestionnaires de flottes, choix dictés par l'offre des constructeurs, les incitations fiscales, mais aussi de plus en plus souvent par un souci d'image ou de communication.

² VUL : véhicules utilitaires légers.

³ Le quotidien « Les Echos » a publié le 14 avril 2016 les données suivantes, excluant les VUL : 1,9 million d'immatriculations en 2015 dont particuliers 52% , entreprises 22,4% (428 650) et loueurs 25%. Le rapport du CGDD « les véhicules électriques en perspective » publié en mai 2011 signalait par ailleurs, dans le cadre d'une analyse des déplacements, que 48% des km parcourus en voiture le sont dans un cadre professionnel : ceci contribue à expliquer la part des véhicules d'entreprise dans les achats de véhicules neufs.

Au mois d'avril 2016, si la part relative du diesel (85, 28%) demeure prépondérante dans les *car policies* en raison de l'avantage fiscal de récupération de TVA sur le carburant, elle régresse quelque peu au profit de l'essence (11,39%). Mais la progression la plus significative concerne les véhicules électriques (+ 45,7% sur les quatre premiers mois de l'année) qui atteignent le seuil symbolique des 1% avec près de 3000 immatriculations, contrairement aux motorisations hybrides, notamment non-rechargeables, qui marquent le pas. Là aussi la nouvelle fiscalité applicable aux modèles hybrides semble jouer un rôle déterminant. A l'inverse, et malgré un prix d'achat initial supérieur à celui des véhicules à moteur thermique, les avantages dont bénéficie les VE et les PHEV (bonus écologique, exonération de taxe sur les véhicules de société et, selon les régions, exonération de carte grise) contribuent à renforcer leur attrait auprès des gestionnaires de flottes. Le coût de détention d'une flotte électrique (TCO) devient compétitif si l'on ajoute l'économie de carburant qu'engendre la motorisation électrique.

Ainsi, selon l'Observatoire du Véhicule d'Entreprise, la part du diesel dans les flottes des grandes entreprises européennes devrait décroître légèrement d'ici à cinq ans : de 82% à 79%. Mais en France, cette baisse pourrait être plus conséquente au profit des énergies alternatives ou électriques : 57% des entreprises ont déjà intégré des énergies alternatives et 34% des VE. D'ici trois ans, 58% des envisagent d'acquérir des VE.

1.2.2 Les acheteurs publics français jouent un rôle précurseur sur ce marché

Dans ses diverses dispositions, la loi sur la transition énergétique précise le calendrier de renouvellement des flottes de l'Etat et des collectivités par des véhicules à faibles émissions.

Elle prévoit ainsi que l'État, ses administrations déconcentrées et ses établissements publics, lors de toute nouvelle acquisition ou renouvellement de leurs flottes, acquièrent des véhicules à faibles émissions dans la proportion de 50% à partir du 1^{er} janvier 2016. De même, les collectivités territoriales et leurs groupements, ainsi que les entreprises nationales, devront atteindre un taux de 20% à cette même date, tandis que les loueurs de véhicules, taxis et VTC seront astreints à un taux de 10% avant 2020.

S'agissant des autobus et autocars, la loi prévoit également un pourcentage minimal d'équipement lors du renouvellement et de nouvelles acquisitions pour l'Etat, ses établissements publics, les collectivités et leurs groupements, le STIF et la Métropole de Lyon: à hauteur de 50 % au 1^{er} janvier 2020 puis 100 % au 1^{er} janvier 2025. La RATP est assujettie à une disposition encore plus contraignante avec un taux de 50% au 1^{er} janvier 2018.

De fait, par leur capacité d'achat et leur responsabilité de puissance publique, l'UGAP, La Poste, la RATP et, dans une moindre mesure, les collectivités territoriales, ont toujours rempli un rôle de précurseur dans le développement de nouvelles motorisations. Ces dernières peuvent même jouer un rôle prescripteur, à l'image du STIF qui a imposé à la RATP de renoncer aux bus diesel à compter de 2025.

Dans l'acheminement du courrier qui l'a conduit depuis longtemps à utiliser tous les moyens de transports, de l'avion à la bicyclette en passant par les trains ou les poids lourds, **le Groupe La Poste** a toujours su se montrer ouvert à l'innovation technologique pour l'éco-mobilité. Aujourd'hui La Poste teste des voitures et des vélos fonctionnant à l'hydrogène. Renault Trucks vient de lui livrer un premier PL 19 tonnes fonctionnant aussi bien GNV qu'au biométhane carburant. Elle teste également un Renault Maxity Electrique équipé d'un prolongateur d'autonomie fonctionnant avec une pile à combustible. Le seul camion fonctionnant à l'hydrogène en Europe. La Poste joue donc un rôle original de laboratoire expérimental pour des véhicules conçus et produits en France. Ainsi, dans un cadre prospectif, elle expérimente avec Renault et la société israélienne Phinergy une nouvelle batterie aluminium-air qui pourrait porter l'autonomie des VE à un niveau comparable⁴ à celui des voitures thermiques.

Mais La Poste est également un acheteur tout aussi important pour les nouvelles motorisations mises sur le marché. Elle détient la 1^{ère} flotte électrique d'entreprises au monde avec 6000 Kangoo

⁴ Une autonomie envisagée de 1000 km mais avec la nécessité de changer d'électrolyte tous les 4 à 500km.

électriques et 1000 acquisitions chaque année pour atteindre les 10 000 exemplaires. Elle acquiert également des tricycles électriques LIGIER ou encore des milliers de bicyclettes à assistance électriques de marque CYCLEUROP (ex-Cycles Peugeot).

Avec près de 722 millions d'euros de commande de véhicules en 2015, **l'UGAP** constitue un acheteur de poids pour les constructeurs. L'UGAP achète aussi bien pour les ministères que pour le secteur hospitalier et médico-social ou les collectivités locales, ces dernières ayant le choix de recourir ou non à ses services. Dans son catalogue de véhicules, l'UGAP propose une offre diversifiée de véhicules à faible émission :

- Sur les segments petite polyvalente (Renault Zoé électrique et Toyota Yaris Hybride essence), berline (Citroën DS5 hybride diesel, Ford Mondéo hybride essence et Peugeot 508 RXH Hybride diesel) et fourgonnette (Renault Kangoo ZE, Nissan e-NV 200 électrique, Citroën Berlingo Electric). On le voit, l'UGAP s'efforce de privilégier des véhicules des marques nationales, ou de marques fabriquant en France, chaque fois que possible.
Sur le premier quadrimestre 2016, l'UGAP enregistre une envolée des ventes de VE (+ 342%) avec 495 exemplaires et une moindre progression des hybrides. Sur l'année 2016, les ventes de véhicules faible émission pourrait atteindre 3500 exemplaires contre 2123 sur un total de 19 363 toutes motorisations en 2015.
- Sur les véhicules industriels et transport en commun, l'offre des constructeurs en véhicules faible émission est beaucoup plus réduite : Un Renault-Trucks Maxity électrique et un IVECO électrique ou GNV ; aucune offre pour les autocars ; le Bluebus de Bolloré ou les minibus PVI électriques pour les autobus. Mais il s'agit de faibles volumes de ventes pour l'établissement public.
- L'UGAP propose en outre toute une série de véhicules professionnels très spécifiques produits ou plus souvent, transformés, par des PME locales mais dont la plupart sont équipés de moteurs thermiques. Seules exceptions : les véhicules électriques de servitude LIGIER, ou GOUPIL (acquis en 2011 par le groupe US Polaris Industries).

La RATP est l'acheteur public majeur sur le segment des autobus avec un parc de 4500 bus, dont 90% en motorisation diesel, et 1500 véhicules auxiliaires (de la dépanneuse au VP) sur la petite couronne et Paris. A rapprocher du marché des citybus en France : il était de 11 120 véhicules en 2014.

Pour répondre à la volonté du Syndicat des Transports d'Ile de France (STIF) de supprimer les bus diesel du réseau francilien (décision de décembre 2013), la RATP a engagé le *Plan Bus 2025* qui a pour objectif de disposer en 2025 d'un parc 100% faible émission avec environ 80% de bus électriques et 20% de bus au biogaz. La motorisation hybride a été écartée car elle présente un surcoût de 50 à 60% à l'achat par rapport à un diesel, trop important au regard du gain environnemental.

Après une phase expérimentale débutée en 2014, pendant laquelle seront testés les modèles proposés par différents constructeurs (Bolloré, Yutong le leader mondial avec 10 000 bus vendus en 2014, le polonais Solaris ou encore l'espagnol IRISA), un appel d'offre sera lancé fin 2017 pour l'acquisition de 300 bus/an, puis de 600/an. Il s'agit donc d'un marché très important pour les constructeurs, qui à l'exception de Bolloré sont tous à capitaux étrangers (il est néanmoins important de souligner que les deux filiales du groupe CNH Industrial, IVECO et Heuliez bus, ont en France leurs unités de conception et de fabrication des bus, Daimler, à une échelle plus réduite, dispose d'une unité de transformation en France et Yutong confie des opérations à son partenaire Carebus Dietrich).

Le *Plan Bus 2025* entraînera un surcoût important pour la RATP, en terme d'acquisition de bus beaucoup plus coûteux que des modèles diesels, mais aussi d'aménagements des dépôts estimés à plus de 250 M€. Or, l'entreprise publique ne bénéficiera d'autre aide publique qu'un soutien limité du STIF pendant la période expérimentale, à hauteur de 50%, puis 10% lors des acquisitions en série.

Dans ce dossier stratégique pour les constructeurs, le groupe CNH.I qui compte 6 100 salariés dans 18 implantations sur le territoire avec les marques Heuliez et Iveco, s'efforce de proposer de solutions électriques satisfaisantes pour répondre à l'appel d'offres prévu l'an prochain. Ce groupe exporte à partir de ses usines françaises une part significative de sa production de bus. Trouver sa place dans

l'appel d'offres lui fournira une vitrine pour l'exportation, dans des conditions similaires à celles dont bénéficient ses concurrents dans les pays où ils sont implantés.

Autre exemple, la régie des transports de Marseille a également décidé la mise en service d'une ligne de bus électriques. Les véhicules, des modèles de 12 mètres, sont produits par le constructeur basque-espagnol Irizar et sont équipés d'un pack de batteries sodium-nickel qui offrirait, selon le constructeur, 200 à 250 km d'autonomie, pour un coût d'environ 350.000 euros hors batteries, louées 50.000 euros par an. Soit un surcoût estimé à plus de 30 à 40% par rapport aux bus thermiques.

Dès lors que les constructeurs produisant en France présentent une offre techniquement et économiquement compétitive, il serait souhaitable qu'ils trouvent toute leur place dans les importants appels d'offre lancés par les entités organisatrices de transports. Les véhicules au gaz et électriques ayant des performances environnementales très proches, sur la pollution locale notamment, une considération de l'ensemble des éléments technico-économiques devrait conduire à des choix de motorisation plus équilibrés entre traction électrique ou au gaz, pour éviter le risque d'écarter quasi-systématiquement les constructeurs concevant et produisant sur le territoire hexagonal.

Plus généralement, s'agissant des lignes de bus urbains, depuis plusieurs années la plupart des communautés d'agglomération ont décidé d'imposer à leurs concessionnaires des véhicules fonctionnant au GNV, comme le montre le tableau ci-après :

Etat du parc français fin 2015 (source DGEC)
Nombre de véhicules roulant avec les carburants alternatifs

Catégorie de véhicules	Nombre de véhicules au 31-12-2015 (1)
Voitures particulières (VP) électriques	42 893
Véhicules utilitaires légers (VUL) électriques (2) (3)	25 376
Poids lourds (PL) électriques	96
Bus électriques	354
Deux-roues électriques (4)	7 372
Véhicules hybrides rechargeables (VHR) - VP	9 230
VUL VHR	33
PL VHR	5
Bus VHR	101
Deux roues VHR	environ 90
VP GNV (5)	2 549 =Bicarburant essence-gaz naturel + gaz naturel soit 2190 + 359
VUL GNV	7 114 =Bicarburant essence-gaz naturel + gaz naturel soit 5896 + 1218
PL GNV	364 =Bicarburant essence-gaz naturel + gaz naturel soit 2 + 362
Bus GNV	2 172 =Bicarburant essence-gaz naturel + gaz naturel soit 13 + 2159
VP hydrogène	17
VUL hydrogène	11
PL hydrogène	2
Bus hydrogène	0
Autres (si existe)	

Remarques :

(1) Ces données de parc sont estimées par l'application d'un seuil d'âge (ex : <= 15 ans pour les voitures, 20 ans pour les utilitaires légers). Les données de motos correspondent au véhicules <= 15 ans en prenant en compte les tricycles et quadricycles.

(2) Correspond aux véhicules 100 % électriques

(3) Véhicule utilitaires légers correspondent aux camionnettes + *véhicules* automoteurs spécialisés légers

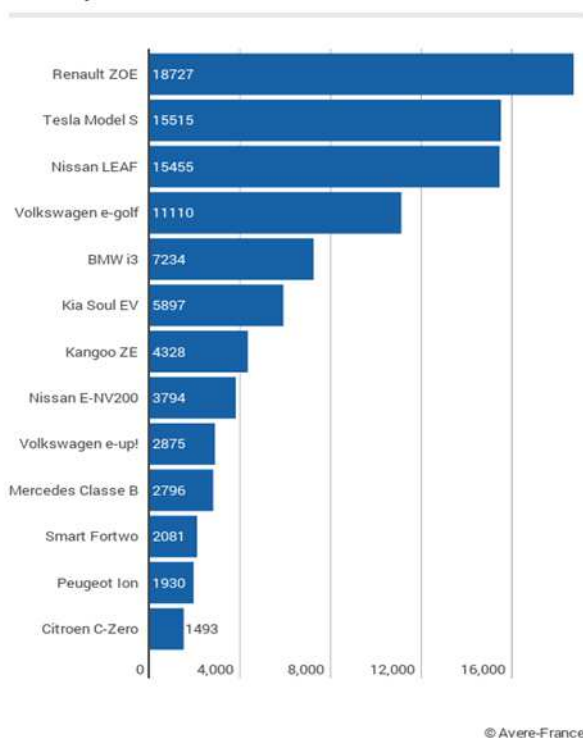
(4) Les électriques sont majoritairement des quadricycles (QM) qui peuvent correspondre à de petits utilitaires.

(5) pour le gaz naturel : la distinction entre liquide et comprimé n'existe pas dans les codes énergies pour l'immatriculation des véhicules

1.3 Renault s'est positionné en leader européen du véhicule 100% électrique

Avec 18 727 immatriculations, la ZOE de Renault est devenue la voiture électrique la plus vendue en France (50% des ventes) et en Europe en 2015, devançant la Tesla Model S, la Nissan LEAF ou encore la Volkswagen e-golf. La Zoé est produite à Flins tandis que les cellules des batteries sont fabriquées par le coréen LG Chem.

Quels sont les véhicules électriques les plus plébiscités
en Europe en 2015 ?



infogram

Le président de Renault, C.Ghosn, qui dans des déclarations récentes confirme qu'il « croit à 100% à l'électrique » constate cependant que le marché de la voiture électrique peine à générer des marges. Les marchés de volume se situent évidemment dans les pays émergents, mais à condition que les constructeurs comme Renault-Nissan soient capable de produire des véhicules à moindre coût pour pouvoir concurrencer notamment les constructeurs chinois. Pour C.Ghosn, « nos voitures-Nissan Leaf, future Renault Fluence électrique- coûtent à peu près 25% de plus que les BYD chinoises. Actuellement, nous travaillons donc sérieusement sur une voiture électrique pas chère. Tout d'abord pour la Chine, mais aussi pour l'ensemble des pays émergents, comme l'Inde ». Pour concrétiser ces propos, Nissan s'apprêterait à lancer cet été en Chine, avec son partenaire Dongfeng Motor, un véhicule 30% moins cher que le modèle actuel.

De son côté, l'offre de PSA s'est limitée jusqu'ici à proposer des modèles réalisés par Mitsubishi tel que la Peugeot Ion électrique ou la Citroën C-Zéro, et dans le segment des VUL, la Partner Electric, qui ont connu jusqu'ici un succès limité. Nouvelle venue, la E-Méhari produite à Rennes est elle-aussi issue d'un modèle préexistant : la Bolloré BlueSummer. Elle est donc équipée de batteries lithium-métal-polymère, comme tous les véhicules du groupe Bolloré.

Cependant, le groupe PSA vient d'annoncer une évolution stratégique notable avec le lancement programmé avant 2021 de quatre voitures électriques sur les segments B et C, et sept PHEV (essence-électricité) sur les segments C et D, ainsi que d'un pick-up. Les principaux composants de la chaîne de traction électrique seront produits en France sur le site de Trémery-Metz, et les réducteurs sur le site de Valenciennes. Les moteurs des PHEV seront fabriqués par la Française de Mécanique à

Douvrin (Pas-de-Calais). Ces modèles seront dotés d'une batterie lithium-ion de 50 kWh et d'une pompe à chaleur permettant de réduire de 75% les besoins d'énergie du système de chauffage et de climatisation qui permettrait une autonomie supplémentaire de 50 km.

En 2015, le marché beaucoup plus restreint des véhicules hybrides rechargeables en France (5 583 véhicules) a été dominé par VW (1 695 ex), Audi (1 129 ex) et Mitsubishi (913 ex), les constructeurs français ne proposant jusqu'ici aucune offre. PSA a annoncé la sortie en 2019 d'un PHEV essence sur les segments C et D.

Plus globalement, depuis quelques mois, l'ensemble des constructeurs français, européens, asiatiques ou américains, multiplie les annonces de sorties de nouveaux modèles électrifiés. Pour tous les interlocuteurs rencontrés par la mission, dans l'avenir coexisteront une multiplicité d'offres de véhicules qui intégreront toutes, peu ou prou, du stop-and-start au VE 100%, une part d'électrification.

1.4 Les politiques nationales de soutien jouent un rôle déterminant sur le marché des véhicules à nouvelles motorisation

L'analyse des politiques en faveur du véhicule électrique mise en place dans de nombreux pays met en évidence l'influence qu'ont les incitations, financières et non financières, sur la part de marché des véhicules électriques :

Pour favoriser l'usage de véhicules à faible émission, les gouvernements ont adopté des dispositions réglementaires et fiscales incitatives qui se révèlent assez efficaces.

	Dispositions fiscales	Dispositions réglementaires et autres
Royaume-Uni	Subvention de £4500, dans la limite de 35% du prix d'achat, réservés aux véhicules à très basses émissions VE ou PHEV, ayant une autonomie minimale en mode « zéro émission ». Limite 50 000 dossiers jusqu'en 2017	£67 millions ont été consacré au développement d'un <u>réseau</u> de <u>bornes</u> de chargement couvrant l'ensemble du Royaume-Uni et la création d'un label « Ultra Low Statut City ; Parking publics ou résidentiels gratuits dans les villes membres du programme ULSC
Norvège	Exemption de TVA pour les VE, et taux réduit pour les PHEV, Suppression de la taxe à l'import (qui peut représenter 100% du coût d'achat), Redevance de circulation annuelle minimisée, Réduction de 50% de la taxe sur véh. de société	Autorisation de circuler sur les voies réservées aux bus en ville, ou voies rapides, si plus de 2 passagers. Gratuité des péages et stationnement dans les parkings municipaux. Gratuité des ferries. Maintien d'un prix élevé des carburants. L'intégralité de la flotte d'Oslo ne devra plus émettre de carbone en 2020.
Allemagne	VE subventionnés à hauteur de 4000€, et PHEV à hauteur de 3000€ (financés 50/50 entre Etat et constructeurs) dans une enveloppe de 600M€ jusqu'en 2019. <u>Les constructeurs doivent souscrire un engagement de co-financement.</u> Exemption de vignette pendant 10 ans Avantage fiscal (à déterminer) pour les salariés qui rechargent leur VE au travail. Les véhicules dont la valeur unitaire dépasse 60 000€ ne sont pas éligibles	Financement par l'Etat de bornes de recharge pour 300 M€.
Chine	<u>Dispositions réservées aux seules marques nationales :</u> Suppression de la taxe à l'achat (10% du prix de vente). Bonus de 55 000 yuans (7 600€), complété au niveau local. Gratuité de la plaque.	<u>Beijing Six</u> : Nouvelles normes de réduction des émissions dès janvier 2017. Nombre d'immatriculations limitées et interdiction hebdomadaire de circulation pour les moteurs thermiques. Objectif de déployer 4,8 millions de bornes de recharge en 2020
France	Bonus réservé aux VE: 6 300€ + évent prime de conversion 3 700€. Bonus pour les PHEV-essence émettant moins de 62g de CO ₂ /km : 3 500€. Autres hybrides émettant moins de 110 g : 750€. Exonération partielle ou totale de la taxe sur les véhicules de société. Selon les régions, exonération de la taxe sur les cartes grises.	Financement par l'Etat d'un réseau de bornes de recharges électriques : 50 M€. Financement additionnel par les collectivités territoriales. Dispositif de Zones à Circulation Restreinte.

Ainsi en France, contrairement à l'Allemagne ou au Royaume-Uni, l'Etat a mis en place des incitations financières à l'achat de VE ou de PHEV, aussi bien pour les particuliers que pour les professionnels, sans prédéterminer une enveloppe limitée. Les acquéreurs sont seulement engagés à ne pas céder leur véhicule dans les 6 mois suivant la première immatriculation et sans avoir parcouru au minimum 6000 km. En outre, les PHEV-essence peuvent, en fonction de leurs émissions, bénéficier de l'exonération totale ou pour une période limitée, de la taxe sur les véhicules de société. Enfin, les VE peuvent être exonérés de la taxe sur la carte grise, dans les régions qui auront adopté cette disposition.

Le décret 2015-1928 du 31 décembre 2015 a modifié le montant des bonus pour favoriser les VE au détriment des hybrides non rechargeables, et particulièrement des hybrides diesel qui sont désormais exclus du dispositif. Il s'agit là d'une différence importante avec les choix faits par l'Allemagne qui n'opère pas une distinction aussi nette entre VE et PHEV pour une raison évidente : ses constructeurs sont essentiellement positionnés sur les segments supérieurs de berlines et grandes routières où la technologie hybride s'impose pour réduire, au moins temporairement, leurs émissions. On notera qu'en Allemagne, les constructeurs ont l'obligation de financer 50% du bonus. Plus royaliste que la chancelière, Nissan vient de décider d'abonder le bonus initial de 1000€ supplémentaire.

Une des caractéristiques du système allemand de bonus paraît de bon sens et immédiatement transposable : les véhicules dont le prix unitaire dépasse un certain montant (60 000€) ne sont pas éligibles. Les Pouvoirs Publics allemands ont certainement estimé qu'un bonus est plus incitatif lorsqu'il représente une part incitative du prix de vente.

En France, voir un catalogue proposer un véhicule à plusieurs centaines de milliers d'euros « bonus déduit » peut surprendre.

avem Association loi 1901, agréée environnement
1er SITE D'INFORMATION SUR LE VÉHICULE ÉLECTRIQUE ET HYBRIDE

Actualités Catalogue produits Occasions Revendeurs Thématiques Vidéos L'

Dernières nouvelles : Nissan : des avancées sur la batterie de 60 kWh

Voitures électriques

Après une longue traversée du désert, les voitures électriques refont leur apparition. Depuis 2011, l'offre est en train de s'élargir avec notamment l'arrivée de Mitsubishi, Citroën, Peugeot et Renault.

Les voitures électriques disponibles en France Les voitures électriques à venir Les prototypes expérimentaux Les modèles arrêtés

LES VOITURES ÉLECTRIQUES DISPONIBLES PROPOSÉES PAR NOS ADHÉRENTS

	Autonomie 340 km Vitesse max > 200 km/h sur circuit Batteries Lithium-ion Polymère Prix avec batterie 352 500 € TTC bonus déduit
--	---

Recommandation n° 1. Réserver, comme en Allemagne, le bénéfice du bonus aux véhicules dont le prix unitaire ne dépasse pas un certain montant (40 000€ ?).

En France, de nombreuses collectivités territoriales ont-elles-aussi décidé d'abonder le bonus à l'achat de véhicules électriques, et s'agissant des régions, de les exonérer de taxe sur les cartes grises (soit en moyenne 40€/cheval fiscal). La mission a ainsi relevé, sans être exhaustives, les aides suivantes accordées à l'achat de véhicules électriques par les régions en 2015, soit avant le renouvellement des exécutifs régionaux :

- Poitou-Charentes : abondement du bonus de 1 000€, subventionnement jusqu'à 50% des bornes de recharge, aide forfaitaire pour les ombrières photovoltaïques avec infrastructures de recharge.

- Haute Normandie : 5 000€ pour les 150 premières VE achetées et financement de 50% de l'infrastructure de recharge privée.
- Nord-Pas de Calais : Financement de 30 à 40% du prix des VUL professionnels (TPE, artisans, taxis, ambulances...) avec un plafond de 8 000€.
- Ex-région Lorraine : aide de 2000€ pour l'achat d'un VE par les artisans, commerçants et PME.
- Ile-de-France : aide pouvant aller jusqu'à 65% du coût de l'installation de bornes de recharge pour les communes, intercommunalités et établissements publics de la région.

D'autres collectivités, communes ou communautés d'agglomération, ont également adopté de telles incitations :

- Drancy : 1500€ d'aide à l'achat d'un VE par les particuliers ;
- Paris : aide de 3 000 à 9 000€ pour l'achat d'un VUL ou PL électrique pour les TPE parisiennes, aide à l'achat de taxis propres à hauteur de 20% du prix hors option dans une limite de 6300€ pour les VE et 4000€ pour les PHEV ;
- Toulouse : aide de 3000€ pour l'achat ou la location d'un VUL électrique.

Recommandation n° 2. Procéder au recensement des diverses aides accordées par les collectivités territoriales et évaluer leur effet sur la mobilité électrique locale.

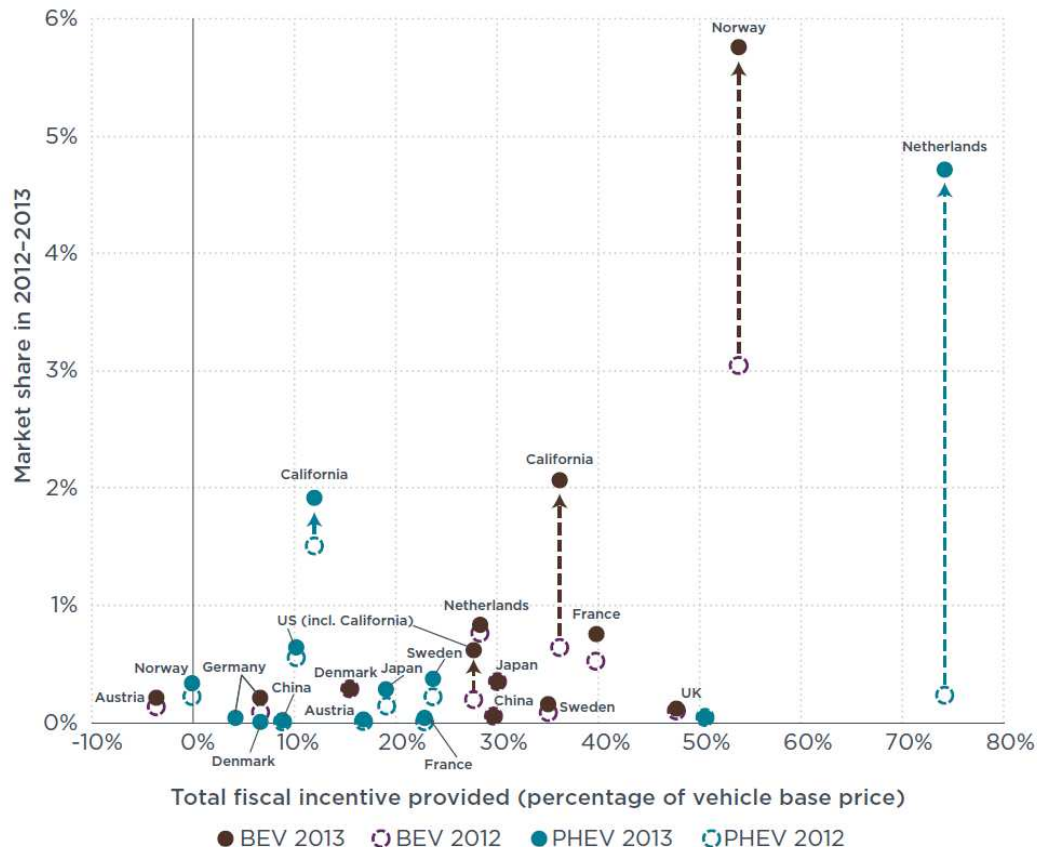
L'ensemble de ces aides n'a pas fait l'objet d'une analyse approfondie par la mission qui relève toutefois les ordres de grandeur suivant pour 2015 où 22 187 véhicules tout électriques et 61 619 hybrides (dont 5589 hybrides rechargeable) ont été immatriculés. En prenant pour hypothèse que 50% des véhicules achetés sont des véhicules de société:

- exonération de taxe sur les véhicules sur les sociétés : environ 12 M€
- exonération de carte grise : 4,5 M€
- moindre rentrée de TICPE : 7,5 M€
- Moindre rentrée de TVA sur les carburants : 1,4 M€
- Mesures incitatives à l'achat, des collectivités : quelques millions d'euros
- Financement des bornes électriques par l'Etat dans le cadre du PIA ; enveloppe pluriannuelle 50 M€
- Financement des bornes électriques par les collectivités : plusieurs millions d'euros
- Bonus à l'achat financé par le malus et supposé neutre pour l'Etat : environ 250 M€

Le coût global direct pour favoriser la mobilité électrique en 2015 peut donc être estimé à environ 300 M€. Si le financement des bornes constitue un investissement a priori non récurrent, il n'en va pas de même pour les aides à l'achat qui pourraient croître considérablement si, comme on peut l'espérer, la vente des véhicules à faibles émissions prenait de l'ampleur. Néanmoins, en l'absence d'aides à l'achat, compte tenu du coût de revient pour les constructeurs, et donc du prix de vente nettement supérieur par rapport aux motorisations thermiques, il ne fait aucun doute que le marché du véhicule électrique n'aurait pas décollé spontanément.

Un rapport réalisé en 2014 par l'ICCT (international council on clean transportation) pour le compte de la Commission Européenne met en évidence une corrélation économétrique directe entre les incitations publiques et la part de marché des VE.

A GLOBAL COMPARISON OF FISCAL INCENTIVE POLICY FOR ELECTRIC VEHICLES



Pour compléter ce comparatif des actions nationales en faveur de la motorisation électrique, il convient enfin de mentionner que le gouvernement chinois a décidé de réserver les aides à l'achat de véhicules électriques aux seules marques nationales, obligeant ainsi les constructeurs étrangers à s'associer avec leurs homologues chinois, en apportant la technologie sans pouvoir vendre sous leur marque propre. Ainsi Renault produira sur place sa Fluence dès 2017, qui sera siglée Dongfeng ! De même Daimler, associé à BYD, produira des voitures de marque Denza ou Nissan fabriquera sa Leaf sous l'appellation Venuccia. Il s'agit d'une mesure clairement protectionniste qui a des effets directs et visibles en Chine mais qui porte en germe des risques à moyen terme sur le marché européen. Aujourd'hui, tous les constructeurs européens se livrent entre eux à une compétition sans concession pour tenter de conquérir des parts du marché automobile chinois. Mais, si 3% seulement de la production automobile chinoise a été exportée en 2015, cette tendance pourrait assez rapidement s'inverser compte tenu des investissements réalisés par les constructeurs et équipementiers chinois, des acquisitions directes de firmes européennes (après les rachats de Volvo Cars, rachat du britannique Emerald Auto par Geely,...) et des transferts de technologie exigés dans le cadre des coentreprises pour s'implanter en Chine. La même évolution est constatée dans le domaine stratégique des batteries pour véhicules électriques.

En complément de cette corrélation en volume, on peut souligner que le ciblage – et la stabilité – des incitations influent sur les choix des acquéreurs (le cas de la motorisation au gaz en Italie est développé en annexe).

2 Malgré la multiplication des annonces de mise sur le marché des constructeurs, les analyses des professionnels sur la prochaine décennie sont relativement convergentes pour prévoir un développement très progressif de la mobilité propre.

2.1 Les annonces, industrielles et commerciales, des constructeurs

Depuis quelques mois, les constructeurs multiplient les annonces de sorties de nouveaux modèles tout électriques ou hybrides et des objectifs quantitatifs très volontaristes: Alors qu'elle ne lancera son premier modèle 100% électrique qu'en 2019, la firme sino-suédoise Volvo Cars se fixe pour objectif de vendre 1 million de voitures électrifiées d'ici 2025 ; TESLA veut produire 500 000 voitures électriques d'ici 2018 en investissant plus de 2,25 milliards de dollars ; Dans sa stratégie de reconquête de l'opinion publique, Volkswagen indique vouloir lancer plus de 30 modèles tout électriques d'ici 2025 et vise l'objectif de 2 à 3 millions de ventes en rythme annuel, soit 20 à 25% des ventes du groupe. La Chine annonce 5 millions de « voitures propres » sur ses routes en 2020...

Parallèlement, les alliances mondiales foisonnent aussi bien chez les constructeurs que chez les équipementiers : Le Groupe PSA renforce ses liens avec son actionnaire Dongfeng Motors en s'engageant à développer une plateforme électrique commune qui permettra de proposer dès 2019 une offre mondiale de véhicules 100% électriques des segments B et C pour les marques Peugeot, Citroën, DS et Dongfeng ; Valeo et Siemens créent une coentreprise (basée en Bavière) pour fabriquer des systèmes de propulsion pour véhicules électriques et hybrides ; Hyundai et Air Liquide renforce leur coopération dans le domaine des véhicules à pile à combustible ; Chery s'associe au japonais Yaskawa Electric et au fonds d'investissement chinois Wuhu Construction Investment dans une coentreprise destinée à produire des moteurs électriques à Wuhu (Chine) ; Volvo, Mercedes, Ford, Audi et Porsche s'unissent pour définir un système standardisé de bornes électriques ; Faurecia renforce son partenariat avec Geely et Xuering,...

2.2 Les perspectives envisagées à moyen terme pour le marché français

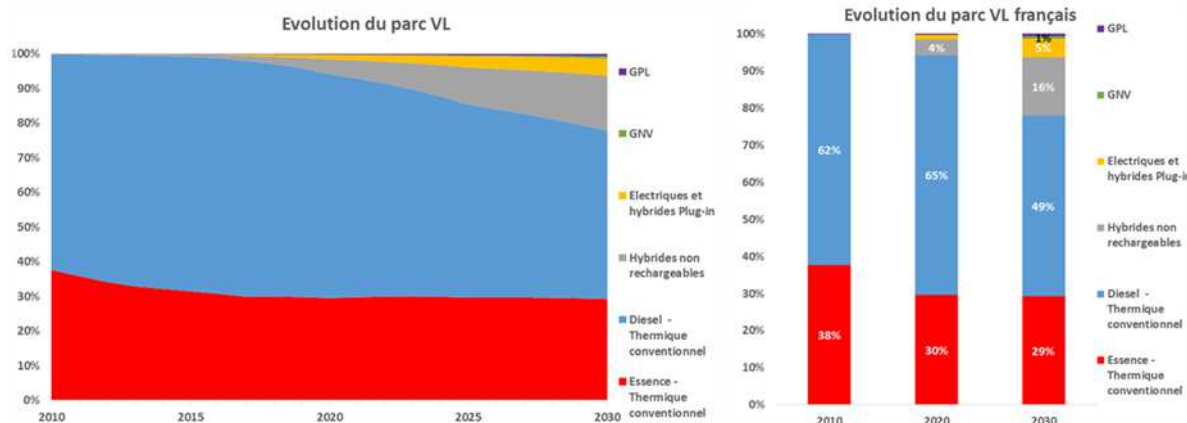
Cependant, les prévisions sur l'évolution du marché des véhicules électrifiées sont concordantes et relativement prudentes par rapport aux objectifs de développement des nouvelles motorisations. A l'horizon 2030, l'exercice prospectif basé sur les tendances constatées et sur les avancées technologiques probables, notamment en matière de rendement et de coûts des batteries, sans prendre en compte l'éventualité de ruptures technologiques toujours possibles, conduit à dessiner un marché automobile où diverses motorisations dites « propres » progresseront de concert, mais où le cœur de la production sera encore fourni par des moteurs thermiques qui verront leurs performances environnementales largement améliorées.

2.2.1 L'analyse du MEDEF (en contribution au projet de loi LTE) : en 2030, 75 à 80% du parc français encore sous motorisation thermique

L'étude réalisée en juillet 2015 par le GT Energie et mobilité du MEDEF « mix énergétique dans les transports : perspective 2030 » dans le cadre de sa contribution au projet de loi sur la transition énergétique, confirme cette vision prospective largement partagée par les professionnels du secteur de l'automobile.

Deux options ont été retenues : l'une (H1) basée sur les hypothèses des constructeurs, envisage une part de marché de 8% des immatriculations neuves pour les véhicules électrifiés en 2030 ; l'autre (H2), réalisée pour déterminer la sensibilité des émissions de CO₂ à la part des motorisations électriques, a envisagé une évolution plus importante de l'utilisation de l'électricité au sein du mix énergétique, atteignant 25% des ventes en 2030, afin de tester l'effet d'une telle hypothèse sur les émissions de CO₂ en 2030.

H1 : Parc de véhicules légers (VP + VL) en 2030



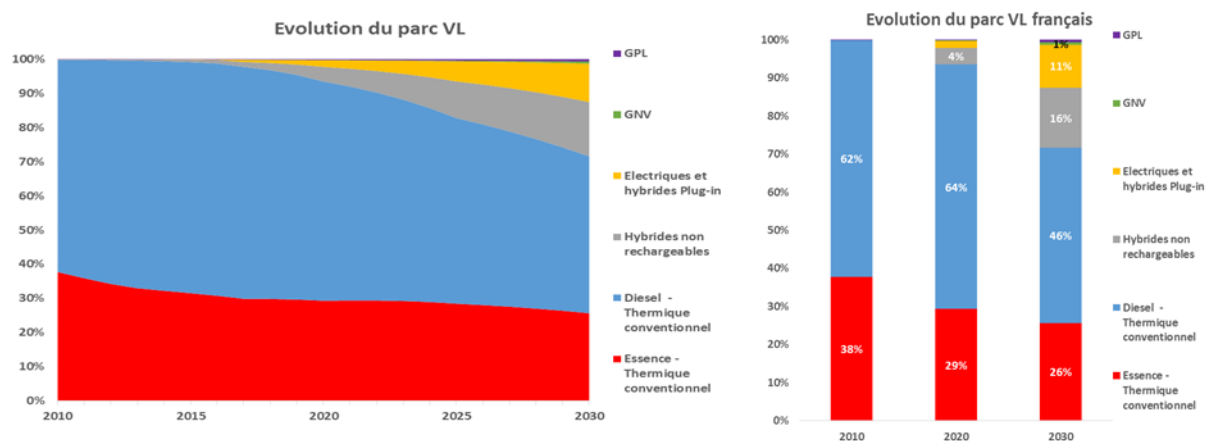
Dans cette hypothèse 1, on constate un impact modéré de l'électrification sur l'évolution du parc : les VE représenteraient seulement 5% du parc en 2030 et les PHEV 16%. Par contre les motorisations diesel passeraient de 62 à 49% de l'ensemble, tandis que les motorisations essence baisseraient de 38 à 29%. Cela signifie plus concrètement que 78% du parc resterait sous propulsion thermique.

Dans l'hypothèse 2, plus volontariste, la part des VE atteindrait 11%, celle des PHEV resterait identique à 16% tandis que le diesel (46%) et plus encore l'essence (26%) reculeraient mais représenteraient encore près de 75% du parc à cet horizon.

On notera que dans ces deux hypothèses la part des motorisations au GPL ou au CNV demeurerait symbolique autour de 1%. Quant à l'hypothèse hydrogène, elle n'est même pas envisagée.

On le voit, la sensibilité d'un parc automobile aux changements de motorisation sera lente, à l'aune de son rythme de renouvellement. Toutefois, ces hypothèses sont réalisées à réglementation constante, en faisant abstraction des décisions de politique environnementale qui pourraient complètement changer la donne.

Hypothèse2



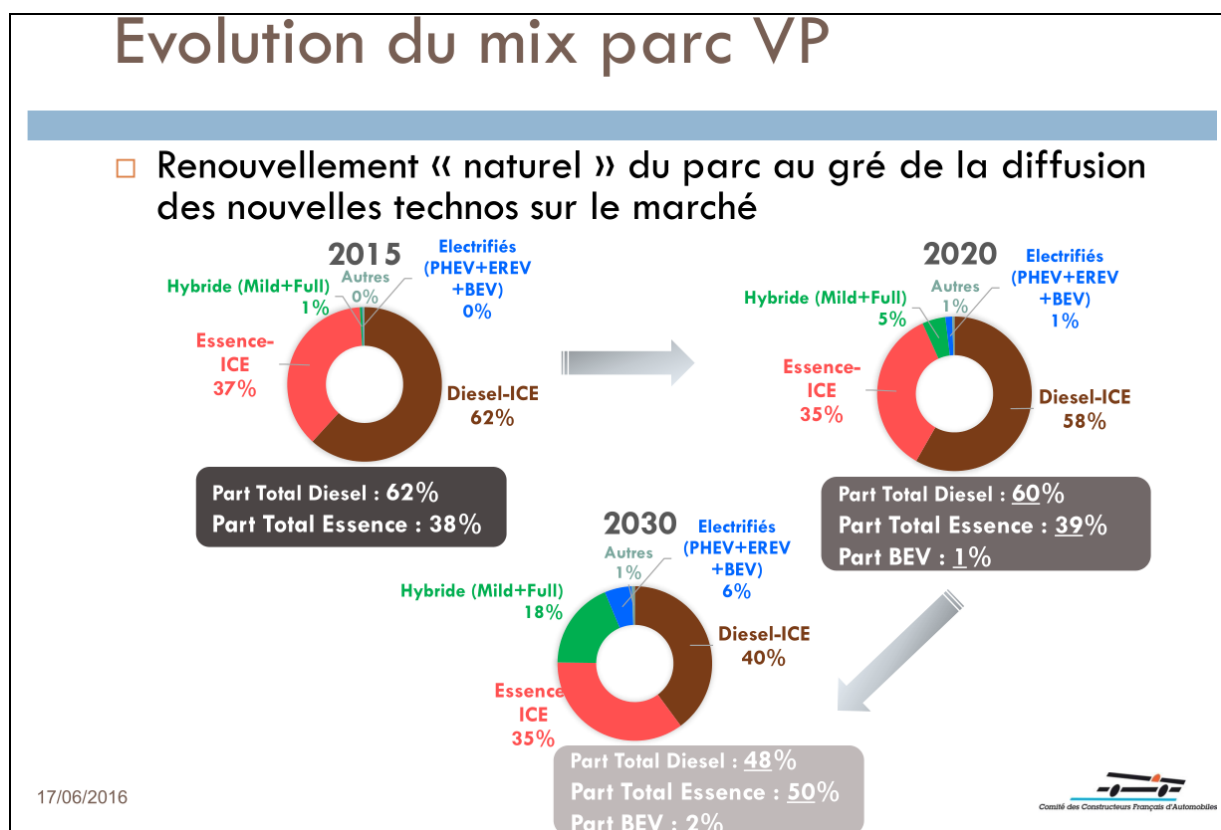
L'avis unanime des spécialistes du monde automobile entendus par la mission semble indiquer qu'à un terme prévisible de vingt à trente ans, les hydrocarbures continueront à représenter une part prépondérante des ressources énergétiques des transports dans le monde. Cette tendance devrait s'observer, en dépit des politiques environnementales esquissées depuis peu en Europe ou en Chine, en raison notamment du fort développement de marchés émergents tels que l'Inde, l'Iran, le Brésil ou l'Afrique du Sud qui constituent les nouveaux lieux de compétition pour les constructeurs et équipementiers mondiaux.

Cependant, selon les industriels, on assistera à une électrification progressive de l'ensemble des véhicules mis sur le marché avec une diversification des solutions proposées, de la micro-hybride (stop & start) aux voitures 100% électriques, en passant par l'hybridation « douce » (mild-hybrid), plus poussée (full-hybrid) ou l'hybride rechargeable (plug-in hybrid).

2.2.2 La vision du CCFA : en 2030, les véhicules tout électriques ne représenteront encore que 2% des ventes annuelles.

La vision du mix énergétique et technologique du marché des véhicules particuliers par le CCFA est convergente. S'agissant des ventes annuelles à l'horizon 2020, les motorisations diesel devraient reculer de 57 à 38%, de même que les essences de 39 à 29%, au profit de la croissance des modèles hybrides qui passeraient, selon cette étude, de 3 à 25%. Cependant, les ventes de VE et de PHEV continueraient leur progression pour atteindre 8% de l'ensemble du marché VP.

En conséquence, le parc roulant évoluerait lui aussi, mais à un rythme modéré. Ainsi, en 2030, le CCFA prévoit la répartition suivante : 40% de véhicules diesels, 35% d'essences, 18% d'hybrides et seulement 6% de véhicules véritablement électriques (dont 2% de VE et 4% de PHEV).



2.2.3 Les scénarios envisagés en avril 2016 pour la stratégie de développement de la mobilité propre, en application de la loi LTE, sont beaucoup plus volontaristes, tout en estimant, eux aussi que plus de 80% des véhicules auront toujours, en 2030, une motorisation thermique

Les documents préparatoires à la « stratégie de développement de la mobilité propre », prévue par la LTE, comportaient un scénario bas d'émission et un scénario haut d'émission, chacun associé à des perspectives de part de marché des véhicules électrifiés (électriques et hybrides rechargeables) en 2030, avec des jalons en 2020, 2023 et 2025.

Ces scénarios font évoluer la part des véhicules électrifiés en 2030 entre 12,9% des ventes (5,4% pour les véhicules purement électriques et 7,5% pour les hybrides rechargeables) et 15,8% (6,6%+9,2%).

Ils sont tous les deux plus volontaristes que l'hypothèse de référence retenue par les industriels (hypothèse H1 ci-dessus, où cette part est de 8%), sans atteindre néanmoins la valeur qui a servi à ceux-ci pour un test de sensibilité (25%, hypothèse H₂).

Evolution du parc de véhicules particuliers électriques et des véhicules hybrides rechargeables

	2015	2018	2020	2023	2025	2030
Scénario bas						
<i>électrique</i>	172 000	430 629	794 000	1 086 904	1 340 000	1 885 000
<i>hybride rechargeable</i>	189 000	481 128	897 000	1 321 963	1 712 000	2 525 000
Scénario haut						
<i>électrique</i>	172 000	414 148	744 000	969 682	1 157 000	1 570 000
<i>hybride rechargeable</i>	195 000	472 032	851 000	1 186 601	1 481 000	2 111 000

Evolutions des parts de marché des véhicules électriques et hybrides rechargeables en % selon les deux scénarios

	2015	2020	2025	2030
Scénario bas				
<i>électrique</i>	1,5 %	5,8 %	6,2 %	6,6 %
<i>hybride rechargeable</i>	1,6 %	6,6 %	7,9 %	9,2 %
Scénario haut				
<i>électrique</i>	1,5 %	5,4 %	5,4 %	5,4 %
<i>hybride rechargeable</i>	1,6 %	6,1 %	6,8 %	7,5 %

Le baromètre 2016 « Les Français et l'automobile », établi par Aramisauto avec l'institut Sofres, indique que les Français sont de plus en plus ouverts aux véhicules électriques et hybrides. Selon cette étude, 7 Français sur 10 se voient au volant d'un véhicule hybride ou électrique d'ici 20 ans. Ainsi, 40 % des Français se verraient rouler en hybride et 32 % en électrique. Ils considèrent ces motorisations vertes comme un gage de respect de l'environnement (68 % pour l'électrique) et très innovantes technologiquement (52 % pour la voiture électrique et 45 % pour l'hybride). Mais, lorsqu'il s'agit de prévoir le renouvellement de leur véhicule, seulement 43 % des sondés sont prêts à changer de motorisation avec comme motivations principales une volonté de moins polluer (53 %) et une diminution des coûts d'utilisation (34 %). Malgré les progrès effectués, l'autonomie des voitures électriques constitue un obstacle...ainsi que les prix bas des carburants enregistrés au cours des derniers mois. Selon ce sondage, les français ne semblent donc pas majoritairement, et spontanément, prêts à abandonner les moteurs thermiques.

On le voit, pour les professionnels du secteur, les prévisions de pénétration du véhicule électrique sur le marché français demeureront relativement modestes à l'horizon 2030, même si la quasi-totalité des véhicules neufs intégrera une part plus ou moins importante de traction électrique grâce aux véhicules hybrides, rechargeables ou non.

3 Le cadre législatif et réglementaire foisonnant, favorise ou impose fortement ces nouvelles motorisations et a fortement évolué depuis dix ans

Des normes européennes aux arrêtés municipaux, les initiatives réglementaires se multiplient en faveur de la décarbonation du secteur des transports. Celui-ci représente un poids considérable dans l'économie (18 % du PIB pour la dépense totale de transport et plus de 1,3 millions d'emplois) et son bon fonctionnement est indispensable à celui des autres secteurs, notamment au plan logistique. Mais il est aussi admis que les transports représentent un des émetteurs les plus importants des polluants atmosphériques à l'échelle nationale avec 27 % des émissions de gaz à effet de serre, 35 % de la consommation d'énergie en France, 60 % des émissions d'oxydes d'azote (dont 56% par le transport routier), 17 % des émissions de particules (PM10) (dont 85% par le transport routier), cette part pouvant être dans certains cas nettement plus importante à l'échelle d'une agglomération. C'est la raison pour laquelle les pouvoirs publics ont édicté un ensemble de normes et de restrictions qui visent à diminuer l'empreinte carbone des véhicules automobiles.

- La norme Euro : Applicable depuis 1992, la norme Euro ne cesse d'évoluer. Depuis le 1er septembre 2015, tous les véhicules particuliers neufs provenant des États membres de l'UE sont soumis à la norme Euro 6. Elle fixe notamment de nouveaux plafonds d'émissions pour les oxydes d'azote (NOx) émis par les véhicules diesel. Les émissions d'oxydes d'azote des voitures particulières à motorisation diesel sont limitées à 80 mg/km, soit une réduction de plus de 50 % par rapport à la norme euro 5. Par ailleurs, les émissions combinées d'hydrocarbures et d'oxydes d'azote provenant des véhicules diesel voient également leur seuil s'abaisser. Les voitures particulières doivent limiter leur taux d'émission à 170 mg/km. La norme Euro 6 va encore évoluer à l'horizon 2018 avec un second volet (Euro 6.C). La réduction drastique des émissions (de 180 à 80 mg/km) oblige donc constructeurs et équipementiers à développer de nouveaux systèmes de dépollution (vanne EGR, FAP...)...ou à privilégier la production de véhicules électrifiés.

Un système de crédits d'émissions et de super-crédits récompense les innovations respectueuses de l'environnement réalisées par les constructeurs de voitures. Les super-crédits sont des mesures d'incitation accordées aux constructeurs pour produire des voitures à faible taux d'émissions. Au titre de ce règlement, les voitures dont les émissions sont inférieures ou égales à 50 g/km de CO₂ comptaient pour 1,5 voiture jusqu'en 2016, lors de l'évaluation du volume d'émissions des flottes mises sur le marché.

Un système similaire de super-crédits est mis en place pour la période autour de 2021. Ainsi, en 2020, seules sont prises en compte les émissions des 95% les plus efficaces de la flotte mise sur le marché, en outre, pour le calcul des émissions spécifiques moyennes de CO₂, chaque voiture particulière neuve dont les émissions spécifiques de CO₂ sont inférieures à 50 grammes de CO₂ par kilomètre compte pour :

- 2 voitures particulières en 2020,
- 1,67 voitures particulières en 2021,
- 1,33 voitures particulières en 2022,
- 1 voiture particulière à partir de 2023,

L'impact de ces super-crédits sur le calcul de l'émission moyenne est soumis à un plafond de 7,5 grammes de CO₂ par kilomètre par constructeur au cours de cette période.

La même évolution de normes s'est appliquée aux véhicules lourds, et en particulier aux bus. Dans une étude publiée en juin 2016, la « centrale d'achat du transport public » résumait les évolutions de normes dans le tableau ci-dessous :

**Evolution de la norme Euro, pour les bus, et état du parc de bus français (hors RATP)
au 1^{er} janvier 2015**

Evolution de la norme Euro

g/kWh	Euro 1 (1.10.93)	Euro 2 (1.10.96)	Euro 3 (1.10.01)	Euro 4 (1.10.06)	Euro 5 (1.10.09)	Euro 6 (1.01.2014)
NOx Oxydes d'azote	9	7	5	3,5	2	0,4
CO Monoxyde de carbone	4,9	4	2,1	1,5	1,5	1,5
HC Hydrocarbures	1,23	1,1	0,66	0,46	0,46	0,13
PM Particules	0,36	0,15	0,13	0,02	0,02	0,01

Au 1er janvier 2015, le parc bus français (hors RATP) se décomposait de la façon suivante :

Répartition du parc en service selon la norme Euro du véhicule

Avant Norme et Euro 0	246
Euro 1	667
Euro 2	3 398
Euro 3	5 451
Euro 4	3 004
Euro 5 + EEV	7 598
Euro 6	1 026
Total	21 562

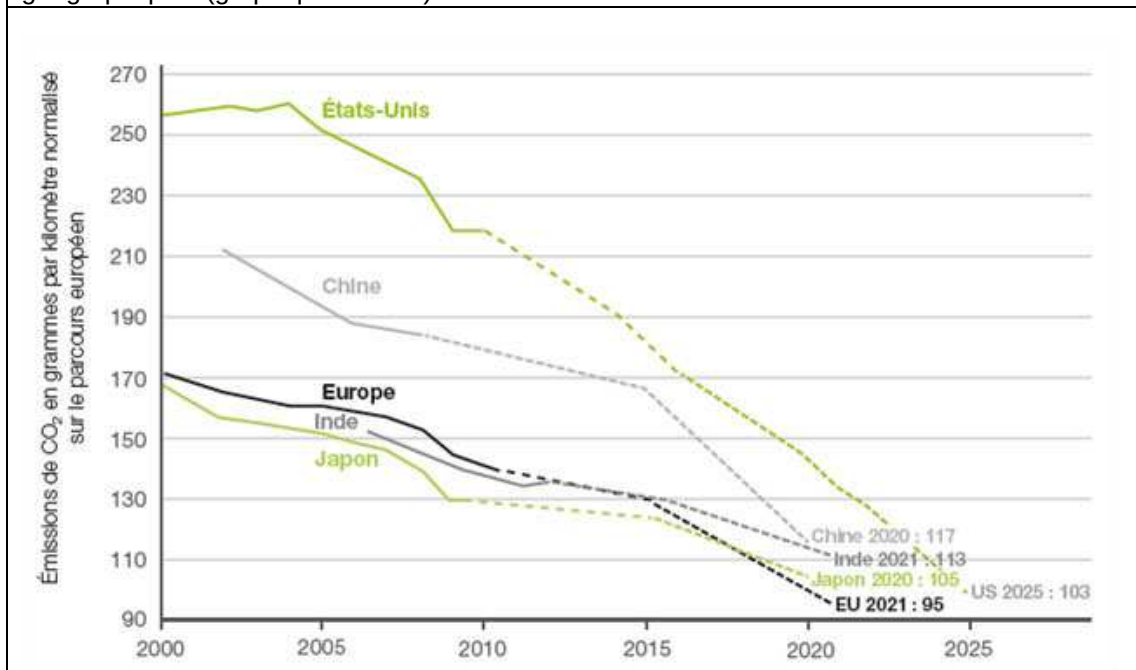
Le constat, récent, de fraudes importantes (le logiciel fraudeur du groupe Volkswagen) permises par les conditions d'essai associées aux normes actuelles a conduit par ailleurs à accélérer l'évolution des normes vers des valeurs mesurées en « conditions réelles de fonctionnement » (real driving emissions, RDE, en Europe). La manière de mesurer ces émissions en « conditions réelles de fonctionnement » a été définie en Europe en mai 2015. Les normes applicables aux poids lourds sont déjà vérifiées en conditions réelles de fonctionnement. Les modalités de conversion des valeurs des normes actuelles pour les véhicules légers en valeurs applicables en « conditions réelles de fonctionnement » sont en cours de définition.

- Le règlement (CE) n° 443/2009 du Parlement européen et du Conseil du 23 avril 2009 a établi des normes de performance en matière d'émissions pour les voitures particulières neuves dans le cadre de l'approche intégrée de la Communauté visant à réduire les émissions de CO₂ des véhicules légers. Ce règlement vise à réduire ces émissions en fixant des niveaux d'émission à ne pas dépasser.

Ainsi, il a mis en place des normes pour les voitures particulières neuves en ce qui concerne leurs émissions de dioxyde de carbone (CO₂). Le seuil actuel est de 130 g de CO₂ émis par kilomètre. À partir de 2021, ce niveau sera ramené à 95 g de CO₂ par kilomètre. Si la moyenne des émissions de CO₂ de la gamme de voitures d'un constructeur dépasse le niveau d'émission fixé, le constructeur doit s'acquitter d'une pénalité de 5 euros par voiture pour le premier g/kg au-delà du niveau fixé, de 15€ pour le deuxième, de 25€ pour le troisième et de 95€ pour chaque gramme excédentaire au-delà. A partir de 2019, chaque g/km d'émission excédentaire par rapport au niveau fixé sera facturé 95 euros.

Ces objectifs sont ambitieux, par rapport aux normes antérieures, et par rapport aux objectifs que se fixent les autres zones géographiques :

Situation et évolution des objectifs d'émission par véhicule dans les différentes zones géographiques (graphique : Valeo)



- Le plan national pour le développement du véhicule électrique** lancé le 1^{er} octobre 2009 s'était fixé des objectifs très ambitieux. Il visait ainsi la mise en circulation de 400 000 VE ou PHEV à l'horizon 2015 et de deux millions à l'horizon 2020. Dans ce but, L'ADEME a lancé en 2010 un appel à projets « infrastructures de charges », pour soutenir les démonstrateurs et expérimentations combinant infrastructures, usages et territoires ciblés, et pour valider le fonctionnement de l'écosystème des véhicules rechargeables. Le fonds démonstrateur de l'ADEME a été doté d'un complément de 70 millions d'euros.

S'agissant des infrastructures de recharge électrique, dès 2012 les constructions d'immeubles avec parking devaient intégrer obligatoirement des prises de recharge, et les immeubles de bureaux à compter de 2015. La création d'une filiale d'EDF, dédiée à la mobilité électrique était annoncée et les collectivités locales encouragées à déployer des infrastructures publiques.

Un autre objectif, lui-aussi très ambitieux, visait à ce que Renault crée une usine de batteries à Flins, en partenariat avec le CEA, pour un investissement de 625 M€, avec une participation du Fonds Stratégique d'Investissement à hauteur de 125 M€. Ce projet, qui devait produire plus de 100 000 batteries/an, n'a pas eu de suite, et en 2015, Renault a mis un terme à son partenariat avec le CEA, préférant une autre solution pour son approvisionnement en batteries.

- La Directive 2014/94/UE du Parlement européen et du Conseil du 22 octobre 2014** vise à déployer dans l'Union Européenne des infrastructures destinées aux carburants alternatifs. Elle fixe des exigences minimales pour la mise en place de ces infrastructures, y compris les points de recharge pour les véhicules électriques (objectif 2020), les points de ravitaillement en GNL et en GNC (2025) et le cas échéant en hydrogène (2025), qui doivent être mises en œuvre par l'élaboration de cadres d'action nationaux pour chacun des Etats membres. Ces cadres d'action, concertés avec l'ensemble des acteurs nationaux des différentes filières⁵, devront être notifiés à la Commission avant le 18 novembre 2016.

⁵ La concertation conduite, par la DGEC, était en cours à la date de rédaction de ce rapport.

- Décret n° 2014-1313 du 31 octobre 2014 pris pour l'application de la loi n° 2014-877 du 4 août 2014 facilitant le déploiement d'un réseau d'infrastructures de recharge de véhicules électriques sur l'espace public.
- La loi LTECV n° 2015-992 du 17 août 2015, loi de transition énergétique pour la croissance verte, fixe notamment un objectif de baisse de la consommation finale d'énergie à 2030 de 20% par rapport à 2012 auquel le secteur des transports participera, une baisse de 30% de la consommation primaire des énergies fossiles à 2030 par rapport à 2012 dont on sait que le secteur des transports est fortement dépendant et un objectif de 15% d'énergies renouvelables dans le secteur des transports à l'horizon 2030.

Ainsi, outre le dispositif fiscal de bonus en faveur des véhicules émettant moins de 110 g/km de CO₂ et la prime à la conversion pour les véhicules diesel de plus de dix ans, la LTECV rend obligatoire pour les flottes publiques, les loueurs de voiture, les taxis et VTC ainsi que les flottes de bus et autocars des transports collectifs, lors du renouvellement ou de la primo acquisition de leur parc automobile, l'achat de véhicules à faibles émissions (véhicules électriques, ou les véhicules de toutes motorisations et de toutes sources d'énergie produisant de faibles niveaux d'émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques) (art.37). Les conditions diffèrent suivant la qualité des propriétaires (taux de véhicules concernés, date limite d'acquisition, ...).

Par ailleurs, la LTECV met en place des mesures de facilitation de la circulation et du stationnement des véhicules à faibles émissions (art 36 et 37). Elle donne la possibilité de créer, dans les agglomérations et les zones pour lesquelles un plan de protection de l'atmosphère est adopté, en cours d'élaboration ou de révision, des zones à circulation restreinte. Seuls les véhicules identifiés comme contribuant à la limitation de la pollution atmosphérique peuvent y circuler (art.48). Enfin, les sociétés concessionnaires d'autoroutes sont autorisées à pratiquer une tarification avantageuse en faveur des véhicules à très faibles émissions (art. 38).

- La stratégie pour le développement de la mobilité propre annexée à la programmation pluriannuelle de l'énergie. Ce document rappelle le scénario bas carbone dans lequel s'inscrit la stratégie de développement de la mobilité propre. Il présente des éléments plus précis (provisoire à ce stade) sur la demande de mobilité propre, en matière de carburants alternatifs, notamment d'électromobilité, issus des scénarii de la programmation pluriannuelle de l'énergie. Il indique ensuite les orientations et actions de développement de la mobilité propre, en les rattachant aux priorités prévues par la Loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) :
 - Maîtriser la demande de mobilité ;
 - Développer les véhicules à faibles émissions ;
 - Fixer un cadre d'action national permettant le développement d'un marché des carburants alternatifs et le déploiement des infrastructures correspondantes ;
 - Optimiser le fonctionnement des véhicules et les réseaux existants ;
 - Améliorer les reports modaux ;
 - Développer les modes de transports collaboratifs.
- La loi LTCEV a donné aux collectivités territoriales la faculté de prendre des dispositions restrictives en matière de circulation automobile, en créant notamment des Zones à Circulation Restreinte (ZCR). De nombreuses collectivités ont d'ores-et-déjà adopté ce dispositif, à l'image de Paris qui a pris la décision d'interdire les autocars et bus diesel de plus de 14 ans dans les « zones à basse émission » dès le 1^{er} juillet 2015, et, à compter de juillet 2016, l'ensemble des voitures immatriculées avant le mois de janvier 1997.

4 Le « coût à la tonne de CO₂ évitée » d'un véhicule électrique est significatif, sa contribution à la qualité de l'air en ville incontestable

Déjà en 2012, une analyse de l'ADEME⁶ montrait que le calcul de la contribution d'un véhicule pendant sa durée de vie rapportée à la contribution d'un habitant pendant un an, pouvait réserver des surprises : selon ce mode de calcul, la consommation d'énergie primaire totale d'un véhicule tout électrique ne serait pas meilleure que celle d'un moteur diesel. D'autre part la contribution des VE à la réduction des émissions de CO₂ dépend beaucoup de l'énergie utilisée pour l'électricité « carburant » et pour la production du lithium des batteries. Ainsi, l'amélioration des performances des moteurs thermiques demeurera un enjeu essentiel du marché des 10 à 15 prochaines années.

Une autre manière d'évaluer la contribution d'un véhicule électrique à la réduction des émissions de CO₂ consiste à calculer le coût, pour la collectivité, de la t de CO₂ économisée.

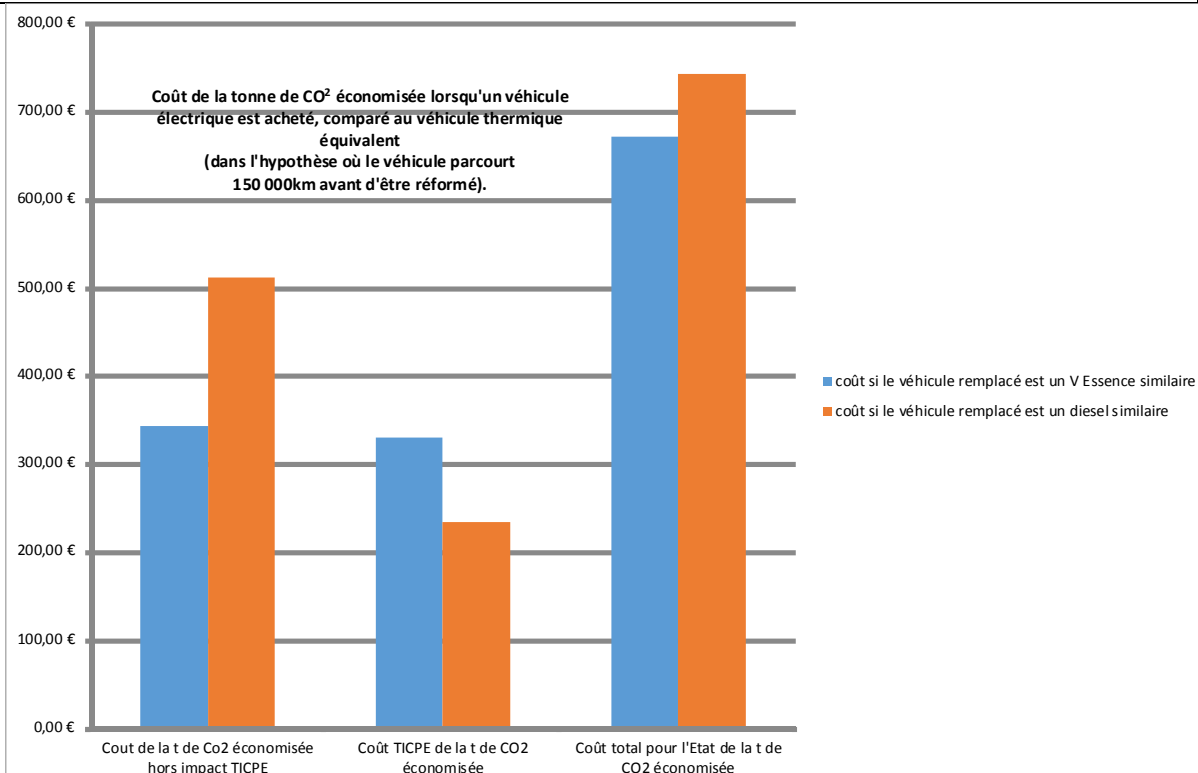
Ce coût a deux composantes :

- Le bonus, 'b', qui est une dépense immédiate pour la collectivité. Pour calculer la part correspondante du coût de la t de CO₂ économisée ('coût_{bonus}'), il faut évaluer l'émission '□' qu'aurait eu, pendant l'ensemble des km '□□' qu'il aurait parcouru avant d'aller à la casse, un véhicule thermique similaire;
- Les pertes de recettes fiscales, qui sont une dépense différée. Elles existent parce que les carburants fossiles ont une fiscalité spécifique, la TICPE (sur laquelle est perçue une TVA). Etant proportionnelle à la consommation de carburants, en litres, cette composante est également proportionnelle aux émissions de CO₂. Toute réduction de une tonne du CO₂ émis par des véhicules représente ainsi pour la collectivité une moindre recette d'environ 330€ sur le véhicule correspondant est à essence et 230€ si le véhicule correspondant est un diesel.

Les données constructeurs indiquent que les émissions de CO₂ de différents modèles de véhicules thermiques à essence équivalents (en termes de segment de gamme) à un des véhicules électriques parmi les plus courants vendus en France émettent aujourd'hui entre 120 et 130g de CO₂ par km parcouru. Si on considère que ces véhicules parcourent 150 000km avant d'être mis à la casse, ils émettent donc au total, pendant ces 150 000km, 18 à 20 t de CO₂ ('□' vaut ici 18 à 20t pour '□□' valant 150 000km). En prenant comme hypothèse que le véhicule électrique n'émet pas de CO₂ (hypothèse d'une électricité totalement décarbonée, pas de prise en compte de l'impact de la construction des batteries sur les émissions de CO₂), on a alors $\text{coût}_{\text{bonus}} = b / \square\square\square\square$: et soit, avec la valeur actuelle du bonus (6 300€), et des émissions comprises entre 18 et 20t (pour un parcours de 150 000km), un coût de 315€ (c'est-à-dire 6300/20) à 350€ (c'est-à-dire 6300/18) euro par tonne de CO₂ non émise. Une comparaison similaire avec un véhicule diesel équivalent aboutit au tableau ci-après :

⁶ Rapport ACV Ademe 2012-2020 : situation 2012

Coût de la tonne économisée par le choix d'un véhicule électrique plutôt que du véhicule thermique équivalent, selon le type de motorisation de ce véhicule thermique équivalent (essence ou diesel).
Estimation mission.



La perte de recettes fiscales n'appelle pas de commentaire, dans la mesure où elle est indissociable de toute réduction d'émission de CO₂ par le parc de voitures.

L'ensemble est, à certains égards, cohérent avec d'autres politiques publiques de réduction des émissions. Pour prendre un exemple qui reste dans le domaine automobile, la TICPE applicable au diesel est moindre que celle applicable à l'essence ; ceci a historiquement (lors du premier choc pétrolier) été fait pour encourager les automobilistes à choisir cette motorisation, qui consomme moins de pétrole. Calculer, selon la méthodologie ci-dessus, le coût de la tonne de CO₂ économisée lorsqu'un acquéreur opte pour un véhicule diesel plutôt que pour le véhicule à essence équivaut aboutit à un résultat très voisin (environ 600€ par tonne de CO₂ économisée, une partie du coût venant de la perte de recettes fiscales liée à la plus faible consommation du diesel et une partie du coût venant de la moindre fiscalisation du diesel).

En tout état de cause, la réduction des émissions de CO₂ n'est qu'une des composantes de la politique publique de promotion de cette motorisation. La réduction de la pollution urbaine et du bruit en est une composante au moins, sinon plus, importante (c'est, en particulier, la seule composante qui ait un sens dans les pays où l'électricité reste très carbonée).

5 Les nouvelles motorisations correspondent à un bouquet de technologies et de systèmes, qui ont des degrés de maturité technico-économique différents

5.1 Le gaz, une technologie mature, un écosystème embryonnaire en France

5.1.1 La propulsion est parfaitement maîtrisée, depuis de nombreuses années

Le gaz est utilisable et utilisé depuis plusieurs décennies pour la motorisation de véhicules (véhicules légers, bus, poids lourds, ...). Au-delà des véhicules routiers, la propulsion de navires au gaz est une des voies envisagées pour réduire la pollution du transport maritime.

Les différences entre les moteurs au gaz et les moteurs à essence sont réduites, quand elles ne sont pas inexistantes. La conversion d'un moteur à essence au gaz est possible (l'Italie a encouragé fiscalement ce type de conversion dans le passé), et la mise sur le marché de variantes propulsées au gaz des modèles essence aujourd'hui sur le marché ne pose aucune difficulté technique. La parenté entre gaz et essence est telle que les modèles à propulsion au gaz présentent le plus souvent la forme d'une bicarburant gaz-essence.

Le gaz présente des avantages similaires à ceux de l'électricité en termes de réduction de la pollution dans les villes. Il permet de réduire les émissions d'oxyde d'azote, de monoxyde de carbone et de CO₂, de supprimer quasiment les particules mais aussi le bruit en ville⁷. Avec l'emploi de bioGNV, la réduction de CO₂ peut alors atteindre 75%. Or l'objectif, très ambitieux, fixé par la Programmation Pluriannuelle de l'Energie pour 2016-2023 est d'atteindre 20% de bioGNV dans le GNV en 2023. Plus prudente, l'ADEME prévoit qu'en 2030, le biométhane pourrait représenter 10% de la consommation totale de gaz naturel.

Le gaz carburant se présente sous trois formes, correspondant à deux compositions chimiques :

- Le GPL (gaz de pétrole liquéfié), composé de butane et de propane liquéfié par compression à une pression voisine de dix bars. Son utilisation est exclusivement pour les véhicules légers (pour des raisons d'autonomie) ;
- Le GNV, gaz naturel pour véhicules, essentiellement composé de méthane, qui se décline en :
 - o GNC : gaz naturel comprimé (à 200 bars), utilisé pour des véhicules particuliers et pour une logistique à l'échelle régionale ;
 - o GNL : gaz naturel liquéfié (à une température de – 161°C). La liquéfaction permet une densité énergétique beaucoup plus élevée pour un volume de réservoir donné, mais le gaz liquéfié s'évapore progressivement lorsqu'il se réchauffe : la consommation apparente d'un véhicule à l'arrêt n'est donc pas négligeable. Le GNL est donc réservé aux véhicules routiers faisant de très longs trajets (pour lesquels la possibilité de disposer de beaucoup d'énergie dans le volume disponible pour le réservoir a une grande importance) et qui roulent, autant que faire se peut, 7 jours / 7 (de manière à réduire l'impact des pertes par évaporation).

En septembre 2015, le CGEDD a réalisé un rapport afin de coordonner « les actions ministérielles pour l'usage du GNL comme carburant » (le résumé de ce rapport est en annexe). Il ressort de cette étude que *« le maintien des qualités énergétiques du GNL contenu dans les réservoirs d'un véhicule nécessite une consommation rapide du carburant. En effet, une trop longue immobilisation entraîne un réchauffement du GNL dans le réservoir et un phénomène de vaporisation (boil-off). Cette caractéristique implique que le véhicule effectue des parcours quotidiens de plusieurs centaines de kilomètres. Elle rend inadaptée l'utilisation du GNL par les véhicules particuliers, les véhicules utilitaires légers et les véhicules de transport collectif urbains. D'autres sources opérationnelles d'énergie alternative présentant de meilleures caractéristiques du point de vue des émissions (électricité) ou plus simples d'utilisation (GNC) sont présentes sur le marché.*

Ni l'électricité, ni le GNC, ne permettent par contre l'autonomie ou la puissance moteur qui les rendraient compétitifs avec le diesel pour les ensembles routiers effectuant des kilométrages

⁷ Les tests suivis par l'ADEME ont été menés sur deux poids lourds routiers EURO 6 de 44 tonnes, l'un équipé d'un moteur GNV, l'autre d'un moteur diesel. Ils montrent que le GNV permet une baisse de 30 à 70% des rejets de NOx ainsi qu'une baisse des émissions de CO₂ de 5 à 10 %, selon des mesures en conditions réelles d'exploitation.

quotidiens importants. Le GNL constitue ainsi, le seul carburant alternatif techniquement opérationnel qui offre une alternative pertinente à l'usage du diesel dans le transport routier de marchandises à longue distance. Son utilisation répandue depuis plus d'une décennie aux États-Unis et son développement plus récent en Chine ont clairement établi cette pertinence technique. En l'état actuel des connaissances, il n'apparaît pas que d'autres solutions techniquement pertinentes pour les transports routiers de marchandises à longue distance puissent devenir pleinement opérationnelles à large échelle avant au minimum deux décennies. »

La maturité technologique du GNV est incontestable : 10% des autobus et 5% des bennes à ordures ménagères utilisent aujourd'hui cette technologie en France qui est également présente dans le transport routier avec une offre de la plupart des principaux constructeurs. S'il n'existe plus de constructeur français de poids lourds, plusieurs constructeurs européens produisent sur le territoire français des véhicules labellisés « Origine France Garantie » : Iveco (Groupe Fiat), produit ainsi des bus et des moteurs de camions, Renault Trucks (Groupe AB Volvo) produit des camions et Scania (Volkswagen AG) en modifie et adapte. Ce qui représente selon les données des industriels, environ 1000 ETP. Ainsi Iveco produit en France près de 50% de ses autobus à motorisation gaz et hydrogène. Pour être présent sur ce marché aux volumes limités en France (quelques véhicules/jour), un constructeur généraliste comme PSA a fait le choix de passer par des transformateurs externes.

Cependant, le GNV présente aussi quelques inconvénients : encombrement et poids des réservoirs, nécessité de contrôles réguliers d'étanchéité et surtout coût de l'équipement en bicarburant. Le surcoût actuel des poids lourds au GNV (de l'ordre de 30%) malgré la disposition fiscale⁸ permettant un suramortissement de 40%, constitue un handicap dans un marché où l'essentiel des clients en France sont des PME.

Le parc mondial de véhicules GNV est d'environ 18 millions d'unités, principalement localisé en Argentine, au Brésil, au Pakistan ou encore en Inde et de manière plus surprenante en Italie⁹. En effet, l'Italie occupe depuis longtemps une position originale en Europe avec un parc GNL de 880 000 véhicules¹⁰, loin devant l'Allemagne (98 000), la Suède (46 000) et la France qui ne compte que 14 300 véhicules¹¹, essentiellement des bus.

5.1.2 Le réseau de distribution existe pour le GPL, l'optique retenue pour le déploiement d'un réseau GNV (GNC et GNL) est celui du regroupement de besoins d'utilisateurs (essentiellement des 'flottes captives')

Historiquement, en France, le GPL était la forme de gaz carburant la plus utilisée. Le nombre de stations-service distribuant du GPL est resté stable à 1 750 ces dernières années malgré la baisse régulière du nombre de stations-service. Néanmoins, et malgré les avantages fiscaux associés au GPL carburant, le parc de véhicules particuliers roulant au GPL diminue régulièrement :

Evolution du parc des véhicules particuliers roulant au GPL (Source : comité français du butane et du propane)			
	2013	2014	2015
Véhicules légers	257 000	223 000	207 000

Deux accidents, qui ont eu lieu l'un à Vénissieux en 1999 (six pompiers blessés, dont un a subi une amputation, réservoir projeté à 85m), l'autre à Mitry-Mory en 2002 (un pavillon détruit, trente-neuf endommagés), restent présents dans les esprits et continuent à dissuader les acquéreurs malgré la mise en place de dispositifs de sécurité sur les réservoirs pour prévenir le renouvellement de ce type d'accident.

⁸ Mesure adoptée dans le cadre de la loi de finances pour 2016

⁹ Cf. Chap 1.4.2

¹⁰ Source : NGVAEurope-données 2014, Erdgas Mobil

¹¹ Source AFGNV et 12 500 selon la DGEC. A rapporter à la flotte composée de 250 000 camions de plus de 3,5t et de 200 000 tracteurs immatriculés en France.

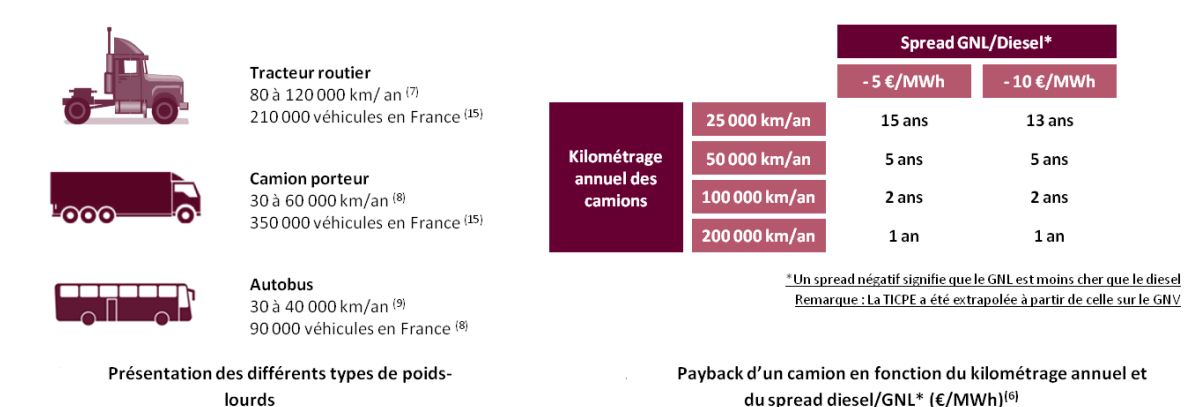
En juin 2005, un protocole pour le développement de la filière du Gaz Naturel pour Véhicules (GNV) a été signé entre l'Etat (Ministère de l'Industrie, l'Association Française du Gaz Naturel pour Véhicules (AFGNV) et ses principaux membres énergéticiens, constructeurs automobiles et distributeurs de carburant : Gaz de France, Total, Carrefour, Renault Trucks, Renault et PSA Peugeot Citroën). Dans ce cadre l'installation de stations de compression domestique a été favorisée chez des particuliers disposant d'une maison individuelle, dans l'optique de promouvoir le Gaz Naturel Comprimé (GNC). La mise en place de ces stations individuelles était subventionnée par le distributeur de gaz, la première année de location des compresseurs était gratuite et les quatre années suivantes à tarif réduit. L'expérience a été abandonnée au bout de cinq ans.

La promotion du gaz naturel comme carburant alternatif se fait aujourd'hui préférentiellement pour les véhicules professionnels et vers le GNV (GNC+GNL). La mise en place des réseaux correspondant bute sur une difficulté circulaire : tant qu'il n'y a pas d'utilisateurs en nombre suffisant, il n'y a pas de modèle économique pour le réseau, mais tant qu'il n'y a pas de réseau, il ne peut pas y avoir d'utilisation.

Le projet 'EQUILIBRE', constitué dans la vallée de l'Arve, en Haute Savoie, avec le soutien notamment de l'ADEME et de GRDF (voir annexe), vise deux objectifs, complémentaires :

- L'étape initiale du projet a été de regrouper plusieurs sociétés logistiques régionales, afin de constituer une masse critique d'achats de camions au GNC susceptible de rentabiliser la mise en place de stations de recharges, ces sociétés ayant des profils d'activité géographique suffisamment similaires pour qu'un réseau réduit de stations de recharge permette de satisfaire l'ensemble de leurs besoins. Dix poids lourds roulant au GNV ont ainsi été simultanément acquis, et trois stations équipées ;
- L'étape actuelle consiste à mesurer, sur des utilisations concrètes et une période de temps significative :
 - o Sur le plan économique, les contraintes et avantages du GNV dans différents types d'utilisation, afin de mieux déterminer les cas optimaux d'utilisation ;
 - o Sur le plan environnemental, les conséquences réelles de l'utilisation du GNV en termes d'émission.

Cette étape actuelle permettra de préciser l'argumentaire d'utilisation du GNV. Elle est plus particulièrement focalisée sur l'utilisation du GNC. Le GNL paraît réservé à une utilisation dépassant le périmètre d'une Région. La société des ingénieurs automobiles de France, SIA, a fait¹² à cet égard une évaluation que le tableau ci-dessous résume :



La méthodologie utilisée dans l'étape initiale du projet 'EQUILIBRE' ouvre une voie pour étendre de manière pragmatique le réseau d'alimentation en GNV, et tout particulièrement au GNC en réitérant, dans d'autres territoires, l'opération de regroupement des utilisateurs réalisée dans la vallée de l'Arve.

¹² <http://www.energie.sia-partners.com/20140924/le-gnl-comme-carburant-routier-quel-potentiel-pour-la-france> septembre 2014

Aujourd'hui selon GRDF, sur l'ensemble du territoire national, plus d'une trentaine de démarches de planification énergétique (PCET, SCOT, PLU...) ont identifié ou intégré le GNV dans des plans opérationnels : Grand Troyes, Forbach, Saint Etienne Métropole... Ces plans prévoient aussi bien le financement de véhicules que de stations GNV. Il y a donc bien un mouvement en faveur de ce type de motorisation au niveau décentralisé.

Au-delà de ces initiatives locales, la transposition en cours de la Directive 2014/94 sur le déploiement des infrastructures de recharge ou de distribution des carburants alternatifs devra définir un objectif national en points de ravitaillement en gaz naturel à l'horizon 2020. Aujourd'hui le nombre de stations d'avitaillement se limite à 43 pour le GNC et 2 pour le GNL, pour un parc de 14 300 véhicules. Or, comme pour les autres motorisations, électrique ou hydrogène, la densité de points d'avitaillement, est essentielle pour le développement de la traction au gaz. En octobre 2015, l'AFGNV estimait que le maillage du territoire national en stations d'avitaillement GNV publiques devrait atteindre 300 stations à fin 2020 pour une première étape de développement axé sur les flottes captives. Elle envisageait une deuxième étape, avec un potentiel de 1,7 million de véhicules utilitaires légers qui porterait le besoin en infrastructure d'avitaillement à 600 stations en 2025, et même 1500 en 2030. Le coût complet d'une station 350 bars destiné aux VUL est estimé à environ 350 k€ tandis que celui d'une station 700 bars PL atteint 1 à 1,2 M€.

Les nouvelles propositions de la AFGNV, dans le cadre de la directive européenne en juin 2016, semblent en retrait avec une première tranche de 150 « stations-marché », financées majoritairement par les professionnels et une deuxième tranche de 100 « stations-territoires », destinées à densifier le réseau et dont le financement pourrait être apporté essentiellement par les collectivités territoriales. Le coût global de ce plan est évalué à 200 millions d'euros.

Dans le cadre d'une communication relative à la *France Logistique 2025*, le Conseil des ministres du 24 mars 2016 a annoncé une consultation lancée par l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) en lien avec la fédération nationale des transporteurs routiers, pour la mise en place de stations et de flottes de poids lourds fonctionnant au gaz naturel véhicules (GNV). L'appel à projets est en cours.

En Europe, on constate que les réseaux de stations publiques au GNV sont très diversement développés : 990 stations en Italie, 840 en Allemagne, 175 en Autriche ou encore 147 en Suède qui est le leader européen du bioGNV¹³.

En Italie, plus de 70% de ces stations sont multi-fuel et donc opérées et financées par les gestionnaires de stations. En Allemagne, les stations, multi-fuel, sont souvent financées par des municipalités et leur taux d'utilisation très faible (105 VL/station contre 850 en Italie) n'assure pas leur rentabilité. Enfin en Suède, les pompes GNV, situées dans les stations conventionnelles, ont pour la plupart été financées par les municipalités avec un soutien de l'Etat suédois.

5.2 L'électromobilité, un ensemble de technologies en développement rapide

5.2.1 Le développement des familles de batteries au lithium constitue aujourd'hui la voie la plus efficiente et a révolutionné la filière.

Le site de l'AVEM (association pour l'avenir du véhicule électro-mobile) présente la comparaison suivante des différents types de technologie de batteries :

	Pb	Ni-Cd	Ni-Mh	Ni-Zn	Zebra	LMP	Li-ion	Li-Po	LiFePo4	Li-air
Wh/kg	40	60	90	80	120	110	150	190	110	1000
Durée de vie (cycles)	500	2000	1500	nc	nc	1800	1000	2000	2000	nc

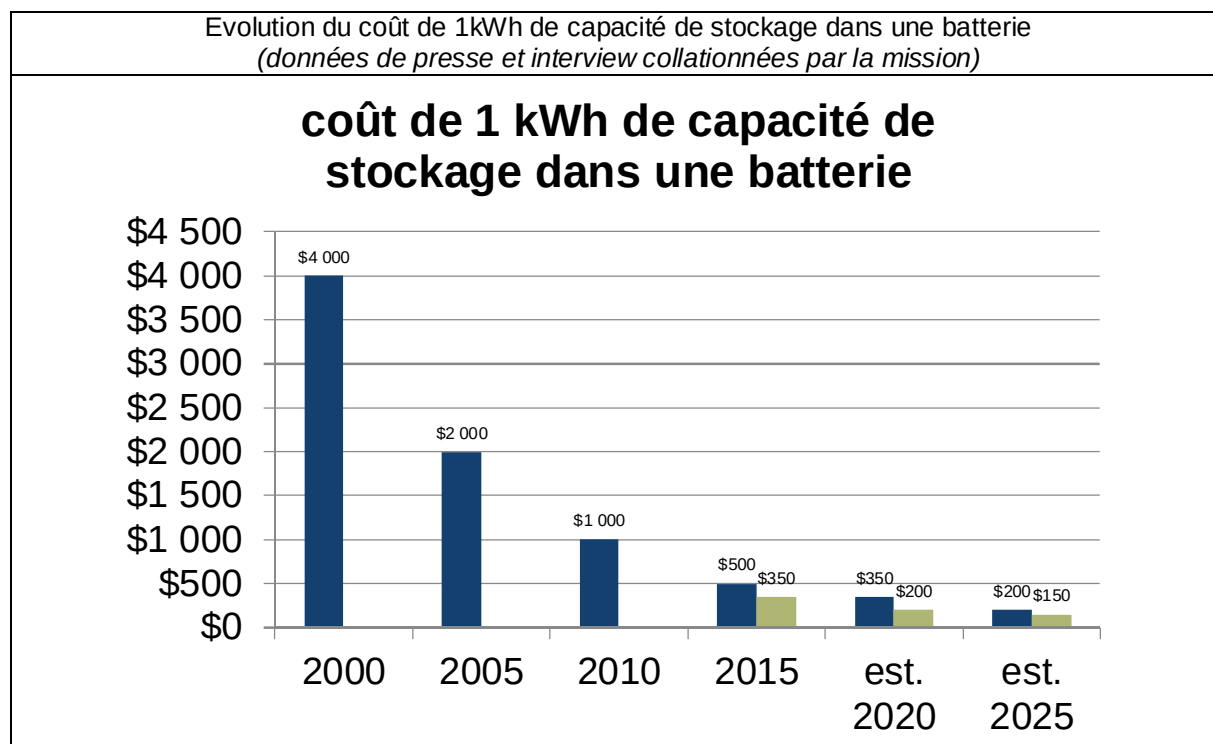
Ce tableau n'a pas une valeur absolue¹⁴, en particulier parce que l'expression « lithium-ion » recouvre en fait une famille complète de technologies de batteries, différents types d'ions pouvant permettre des performances différentes. Il met néanmoins en évidence qu'en passant des batteries au plomb

¹³ 60% du GNV consommé y était du biométhane en 2013

¹⁴ Pour ne prendre qu'un exemple, un communiqué commun des groupes 3M et Bolloré affichait en décembre 2012 une densité énergétique de 120Wh/kg pour les batteries LMP, densité qui a été améliorée depuis.

aux batteries lithium-ion, une multiplication par quatre de la quantité d'énergie stockée par kg de batteries est survenue, et une multiplication par deux du nombre de cycles. Si on ajoute que la batterie lithium-ion est beaucoup moins affectée par le phénomène de 'mémoire'¹⁵, on constate le saut qualitatif qu'a représenté l'arrivée des batteries lithium-ion.

La mise en œuvre des technologies de batterie lithium-ion dans l'automobile s'est par ailleurs accompagnée d'une baisse régulière des coûts unitaires de ces batteries (à capacité de stockage donnée) :



Cette baisse des coûts a, dans un premier temps, permis de ramener le coût d'un 'pack' de batteries au niveau du coût d'une voiture d'entrée de gamme (ce que compensent des bonus supérieurs à 5 000€). Elle est aujourd'hui utilisée, à coût inchangé de l'ensemble des batteries d'un véhicule, pour accroître l'autonomie proposée. C'est notamment ce qui permet aux constructeurs d'annoncer que les véhicules dont ils préparent la mise sur le marché auront une autonomie supérieure à 300 km (100 à 150 en conditions réelles d'utilisation pour les véhicules les plus vendus aujourd'hui en France).

Les batteries lithium-ion, comme indiqué plus haut, correspondent à une famille vaste de couples électrolytiques (toutes sortes d'ions associés au lithium). Ces différents couples électrolytiques peuvent tous reposer sur le même procédé de réalisation de la cellule : des 'encres' sont réalisées dans une cuve, une machine d'enduction les dépose ensuite sur un substrat pour faire des électrodes, ces électrodes sont ensuite enroulées, ou disposées sous forme de mille-feuilles pour faire la cellule.

Cette combinaison (multiplicité d'ions possible x unicité du procédé) a deux conséquences, qui ont contribué à l'évolution technique et économique de ces batteries ces dix dernières années, et qui restent des paramètres clés pour les années à venir :

- D'une part, elle a permis une explosion technologique : chaque fois que les recherches en laboratoire montrent qu'un nouveau couple électrolytique apporte un progrès par rapport à l'existant, ce couple peut, presque immédiatement, être mis en production sur des moyens existants. Souvent, une technologie existante est protégée contre des technologies meilleures parce que mettre en œuvre cette technologie impose d'investir dans de nouveaux moyens de production tandis que la technologie existante s'appuie sur des matériels amortis ; ici cette barrière qui retarderait la mise en production des nouveaux couples électrolytiques n'existe presque pas ;

¹⁵ Phénomène physique qui vient réduire, parfois assez rapidement, au fil des usages, la capacité de stockage d'une batterie.

- D'autre part, elle permet d'accumuler de l'expérience sur le procédé, dans la mesure où celui-ci est en partie indépendant du couple électrolytique. Un nouveau couple électrolytique bénéficie donc des réductions de coûts issues de la courbe de Wright sur les couples électrolytiques précédents.

Les batteries sont composées de cellules, assemblées entre elles (chaque cellule est en quelque sorte une batterie unitaire), l'ensemble étant équipé de capteurs qui surveillent l'état de chaque cellule et d'un système de pilotage, le 'battery management system', BMS. En parallèle des améliorations des cellules elles-mêmes des batteries – via la recherche et la mise au point de nouveaux couples électrolytiques – se poursuivent également les progrès sur les capteurs qui surveillent l'état des cellules, et sur le BMS, lequel permet à la fois d'éviter les incidents (par exemple en isolant une cellule qui se met à chauffer) et de tirer le meilleur parti de la batterie.

On peut, en conséquence, s'attendre à voir pendant plus de dix ans des progrès technologiques continuer sur les batteries lithium-ion. Il n'en demeure pas moins que le prix de la batterie qui représente aujourd'hui 40 à 50 % du coût total d'un véhicule électrique ne devrait guère baisser dans un avenir proche. En effet, les gains d'efficacité énergétique et de productivité devraient être absorbés par les augmentations de puissance et d'autonomie nécessaires pour crédibiliser le véhicule tout électrique auprès d'un plus grand nombre d'automobilistes.

5.2.2 La batterie LMP¹⁶ (du groupe Bolloré), est une alternative avérée au Lithium-ion, en particulier pour les véhicules en autopartage. Les développements en cours pourraient lui ouvrir des débouchés encore plus larges.

Les batteries LMP présentent des avantages en termes de sécurité. Tous les composants de ces batteries sont solides, tandis que les batteries lithium-ion comportent des électrolytes liquides, ce qui a notamment pour conséquence qu'en cas d'échauffement, une cellule d'une batterie lithium-ion peut en principe se vaporiser et exploser (le BMS est censé détecter l'évolution et prévenir l'incident), ce qui ne peut pas arriver dans une batterie LMP.

Ces batteries doivent par contre être maintenues à une température comprise entre 60° et 80° pour fonctionner. Ceci conduit à utiliser une partie de l'énergie stockée dans la batterie pour la chauffer elle-même. Les pertes correspondantes n'ont pas de conséquence pour un véhicule utilisé en autopartage, qui est utilisé plusieurs fois par jour, elles auraient un impact économique réel, au stade actuel de la technologie, pour un véhicule utilisé par un ménage (véhicule qui ne roule, souvent, que moins de 2h/jour).

Des actions de R&D sont en cours au sein du groupe Bolloré pour abaisser la température de fonctionnement des batteries LMP. Le succès de ces actions pourra en faire une alternative réelle aux batteries lithium-ion pour les batteries des véhicules pour particuliers. D'ores et déjà, la e-Mehari, commercialisée par Citroën, est équipée des batteries LMP du groupe Bolloré.

5.2.3 L'hybridation se généralise, sous différents niveaux

L'hybridation consiste à avoir la capacité de propulser la même voiture en utilisant l'énergie électrique de la batterie et/ou en utilisant un moteur thermique.

Différents niveaux d'hybridation sont possibles : cela 'commence' par l'installation d'un alterno-démarrreur ('stop & start') sur un moteur thermique pour assurer la mise en mouvement de la voiture avec l'énergie électrique, pour aboutir à un véhicule électrique doté d'un petit moteur thermique (servant de générateur d'électricité) en 'prolongateur d'autonomie', en passant par les véhicules hybrides (tels que la Toyota Yaris), et les véhicules hybrides rechargeables. Il convient de préciser qu'en Chine, au Japon ou aux USA, les motorisations diesel n'existant pratiquement pas, les moteurs hybrides fonctionnent tous à l'essence.

¹⁶ Lithium métal polymère

On peut résumer de manière sommaire cette graduation dans la séquence ci-dessous, où les véhicules non hybrides sont en gras :

Voiture thermique traditionnelle -> véhicule thermique équipé d'un stop & Start -> véhicule thermique équipé d'un récupérateur d'énergie au freinage -> véhicule hybride -> véhicule hybride rechargeable -> véhicule électrique avec prolongateur d'autonomie -> **véhicule électrique**.

La réalité technique est plus complexe que cette graduation sommaire. Pour donner un exemple, installer un compresseur d'air à l'alimentation d'un moteur à essence peut permettre à celui-ci de donner plus de puissance sans que cet appel de puissance le conduise à dégrader son fonctionnement thermodynamique et constituera ainsi une manière d'utiliser l'électricité de la batterie (qui fait en l'occurrence fonctionner le compresseur) pour propulser la voiture en passant par l'intermédiaire du moteur thermique.

Une fiche technique de la plate-forme automobile (PFA) reprise en annexe, expose, de manière plus précise, les différents types d'hybridation et leur évolution.

Globalement, les impératifs de réduction des consommations et des rejets, en particulier de CO₂, conduisent tous les constructeurs à ne proposer, progressivement, que des modèles hybrides.

La consommation et par conséquent les rejets de CO₂ d'un modèle hybride dépendent de son mode d'utilisation, encore plus que cela n'est le cas pour un modèle classique. Pour prendre le cas, extrême, d'un hybride rechargeable, l'estimation des rejets de CO₂ part du principe que l'utilisation journalière de ces véhicules commence batterie pleine, après qu'ils aient été rechargés à l'arrêt, et qu'ils n'utilisent leur moteur thermique que de manière minoritaire, lorsque le parcours a été suffisamment long pour faire notablement baisser le niveau de la batterie. On sait, par ailleurs, que l'essentiel de ces véhicules – plus 'haut de gamme' que les véhicules électriques purs ou que les hybrides non rechargeables dans les gammes actuelles – est très majoritairement acheté, en Chine comme en Europe, en tant que véhicule de société mis à disposition d'un dirigeant ou d'un cadre supérieur, véhicule dont le carburant est, selon certaines modalités, pris en charge par l'entreprise propriétaire du véhicule. Seule l'expérience permettra de savoir quelle est la proportion réelle des distances parcourues sous motorisations thermique ou électrique), laquelle dépendra autant de paramètres pratiques (la facilité avec laquelle le véhicule peut être rechargé sans se salir) ou d'économie domestique (qui paie l'électricité et qui paie le carburant classique) que des paramètres techniques des véhicules.

5.2.4 On voit par ailleurs réapparaître, pour les véhicules lourds, des variantes du « trolley », avec ou sans caténaire.

Depuis le 23 juin 2016, et pour une période de deux ans, sur une section d'autoroute de deux km de long, au nord de Stockholm, est mise en œuvre un test de recharge par caténaire de camions logistiques. Dans le cadre de cette expérience, la caténaire et les fils électriques sont, comme pour les trolleybus, nettement visibles.



Les différentes réalisations pratiquées en France pour le « biberonnage » d'autobus électriques peuvent être considérées comme des variantes plus modernes de cette technologie.

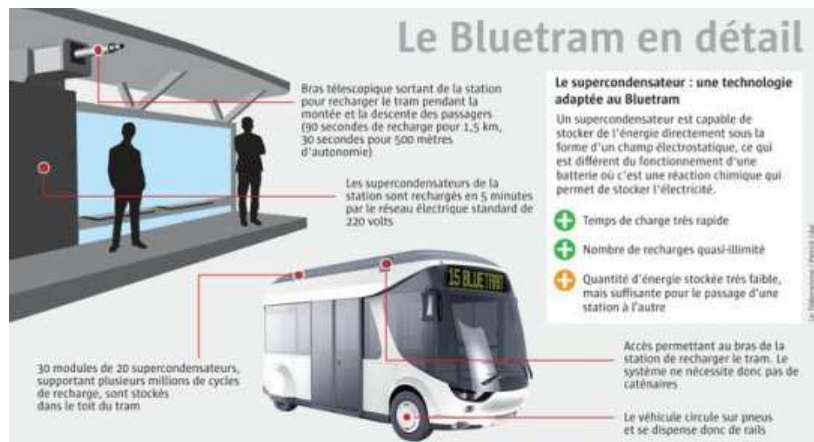


Ainsi, dans le cadre du programme WATT (Wireless Alternative Trolley Technology), soutenu par l'ADEME, une expérience de 18 mois a été conduite à l'aéroport de Nice. Un bus doté d'un système conçu par l'entreprise française PVI a desservi une ligne en se réalimentant en électricité à toutes les stations à l'aide d'un bras articulé. La charge se réalise en 10s et le procédé donne ainsi au bus électrique de 12 m une autonomie « illimitée ». Cette expérimentation a conduit à transporter 65 000 passagers français et internationaux et

à parcourir plus de 12 000 km. L'économie de CO₂ ainsi réalisée dans le cadre de cette expérience a été de 11,4 t de CO₂. PVI prépare maintenant l'extension de sa technologie (qui repose notamment sur des supercondensateurs¹⁷) à des bus de 18 à 24 m et aux bus utilisés sur les lignes « à haut niveau de service », en assurant une recharge en fin de ligne d'une durée inférieure à 5 mn.

Le « Bluetram » du groupe Bolloré, qui a été testé pendant deux mois, début 2016, sur les Champs Élysées, dispose également de supercondensateurs et est rechargé à chaque arrêt par une perche. Le groupe a investi 30 M€ à Ergué-Gabéric pour l'assemblage de Bluetrams de 6 et 12 m et 50 M€ dans un autre site de la même ville pour la fabrication des supercondensateurs. Lors d'une conférence de presse réalisée début 2015, à

l'occasion du début d'assemblage des premiers Bluetrams, le groupe a estimé que cette technologie divisait par dix le coût de mise en place d'un tramway : « Notre tram sans rails ni caténaires revient dix fois moins cher qu'un tram classique. Une ligne de 15 kilomètres avec ses 15 stations coûte 30 millions d'euros au lieu de 300 millions d'euros »



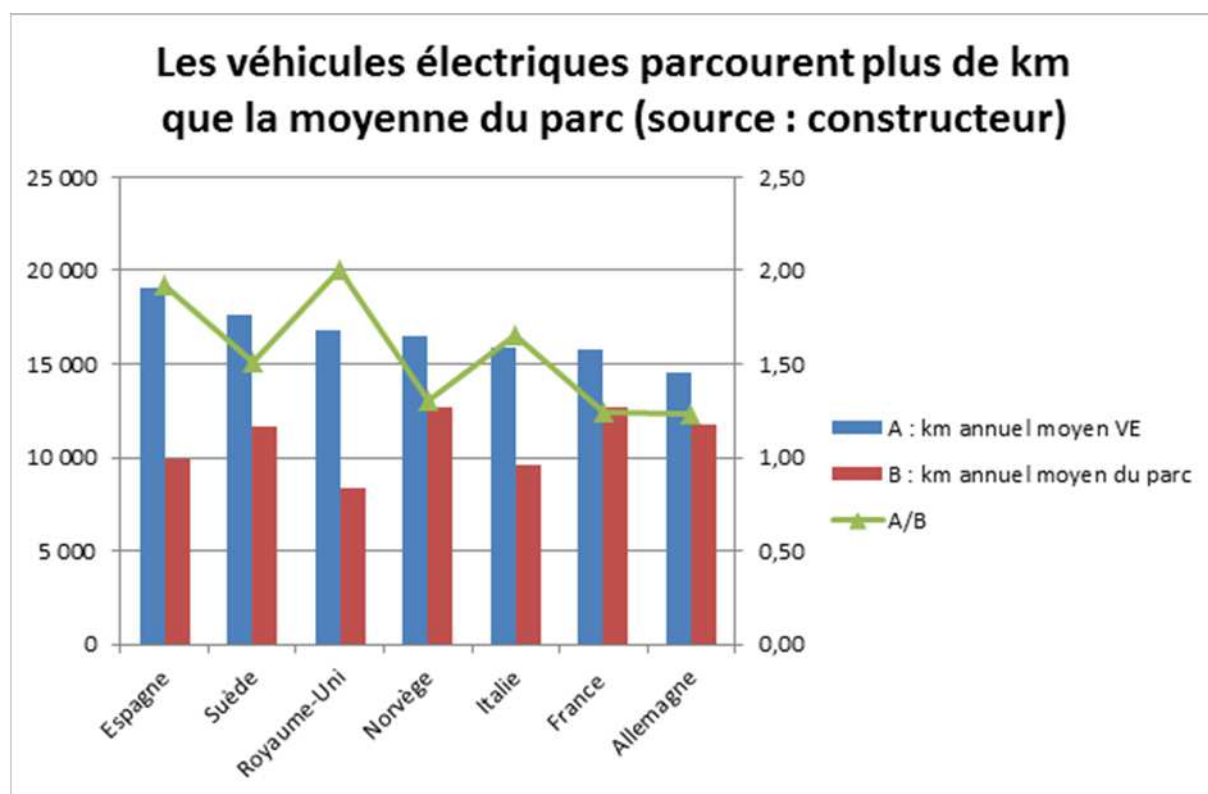
5.2.5 Le réseau des bornes de recharge électrique est en cours de déploiement

Selon le directeur du programme véhicules électriques de Renault « plus de 90 % des propriétaires rechargent leur voiture à domicile ». Il indique également que « La Zoé se vend à plus de 50 % en zone rurale, contre 35 % en zone périurbaine et 15 % en ville. »

Il apparaît ainsi que le marché du véhicule électrique ne correspond pas du tout à l'idée préconçue d'un usage essentiellement urbain. Si la pratique de l'auto-partage connaît un réel succès dans la capitale avec le modèle BlueCar, il s'agit d'une spécificité des grandes métropoles, et tout particulièrement de l'agglomération parisienne, car le succès naissant du marché du véhicule électrique concerne essentiellement une clientèle de rurbains provinciaux. La raison principale réside tout simplement dans la facilité de recharge nocturne à domicile liée à l'habitat pavillonnaire et dans le fait que les kilométrages annuels réalisés dans des trajets domicile-travail par certains habitants de zone rurale peuvent être très importants et rendre économiquement intéressante la propulsion électrique, tout en correspondant à des amplitudes journalières compatibles avec l'autonomie de ces véhicules.

A cet égard, un constructeur a publié récemment les données suivantes, en comparant ce qu'il sait du kilométrage annuel du véhicule électrique qu'il commercialise et le kilométrage annuel moyen dans les principaux pays européens où il vend :

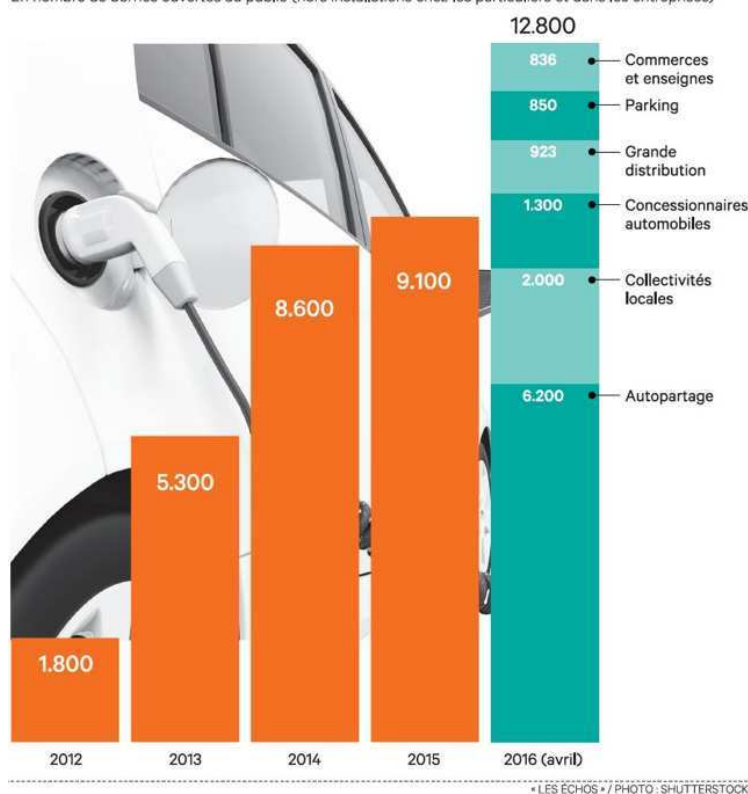
¹⁷ Appelés également « supercapacités », « capacitor » est l'équivalent anglais du terme technique français « condensateur » et a tendance – francisé en « capacité »- à s'y substituer dans le langage courant.



Dans le cadre du plan national de 2009 pour le développement des véhicules électriques et hybrides rechargeables en France, le sénateur Louis Nègre a été chargé en septembre 2010 d'établir "un livre vert" sur les infrastructures de recharge ouvertes au public pour les véhicules « décarbonés ». A la suite de ce livre vert, paru en avril 2011, une mission interministérielle pour l'électromobilité a été créée. Elle coordonne les efforts des parties prenantes en la matière.

La croissance des bornes de recharge en France

En nombre de bornes ouvertes au public (hors installations chez les particuliers et dans les entreprises)



En effet, la poursuite de l'équipement du territoire en bornes de recharge apparaît indispensable pour les conducteurs – actuels ou potentiels – (en particulier ceux résidant dans les immeubles collectifs de grandes agglomérations) qui, faute en particulier de parking, n'ont pas la faculté de recharger chez eux, mais aussi pour permettre aux possesseurs de véhicules électriques de réaliser des déplacements couvrant une distance supérieure à l'autonomie de leurs véhicules. Cependant, devant les initiatives volontaristes de nombreuses collectivités territoriales visant à couvrir le territoire de bornes publiques financées par le contribuable, il faut prendre garde aux investissements peu ou mal évalués et analyser les véritables besoins en recharge publique. Il apparaît d'ores-et déjà que, sous l'égide des syndicats départementaux de l'énergie, de nombreux points de recharge situés en zone rurale ont été implantés, subventionnés par l'Ademe¹⁸, sans connaître le volume du parc électrique susceptible d'être concerné par ces investissements. Or aujourd'hui, certaines stations ne sont que peu ou parfois, pas du tout, utilisées, quand nombre de grandes agglomérations urbaines ne disposent pas encore d'une infrastructure de recharge. Sans même évoquer la question du paiement de l'électricité consommée dans ces stations publiques, qui n'est le plus souvent pas facturée aux automobilistes.

La mission a constaté, à partir de pointages à quatre moments différents sur le site de l'association 'électricité Seine aval', comprenant une vingtaine de communes du département des Yvelines, que sur un total de 30 bornes installées, pour un coût unitaire de 14 000€ chacune, 24 à 25 étaient disponibles, aucune occupée et 4 à 5 HS selon le moment du pointage. Un taux de 25% de bornes HS interpelle sur l'entretien, la fiabilité – ou sur les dégradations ? – de bornes pourtant installées récemment. Le fait qu'aucun des trois pointages n'ait mis en évidence de borne en cours d'utilisation est cohérent avec la communication faite le 29/06 par l'Etablissement Public responsable du déploiement. Celui-ci indique ainsi que la première borne installée, qui est la plus fréquentée, a connu en 14 mois « plus de 300 recharges » : rapporté à plus de 400 jours, cela représente moins d'une recharge par jour. La communication de l'Etablissement Public indique également que « 6 autres bornes ont dépassé le cap des cinquante recharges » et qu'au global, 10 698kWh ont été distribués gratuitement, pour une consommation moyenne de 8,8kWh par recharge, celle-ci durant en moyenne 2h08. Cette relative faiblesse de l'utilisation des bornes n'est pas nécessairement préoccupante compte tenu de la jeunesse des stations. Si elle perdurait, elle pourrait néanmoins interroger sur le choix des sites, voire sur l'intérêt collectif de l'investissement. Le fait que l'abonnement soit gratuit et que la recharge soit gratuite¹⁹ interroge également sur la pérennité du modèle économique. Malgré la gratuité de l'abonnement, une carte spécifique est par ailleurs nécessaire, la parution d'un décret sur l'interopérabilité devrait bientôt permettre aux abonnés de tous les réseaux d'avoir accès à toutes les bornes sans avoir à multiplier les démarches.

Ainsi, si les objectifs quantitatifs envisagés dans le cadre de la directive 2014/94 semblent largement atteints et dépassés, la répartition de cette couverture sur le territoire en fonction du besoin réel et les modalités d'entretien et de financement du fonctionnement courant des bornes peuvent poser question. Par ailleurs, si l'on souhaite respecter l'esprit de la directive : permettre au conducteur européen de circuler sur tout le territoire européen avec des véhicules électriques ou au GNV (dans la mesure où l'autonomie de ces véhicules le permettra bientôt) il convient d'équiper également les grands axes autoroutiers ou de démultiplier les points de recharge. C'est le sens de projets tels que Corri-Door ou Advenir :

- Corri-Door, porté par Sodetrel Mobilité (filiale d'EDF) et subventionné par l'Union Européenne à hauteur de 10 M€, prévoit tous les 85 km un point de charge permettant de charger 80% des batteries en moins de trente minutes. 140 points de recharge et 400 abonnés sont annoncés à la mi-2016. Selon les promoteurs du projet, « il faudra quelques années pour parvenir à l'équilibre financier ».

Au-delà du problème économique, et de l'effet négatif sur l'autonomie des batteries soumises à des charges rapides, l'aspect opérationnel interroge. Trente minutes de charge constitue déjà une contrainte, mais il faut aussi compter avec la disponibilité des prises : trois standards coexistent et le nombre de prises nécessaires pour recharger des centaines de véhicules lors

¹⁸ Généralement 40 à 50 %, dans le cadre du PIA.

¹⁹ il est en conséquence plus avantageux pour un propriétaire de VE de se recharger sur le réseau public que sur un branchement installé chez lui s'il en a un (on pourrait être surpris qu'une distribution gratuite d'électricité, accessible aux voitures électriques mais aussi aux vélos électriques et aux quads électriques n'attire pas plus d'utilisateurs)

des grandes migrations estivales semble incompatible avec les investissements prévus et plus encore, avec la capacité du réseau électrique.

- Très différent, le programme ADVENIR porté par AVERE France, a pour objectif l'implantation et le suivi de l'utilisation de 12 000 nouveaux points de charge pour véhicules électriques : bornes partagées sur les parkings privés d'entreprises, de magasins, de services publics ou de certains habitats collectifs, à l'exception des infrastructures sur voie publique. Le coût de l'opération est évalué à 15,6 M€, financé pour près de 10 M€ par EDF.

La seconde problématique des bornes publiques est celle de leur interopérabilité. Utiliser un véhicule électrique conduit rapidement à constater qu'au-delà du nombre de bornes se pose la question des modalités de leur accès.

Pour accéder au réseau de bornes au printemps 2015, il suffit de disposer d'autant de badges différents qu'il y a de réseaux différents (photo : mission).



Le nombre de bornes déjà existantes, la multiplicité des réseaux locaux, privés et publics, et la fréquence des recharges au domicile ou sur le lieu de travail, conduisent à trois constats :

- Autant, sinon plus, que le nombre de bornes, le paramètre clef est aujourd'hui l'interopérabilité. Un décret doit prochainement être publié pour permettre à tout titulaire d'un abonnement d'utiliser indifféremment les bornes de tous les réseaux, sans avoir à souscrire autant d'abonnement qu'il y a de réseaux, ni à disposer d'autant de badges ;
- Une meilleure connaissance des pratiques et des besoins des utilisateurs en matière de recharge est certainement indispensable pour mieux procéder à l'extension du réseau et pour offrir un service mieux adapté. Un échange de données ouvert entre tous les opérateurs sans exception paraît utile dans cette perspective ;
- Cet échange de données pourrait contribuer à élaborer un modèle économique pour les bornes de recharge. S'il se confirmait que 90% des recharges se font au domicile ou sur le lieu de travail, alors le niveau de tarification sur les bornes – essentiel pour assurer un modèle économique et partant une pérennité à celles-ci – n'aurait qu'une influence très réduite sur l'économie d'un VE pour son possesseur²⁰. Il apparaît donc souhaitable d'inviter les collectivités territoriales et les opérateurs à adopter aussi vite que possible un modèle économique (tarification) qui permette de financer l'extension et l'entretien du réseau de bornes.

Recommandation n° 3. Evaluer les besoins de couverture territoriale en bornes publiques de recharge électrique au regard des projets ou réalisations des collectivités, afin de concentrer les ressources sur les investissements justifiés.

²⁰ La tarification économiquement viable pour l'utilisateur, et le modèle économique pour le prestataire de service, ne seront probablement pas les mêmes d'un côté dans les zones urbaines des grandes agglomérations, où l'utilisation quotidienne des bornes peut être intense et où elles sont une alternative à la recharge au parking privé pour ceux qui ne disposent pas d'une place de parking privé, et de l'autre dans les zones interurbaines, où les bornes continueront probablement à n'avoir qu'une utilisation plus épisodique.

5.3 Les voitures à hydrogène et pile à combustible font une apparition progressive

5.3.1 La motorisation H₂, déjà utilisée en France dans des flottes 'captives', commence à être proposée au grand public (en faible quantité et sur du haut de gamme) par des marques étrangères

On a vu que la limite principale actuelle de l'électromobilité est l'autonomie limitée des batteries, même si des progrès continus sont enregistrés dans ce domaine. La pile à combustible alimentée en hydrogène permet de s'affranchir de cette contrainte, ou du moins de la desserrer. Elle permet aussi un maintien de la charge utile, notamment pour les PL, car le pack batterie+PAC est en général moins lourd qu'une batterie unique, malgré le poids du réservoir d'hydrogène. Enfin, et c'est là un atout majeur, le remplissage d'un réservoir d'hydrogène s'opère en quelques minutes, comme celui de carburants fossiles, contrairement à la recharge de batterie sur bornes électriques.

Au-delà de ces aspects pratiques, mais essentiels, un rapport du CGEDD et du CGE publié en septembre 2015 sur « *la filière hydrogène-énergie* » (voir synthèse en annexe) indiquait que « *même si le développement de la filière hydrogène reste aujourd'hui un pari sur l'avenir, en raison de fortes incertitudes sur les coûts et bénéfices, y compris non monétaires, les enjeux pour l'industrie française sont très importants. Le marché mondial qui apparaît le plus prometteur est celui de la mobilité, notamment automobile. L'horizon 2020-2030 pourrait ainsi voir cohabiter, après des décennies de véhicules à moteur à combustion interne, un « continuum » de technologies, depuis le véhicule conventionnel jusqu'au tout hydrogène ... le véhicule grand public semble un marché à moyen terme, avec un positionnement actuel haut de gamme (premium) mais avec des véhicules déjà commercialisés.* »

A ce stade, la mise sur le marché de véhicules motorisés avec une pile à combustible (véhicule électrique tout hydrogène ou véhicule électrique sur batterie avec une pile à combustible prolongatrice d'autonomie) prend la forme :

- de flottes 'captives' (c'est-à-dire de véhicules revenant tous les soirs au même site, et pouvant donc être alimentés par une station unique) : c'est le cas de la flotte de taxis qui vient s'approvisionner à la station de recharge d'hydrogène qui se situe près du pont de l'Alma, à Paris, ou des Kangoo ZE dotés d'une pile à combustible comme prolongateur d'autonomie dont se sont dotés La Poste et le Conseil Général de la Manche ;
- ou de véhicules haut de gamme, à marché initialement limité (Toyota prévoit de vendre 3 000 exemplaires de sa 'Mirai', dans le monde, la première année de commercialisation. Le prix de la Mirai, non encore commercialisée en France, débute à 66 000€ HT).

5.3.2 Plusieurs pays asiatiques et européens, dont la France, prévoient la construction en nombre de stations H₂.

Plusieurs pays semblent accorder un intérêt particulier au développement d'une filière hydrogène qui ne compte aujourd'hui que 300 stations H₂ dans le monde dont 75 desservies par Air Liquide. C'est notamment le cas :

- En Asie où le Japon dispose de 77 stations H₂ et en prévoit 320 en 2025. Le Japon souhaite faire des jeux olympiques de Tokyo en 2020 une vitrine de sa technologie hydrogène. La Corée du Sud affiche un objectif de 80 stations en 2020 et 210 en 2025.
- En Europe, la Belgique dispose déjà de 25 stations, comme l'Allemagne. Cette dernière a lancé un plan H₂ Mobility, doté de 400 M€, qui se fixe un objectif de 150 stations en 2020 et 400 en 2023 destinées à alimenter 500 000 véhicules, dont 20 financées par Daimler ! Dans cette course au mieux-disant, les Pays-Bas prévoit 50 stations en 2020 et 200 en 2030 mais c'est le Royaume Uni qui se montre le plus ambitieux : avec seulement 13 stations en 2016, il annonce 65 en 2020 et 1000 en 2030.
- La Californie (9 stations en 2015) a programmé 28 stations dont 20 sont en construction.
- En France, l'Afhyac prévoit également un objectif très ambitieux de 600 stations en 2030.

On notera cependant que la directive 2014/94 qui impose aux états membres de notifier leur cadre national pour le déploiement d'infrastructures de recharge et d'avitaillement pour l'énergie électrique et le GNV, ne pose aucune contrainte pour l'hydrogène, malgré l'insistance du gouvernement allemand qui souhaitait aligner tous les pays européens sur une stratégie de déploiement de stations H₂.



5.3.3 Les enjeux technologiques de la mobilité H₂ : réduction des coûts de la PAC et production d'hydrogène « vert ».

Techniquement, la pression de stockage de l'hydrogène (700 bars²¹) conduit à un réservoir lourd. La taille de la molécule d'hydrogène et la pression de stockage rendent par ailleurs pointue la maîtrise des fuites.

²¹ 350 bars pour le prolongateur d'autonomie des Kangoo ZE

Les enjeux clefs pour la motorisation par hydrogène sont donc les développements technologiques pour l'allègement des réservoirs, pour la réduction du coût (en particulier celui des piles à combustibles²², qui comportent des métaux précieux), afin de passer à des niveaux de coût et de fiabilité/sécurité compatibles avec ce qu'est aujourd'hui le marché automobile grand public.

Le rapport CGEDD/CGE précité recommande ainsi « d'identifier et de soutenir les technologies de rupture à plus ou moins court terme ... et de réduire les coûts, optimiser les processus de fabrication, fiabiliser et sécuriser les technologies les plus mûres techniquement et économiquement ».

Il souligne également, en complément des questions techniques et économiques, que « cette montée en puissance de l'hydrogène n'a pleinement de sens que dans le cadre d'une production décarbonée par électrolyse remplaçant la production actuelle par hydrocarbures ». Actuellement, 900 000 tonnes d'hydrogène sont produites et consommées chaque année en France²³. L'AFHYPAC²⁴ estime qu'à l'horizon 2030, l'alimentation de 600 stations pour desservir 800 000 véhicules entraînerait une consommation de 90 000 tonnes/an, soit 1/10^{ème} de la production actuelle.

La première question qui est posée est donc celle de la provenance ou du procédé d'élaboration de cet hydrogène. Aujourd'hui, la quasi-totalité de la production d'hydrogène est réalisée par vaporeformage du méthane (CH₄)²⁵, qui est fortement émettrice de CO₂²⁶. Les acteurs de la filière misent sur le développement de la production par électrolyse qui présente actuellement un inconvénient majeur : le coût au kg de H₂²⁷ et donc pour l'automobiliste, le coût au km parcouru très supérieur (X4 ?) à celui des carburants fossiles actuels. Certes, plusieurs PME s'intéressent à la production d'« hydrogène vert », notamment à partir de petites centrales électriques « au fil de l'eau ». Ces initiatives sont intéressantes et peuvent apporter des solutions locales dans le cadre de flottes captives expérimentales mais ne peuvent répondre à une stratégie globale à l'échelle du pays. Acteur majeur de la filière, Air Liquide indique qu'« en 2020, 50% de notre production d'hydrogène se fera sans CO₂ ».

De surcroît, le coût de la pile à combustible qui équipe le véhicule lui-même est également prohibitif à ce jour. Si l'on rajoute les problèmes de résistance et de volume des réservoirs, de sécurité et de transport de l'hydrogène, il semble prématuré d'évoquer à court terme une diffusion en grande série du véhicule à PAC. C'est du moins ce qu'estime l'Agence Internationale de l'énergie (AIE), dans son rapport de mai 2014, qui considérait qu'en 2050, l'hydrogène devrait compter pour moins de 5% de la consommation d'énergie finale, les carburants fossiles restant dominant dans le secteur des transports.

Néanmoins, la mission a constaté le dynamisme des acteurs de la filière française de l'hydrogène et l'excellence des compétences françaises dans le domaine de l'hydrogène, depuis Air Liquide, leader mondial de sa production, à Plastic Omnium pour les réservoirs, en passant par plusieurs centres de recherche (CEA, Institut de Soudure Thionville-Yutz pour les réservoirs...). Elle a aussi noté le pragmatisme des approches retenues pour le développement de cette filière : regroupement des utilisateurs, notamment de flottes captives, pour installer des stations là où un besoin émerge, installation d'hydrolyseurs là où des industriels consommant de l'hydrogène sont approvisionnés par camions (ce qui résout un problème logistique et peut permettre – si les conditions d'accès à l'électricité permettent de bénéficier des tarifs de gros particulièrement faibles à certains moments - de résoudre tout ou partie de l'écart de coût), de manière à mutualiser les besoins locaux d'une flotte et ceux de cet industriel.

²² Lors d'une présentation à la presse réalisée en juin 2014 à Lyon par la DREAL autour des Kangoo ZE à prolongateur d'autonomie dans le cadre du projet Hyway, un coût de 27 000€ était mentionné pour la pile à combustible de ce Kangoo ZE, coût qui devait s'abaisser, en fonction de la cadence ultérieure de production « à moins de 15 000 euros lorsqu'on aura atteint les 1000 ou 2000 pièces, et presque 7000 euros dès les 10 000 pièces ».

²³ Source CEA

²⁴ Association française pour l'hydrogène et les piles à combustible

²⁵ 96% selon l'IPF-EN

²⁶ Cf. rapport France Stratégie, août 2014 n°15.

²⁷ Le coût de revient serait de 10€/kg pour l'H₂ issu du vaporeformage et, au minimum, 13€/kg pour celui produit par électrolyse.

5.3.4 L'optique retenue pour le déploiement du réseau en France est progressive et repose sur le regroupement de besoins d'utilisateurs

Il y avait en 2015 dix stations de recharge en hydrogène pour véhicules en France.

Le plan de déploiement français, intégré au plan européen « Hydrogen Infrastructure for Transport » (HIT) et pris en compte dans le plan Nouvelle France Industrielle « Stockage de l'Energie », vise 100 stations en 2018.

Ce plan repose sur une approche pragmatique par flottes captives, analogue à celui sur lequel s'appuie la filière de mobilité au gaz : associer des flottes captives, le cas échéant en regroupant des utilisateurs, afin de déployer des stations, en parallèle avec l'émergence du besoin. Seraient ainsi déployées d'abord des stations à capacité réduite ('starter kits' pouvant distribuer 18kg d'hydrogène par jour à une flotte de 40 à 50 véhicules, sous une pression de 350 bar) et à coût d'investissement réduit, puis, là où le besoin est identifié et là où les 'starter kits' seraient saturés, des stations plus puissantes (1 à 1,5M€ d'investissement pour une station pouvant distribuer 180kg d'hydrogène par jour à 700 bar et ainsi alimenter une flotte allant jusqu'à 500 véhicules).

Il est envisagé qu'il pourrait conduire au déploiement suivant :

	Fin 2017	Fin 2018	Fin 2019	Fin 2020	Fin 2021
Stations 700b	3	5	7	30	44
Dont 'starter kits' transformés			10	20	34
'starter kits' à 350b	25	45	65	90	90
Nombre total de stations	28	50	82	120	134

Puis 200 stations en 2025 et 600 en 2030. Ces objectifs apparaissent extrêmement ambitieux au regard de l'état actuel de l'offre des constructeurs, aujourd'hui asiatiques, et des défis technologiques à relever. Par ailleurs, la perspective du développement d'une pile à combustible fonctionnant à l'éthanol, annoncée par Nissan en juin 2016 (voir annexe) pourrait également bouleverser les perspectives de la filière, en rendant inutile la mise en place d'un réseau de distribution d'hydrogène (en France, plusieurs centaines de stations-service distribuent déjà de l'éthanol, « E85 », utilisable dans des moteurs thermiques adaptés).

5.4 Des lignes de force paraissent se dessiner pour l'évolution à court moyen terme du déploiement de ces nouvelles motorisations

Les perspectives paraissent durablement conduire à la coexistence d'un bouquet de technologies, différencié selon les usages, dans lequel les véhicules comportant une motorisation thermique, seule ou hybridée de manière plus ou moins intense avec un moteur électrique resteront très largement majoritaire dans les ventes.

Pour les différentes utilisations, les interlocuteurs rencontrés décrivent les tendances suivantes, à partir desquelles l'industrie se positionne :

- VP :
 - le véhicule électrique paraît s'installer dans les petites motorisations – avec l'exception de Tesla – les premiers usages portant sur des trajets domicile/travail (en particulier dans les zones rurales, où ces trajets domicile/travail couvrent plus de km et assurent donc ainsi une meilleure rentabilité à la propulsion électrique),
 - l'hybride dans la gamme intermédiaire et
 - l'hybride rechargeable dans le haut de gamme²⁸;
 - une offre différente (autopartage) et une batterie différente sont présentées par Bolloré, et s'exportent
 - L'investissement des constructeurs japonais et coréens dans la PAC peut changer l'équation économique du produit d'ici quelques années.
- VUL : les attentes des agglomérations peuvent créer un marché pour les VUL électriques ou au GNV
- PL et autocars : des évolutions sont en cours vers le gaz, en particulier pour les camions parcourant peu de trajets « routiers ». Cependant, l'amélioration continue des performances environnementales des motorisations diesels, combinée à l'utilisation de biocarburants, devrait encore représenter une large majorité des immatriculations de ces segments. Du moins, en l'absence d'une envolée du prix du pétrole.
- Bus : l'évolution vers le GNV et l'électrique paraît inéluctable, compte tenu des objectifs croissants de lutte contre la pollution locale, et des engagements des municipalités en la matière (voir annexe).

En complément de ces tendances On note par ailleurs que le carburant des motorisations thermiques évolue lui aussi et incorpore une part de carburants issus de nouvelles filières souvent significative (7 à 8% pour les gazoles, 5 à 10% pour l'essence, voire 85% pour l'E85²⁹.)

²⁸ La prise en compte des émissions des hybrides rechargeables dans le calcul des émissions des flottes commercialisées par les constructeurs s'appuie aujourd'hui sur une évaluation théorique. Lorsque leur présence dans le parc sera significative, il sera possible de mesurer la proportion de km qu'elles réalisent effectivement en électrique (resp. en thermique). Ceci conduira éventuellement à des modes différents de calcul des émissions des flottes et, par ce biais, à des évolutions de la place des hybrides rechargeables sur le marché.

²⁹ un affichage normalisé à la pompe clarifiera bientôt ce point pour le consommateur, voir annexe

6 L'industrie, en France, est inégalement présente dans les différentes filières

6.1 Dans toutes les filières, des équipementiers français ont une position significative

Il convient tout d'abord de rappeler qu'une partie des équipementiers est peu, ou pas, affectée par l'électrification ou l'hybridation du parc. Quel que soit le type de motorisation, un véhicule continue à avoir des sièges et une carrosserie. Dès lors que sa propulsion n'est pas exclusivement électrique, il comporte par ailleurs toujours un réservoir et un système d'échappement et de dépollution. Les équipementiers concernés par les conséquences des basculements de motorisation sont donc, pour l'essentiel, ceux dont les marchés étaient liés à la motorisation³⁰ ou à l'échappement, comme Faurecia. Ils trouvent dans les évolutions correspondantes à la fois des risques et des opportunités.

6.1.1 Hybridation légère, hybride, hybride rechargeable, véhicules autonomes

Le principal équipementier français concerné est le groupe Valeo. Il a depuis longtemps adapté sa stratégie aux perspectives de nouvelles motorisation et, maintenant, à celles du véhicule autonome. Il trouve en conséquence plus d'opportunités que de risques dans les évolutions en cours, et dispose d'une offre reconnue, notamment dans les systèmes liés l'hybridation.

Cette stratégie, réussie jusqu'à présent, repose sur un effort d'innovation particulièrement intense (797M€, soit 5,5% du CA selon le rapport annuel sur 2015, effort qui s'est accru de 16% entre 2014 et 2015, parallèlement au CA).

Des programmes de recherche coopérative tels que MHYGALE ou VHEGAN ont, en amont des applications industrielles, contribué à l'évolution des connaissances qui a ensuite été industriellement mis en œuvre par Valeo.

6.1.2 Infrastructures et services pour l'électricité sont assurés à 95 % par des entreprises françaises

Le marché des bornes électriques est en plein développement et suscite de nombreuses vocations : 95% des bornes déployées sont produites par des constructeurs français La France est dotée de sociétés françaises performantes pour lesquelles la production de bornes de recharge ne constitue qu'une partie parfois mineure de leur activité, comme Schneider Electric (26,6 Mds de CA pour 160 000 collaborateurs), Legrand (4,8 Mds€ de CA et 36 000 collaborateurs) ; de filiales de groupes étrangers telle ABB qui dispose d'une vingtaine d'implantations sur le territoire employant 2000 salariés. Ces sociétés sont évidemment très présentes sur les marchés d'exportation.

A leurs côtés, de nombreuses PME également performantes tentent de s'insérer dans ces marchés, souvent avec succès : la DBT (Douaisienne de Basse Tension, 62 salariés, 17 M€ de CA) exporte plus de 70% de sa production ; IES Synergy (70 salariés, 15 M€ de CA à Montpellier), Lafon Technologies (42 M€ de CA pour 300 collaborateurs à Bassens-Bordeaux), MAEC SAS à Cahors (79 M€ et 468 salariés) ou encore Ensto, filiale du groupe éponyme finlandais. Toutes ces sociétés sont également présentes à l'étranger, parfois avec des filiales.

Par ailleurs, de nouveaux acteurs voient le jour et se positionnent en opérateurs de mobilité du VE par analogie aux opérateurs de téléphonie mobile. Il s'agit de PME, et plus souvent de TPE, qui proposent des solutions de connectivité et de gestion intelligente de recharge liée notamment aux spécificités de l'environnement énergétique local ou aux contraintes du réseau de distribution électrique. G2 Mobility (21 salariés) vient ainsi de signer un partenariat avec Nexans pour accélérer le déploiement d'infrastructures de recharge pour véhicule électrique en France et à l'international. Les bornes de G2mobility seront produites sur le site de Nexans à Donchery dans les Ardennes.

³⁰ la situation des sous-traitants mécaniques des constructeurs est similaire : ceux qui travaillent sur des éléments de carrosserie sont peu ou pas affectés, ceux qui travaillent sur la chaîne de motorisation le sont beaucoup.

Mais si aujourd'hui c'est l'installation des bornes qui assure le chiffre d'affaires de nombre de ces PME, lorsque le territoire sera saturé dans quelques années (7 ou 8 ?) ce seront les services autour des bornes (supervision, monétisation de la recharge, inter-connectibilité...) qui pourront leur permettre de poursuivre leur activité. Il n'en demeure pas moins que le modèle économique de la recharge électrique est loin d'être établi, notamment tant que les conditions de facturation de cette recharge (quand elle n'est pas gratuite !) ne sont pas stabilisées.

6.1.3 Hydrogène et piles à combustible

De grands groupes aux PME, la filière de l'hydrogène en France présente un ensemble d'entreprises permettant de répondre à une croissance de la demande, le moment venu.

Parmi les producteurs d'hydrogène, le **groupe Air Liquide** est un des principaux acteurs mondiaux de la filière. La mission note que le leadership du plan allemand H2ME présenté en 2015 a été confié à Air Liquide, aux côtés de Daimler, Linde, OMV, Shell et Total. Air Liquide inaugurera ainsi dix nouvelles stations avant la fin 2016. Le groupe possède et exploite par ailleurs des stations publiques aux Pays-Bas, au Danemark, en Belgique, au Japon et aux Etats-Unis.

Air Liquide est impliqué dans des recherches et développements sur la pile à combustible en France et à l'étranger, en liaison avec ses clients.

On trouve également **ENGIE Cofely** ou encore, à un niveau plus local, la **CNR** qui s'est associée à plusieurs partenaires industriels dans le projet Hyway. Ce projet, piloté par le pôle de compétitivité Tenerdis, et soutenu par l'Etat (DREAL), l'Ademe et la Région Rhône-Alpes, consiste à équiper en hydrogène 50 Renault Kangoo ZE avec des kits hydrogène qui donneront 300 km d'autonomie à ces véhicules. Pour les recharger, deux stations de distribution d'hydrogène sont déjà installées à Lyon et Grenoble.

Le territoire français dispose de centres de recherche publics performants tel que le CEA Liten, et d'un réseau de PMI, parmi lesquelles la société **Symbio F Cell**, qui a réalisé les prolongateurs d'autonomie des Kangoo ZE. Le **groupe Michelin** est également actif dans ce domaine, notamment par l'activité de son Incubator Program Office, qui a pris une participation dans Symbio F Cell.

S'agissant de la production par électrolyse, du stockage et de la distribution d'hydrogène, on peut encore citer **McPhy Energy** qui, malgré un chiffre d'affaires modeste, est présent à l'étranger avec des sites de production en Allemagne et en Italie, et qui après la mise en service de la station de Berlin-Schoenefeld et la livraison de la station de Woodside en Californie vient de signer en 2015 un contrat avec la province du Hebei en Chine.

Partenaire de McPhy Energy, la société **Ataway**, PME située en Savoie, développe des compétences en matière d'énergie renouvelable décentralisée et autonome, de stockage hybride de l'énergie (batterie et hydrogène) et de développement de composants spécifiques pour les solutions d'hydrogène énergie. Pour répondre au marché de la mobilité hydrogène, Ataway fabrique et commercialise des stations de recharge d'hydrogène vert. Grâce à la technologie de l'électrolyse de l'eau embarquée, cette société produit sur site l'hydrogène dans ses stations de recharge. Couplé à des énergies renouvelables ou de l'énergie verte du réseau, l'hydrogène produit serait donc décarboné.

On peut encore citer le projet PUSHY (Potential Use of Solid Hydrogen) pour la production d'hydrogène par électrolyse à partir d'un barrage de la Seine dans le département de l'Eure. Ce projet associe des PME françaises : McPhy citée plus haut, la PME lyonnaise **WH2** fabricant d'hydrogène, Green Access autre PME lyonnaise du marché des certificats verts, un industriel leader dans le secteur des gaz industriels **LINDE**, filiale française de l'allemand Linde Group, et le CEA Liten.

On constate ainsi un tropisme Rhône-Alpin, probablement dû à la rencontre de centres de recherche et de personnalités particulièrement motivées par la mobilité H₂. Le conseil Départemental de la Manche semble également vouloir développer ce type de mobilité avec notamment le projet EAsHyMob animé par la société SymbioFCell, autre entreprise iséroise. Mais pour l'heure, il s'agit pour l'essentiel de sociétés en croissance dont le chiffre d'affaires s'échelonne entre quelques milliers de k€ et quelques millions d'euros.

6.2 La situation des constructeurs de véhicules légers est plus contrastée

Il y a moins de cinq ans, en 2012, les deux constructeurs français n'avaient pas encore totalement absorbé les conséquences de la crise de 2008 et faisaient, à des degrés différents, face à des situations difficiles.

Aujourd'hui, après des évolutions majeures dans leur organisation (accords de compétitivité, réorganisation) et, pour PSA, dans ses alliances, les deux groupes ont fortement redressé leur situation et ont eu, l'un et l'autre, un résultat opérationnel 2015 proche de 2,5 milliards d'euros. Malgré l'ampleur de la progression et la valeur absolue de ces chiffres, la latitude de choix stratégique qu'ils permettent aux constructeurs reste limitée pour trois raisons :

- D'une part, cette relative bonne santé financière est récente. Les orientations actuelles des bureaux d'étude et des centres de R&D résultent en grande partie des choix faits ces dernières années, à un moment où les ressources susceptibles de leur être affectées étaient beaucoup plus faibles.
- D'autre part, et dans la mesure, en particulier, où les constructeurs conçoivent les moteurs de leurs véhicules, une fraction significative des activités des bureaux d'étude des constructeurs a dû être consacrée, ces dernières années, à l'évolution des normes des moteurs et va continuer à être consacrée, dans les années proches, à des nouvelles évolutions, accélérées par les conséquences de l'affaire du « logiciel truqueur » : bien que celle-ci n'ait pas concerné les marques françaises, ses répercussions se retrouvent dans l'ensemble du système réglementaire mondial.
- Enfin, la taille des constructeurs français reste plus faible que celle des premiers groupes mondiaux : le groupe VW a eu ainsi 12,8 milliards d'euros de résultat opérationnel en 2015 (avant prise en compte des conséquences de l'affaire mentionnée ci-dessus).

Les constructeurs de camions et de bus présents en France (Renault Trucks, filiale du groupe Volvo, Iveco et sa filiale Heuliez bus, notamment) ont également dû, avec des moyens limités, adapter leurs motorisations à l'évolution des normes diesel, tout en élargissant leur gamme à de nouvelles motorisations.

Ayant des capacités financières contraintes, ces constructeurs n'ont de chances de succès que s'ils se fixent un nombre limité d'options stratégiques et s'y tiennent. Chercher à produire en France des véhicules correspondant à toutes les motorisations aujourd'hui envisageables conduirait vraisemblablement à ne percer sur aucune et mettrait également à risque l'adaptation de la gamme existante. Un soutien public à la R&D pour permettre de préparer toutes les options pour le futur et de pouvoir ainsi prendre rattraper l'évolution si une nouvelle motorisation émerge est particulièrement utile. Attendre des constructeurs qu'ils couvrent dès les toutes prochaines années toutes les possibilités techniques serait dangereux ; modifier trop souvent les orientations publiques, qu'elles portent sur les normes, sur les achats publics (bus, véhicules, mais aussi investissements dans des réseaux), ou sur les avantages accordés aux différents types de motorisation (bonus, accès aux ZCR, ...) aboutirait également à défavoriser les industriels présents en France par rapport à des concurrents que leur taille (ou, dans le cas des concurrents chinois, l'ampleur du soutien domestique dont ils bénéficient) met en situation de poursuivre un nombre d'options plus élevé.

Le premier enjeu des constructeurs est certainement la tenue des objectifs de réduction des émissions de CO₂ par km qui sont fixés à 95% de la flotte qu'ils mettront sur le marché en 2020 et à 100% de cette flotte en 2021. Les constructeurs dont les ventes en Europe auraient une émission moyenne dépassant 95g de CO₂ par km (pondéré par le poids de la voiture : les voitures plus lourdes peuvent ne respecter qu'un seuil plus élevé, tandis que les voitures plus légères doivent respecter un seuil plus bas) seront soumis à une amende de 95€ par voiture et par gramme. Sur le principe, cela représente une baisse de 27% par rapport au niveau d'émission autorisé par la précédente norme (2015).

Lorsque ces seuils ont été fixés, il était estimé qu'ils étaient plus bas de 27% par rapport au niveau d'émission que les constructeurs devaient déjà respecter en 2015. Cette baisse de norme de 27% en cinq ans était déjà significative. Les constats faits récemment sur le décalage entre les émissions au banc et les émissions en condition réelle d'utilisation, et le fait que la manière de mesurer si les

constructeurs ont ou non atteint la norme continue à évoluer créent une incertitude significative. Un groupe qui commercialiserait en 2021 deux millions de véhicules en Europe et dont on constaterait – selon les modalités de mesure alors retenues – que ses ventes ont une émission moyenne 10% au-dessus du seuil – selon la méthode de mesure alors retenue – serait ainsi redevable d'une amende de 1,8 Md€.

Selon un autre mode de calcul, un rapport publié en juin 1996 par le World Energy Council³¹ fait une estimation, constructeur par constructeur, de l'amende à laquelle pourraient se trouver confrontées les sociétés vendant des automobiles en Europe. Son estimation est comprise entre 1 et 2 milliards d'euros pour la plupart des constructeurs. Une comparaison entre cet enjeu et le bénéfice réalisé en 2013 (année de référence pour ce rapport) par les constructeurs met en évidence que l'amende peut dépasser le montant des bénéfices pour les constructeurs généralistes, tandis qu'elle représenterait un enjeu moins existentiel pour ceux qui vendent à des prix de luxe.

Recommandation n° 4. Réaliser en 2018 un point « à mi-parcours » avec les constructeurs sur leurs perspectives quant au respect des objectifs de réduction d'émissions de CO₂ en 2020, afin de déterminer les conséquences éventuelles à en tirer.

6.2.1 Le véhicule électrique est depuis plusieurs années un axe stratégique de Renault, le groupe PSA élabore également une offre, leurs concurrents, notamment européens, multiplient les annonces

Comme indiqué en introduction (1-3), le groupe Renault bénéficie d'une antériorité certaine sur le segment des véhicules 100% électriques et d'une constance dans sa stratégie. Renault et PSA sont en train d'élargir la gamme de véhicules qu'ils offrent (dans le cadre de l'alliance Renault-Nissan, Renault s'appuie sur Nissan pour les offres hybride et élargit son offre électrique, notamment avec des véhicules produits localement pour les marchés émergents).

Sur le marché européen, qui a le plus d'impact sur les fabrications réalisées en France, on ne peut que noter la fréquence et l'ampleur des annonces faites par le groupe Volkswagen, après le changement de management et les poursuites liées au « logiciel truqueur ».

6.2.2 La généralisation de l'hybridation conduit à des évolutions de plateformes et de la chaîne de transmission (powertrain), ces évolutions peuvent, par contrecoup avoir un impact sur la filière des sous-traitants dans la mécanique

Les groupes Toyota et Volkswagen ont déjà une offre hybride significative. Les principaux groupes allemands et japonais ont par ailleurs annoncé ces dernières années l'arrivée de nombreux véhicules hybrides dans leur flotte conduisant, globalement, à la présence d'une offre hybride sur toutes leurs « plateformes » (structures physiques communes à partir desquelles sont élaborés les différents modèles d'un segment donné dans une marque, voire dans un groupe automobile).

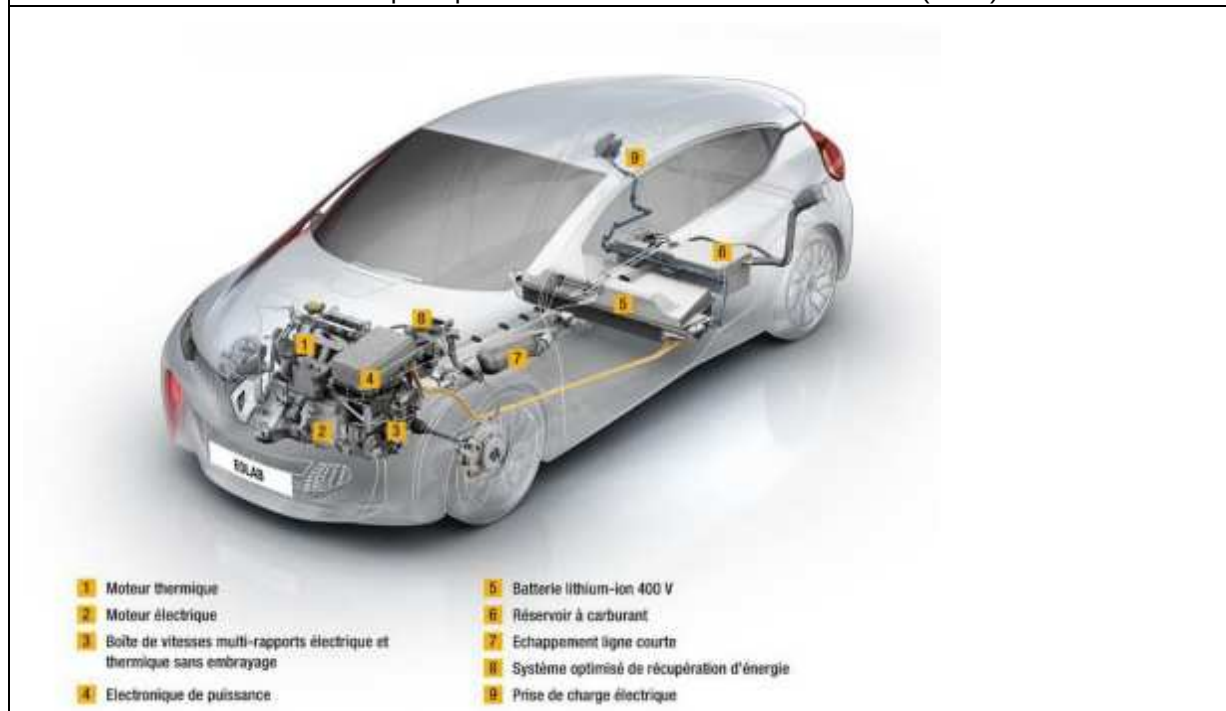
Jusqu'à ces derniers mois, l'offre de véhicules hybrides des constructeurs français se composait de trois modèles du groupe PSA (3008, 508 et RXH), dotés d'un moteur diesel-électrique (HYbrid4), dont le groupe avait annoncé en septembre 2014 qu'il le retirerait progressivement de son offre commerciale, pour des raisons de coût.

Le groupe PSA a maintenant annoncé la commercialisation de 7 modèles hybrides rechargeables d'ici 2022 (à côté de 4 véhicules électriques). Ces 7 modèles seront tous essence-électrique. Renault, de son côté, a annoncé le lancement courant 2017 d'une motorisation hybride diesel-électrique (un alterno-démarrreur qui complète le moteur thermique dans les phases d'accélération et une batterie de

³¹ E-mobility closing the emissions gap

48V) de la Mégane et une motorisation similaire pour le Scénic. En 2018, l'ensemble des plateformes du groupe devrait être dotés de motorisations hybrides-rechargeables, les modèles haut de gamme s'appuyant sur une technologie issue de Nissan, tandis que les modèles d'entrée et de milieu de gamme seront dotés d'une technologie issue du démonstrateur Eolab.

Schéma de principe du démonstrateur de Renault Eolab (2014)



L'arrivée et la généralisation de moteurs hybrides, indispensables pour tenir les objectifs de réduction d'émissions de CO₂ dans les flottes mises sur le marché³², peuvent avoir un impact sur la filière mécanique automobile en France. En effet, hormis dans le cas où le moteur thermique est un simple générateur, qui alimente en électricité un moteur électrique, les motorisations hybrides conduisent chacun des deux moteurs, électrique et thermique à contribuer à la propulsion de la voiture (hybridations dite « parallèle » et « série-parallèle »). La chaîne de transmission associée est plus complexe que celle d'un véhicule à moteur thermique. Le passage à la motorisation hybride mobilise donc de manière significative des compétences mécaniques spécifiques. Il peut donc conduire les constructeurs français à confier la conception et la fourniture de différents éléments de la chaîne de transmission (boîte de vitesse, différentiels, transmission elle-même) à des sociétés spécialisées, alors que jusqu'à présent, ils réalisaient dans leur propre bureau d'études la définition de la chaîne de transmission puis en sous-traitaient la réalisation à des entreprises de mécanique. Les sociétés spécialisées correspondantes sont, en Europe, allemande. Le changement de portage correspondant introduit donc un risque important de pertes de débouchés pour les PMI françaises du secteur de la mécanique automobile.

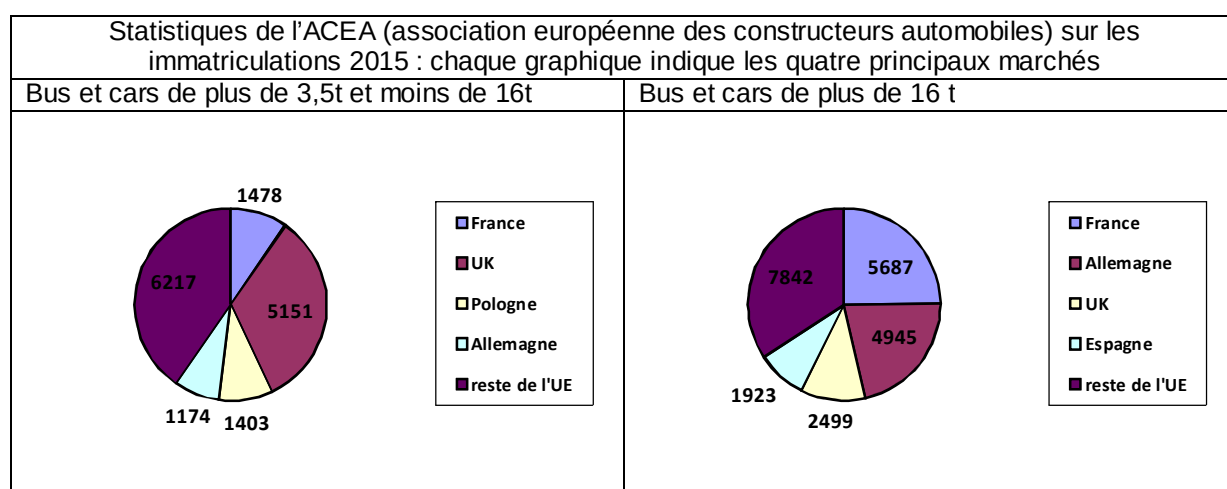
Recommandation n° 5. Maintenir une priorité, notamment dans la stratégie de la BPI à l'accompagnement de l'évolution des PMI et ETI de la mécanique dans la filière automobile (R&D, internationalisation).

6.2.3 Véhicules à piles à combustible

A ce jour, seuls les constructeurs asiatiques ont réellement investi cette technologie et proposent des véhicules : Hyundai ix35, Honda Full Cell, Toyota Mirai. Les constructeurs français sont plutôt dans une démarche de veille technologique. Le seul véhicule à pile à combustible réalisé par un constructeur français vendu de manière significative en France aujourd'hui est le Kangoo ZE doté d'un prolongateur d'autonomie réalisé par la société Symbio F Cell.

6.3 Pour les bus, le basculement sur l'électrique, face à la compétition des producteurs chinois, est un défi pour les constructeurs européens en France, le groupe Bolloré apporte une offre innovante, la motorisation au gaz n'induit pas de rupture industrielle, mais contribue à réduire la pollution en ville

La France est un des premiers marchés européens pour les bus et cars :



Au sein de ces « bus et cars », la part des bus eux-mêmes, sur lesquels les décisions des municipalités ont une influence directe incontournable est élevée :

		BUS								
Rang	MARQUE	Moins de 5t			5t et plus			Total		
		Volume	%Var	%	Volume	%Var	%	Volume	%Var	%
	Total	39	-18,8	100	2 011	33,1	100	2 050	31,5	100
1	IVECO BUS				577	679,7	29	577	679,7	28,15
2	MERCEDES				546	-32,7	27	546	-32,7	26,63
3	IVECO				30	-37,5	1	30	-37,5	1,46
4	HEULIEZ				466	28,4	23	466	28,4	22,73
5	M.A.N.				251	96,1	12	251	96,1	12,24
6	SETRA									
7	SCANIA				38	660,0	2	38	660,0	1,85
8	OTOKAR				11	-15,4	1	11	-15,4	0,54
9	TEMSA				2		0	2		0,10
10	RENAULT	21	10,5	53,85				21	10,5	1,02
11	VAN HOO					-100,0			-100,0	
12	YUTONG									
13	FAST C.CAR									
14	VDL BUS									
15	FIAT	18	-35,7	46,15				18	-35,7	0,88
16	VOLVO				7	250,0	0	7	250,0	0,34
17	IRIZAR				3	200,0	0	3	200,0	0,15
18	SOLARIS				31	675,0	2	31	675,0	1,51
19	VOLKSWAGEN									
20	BOLLORÉ				20	185,7	1	20	185,7	0,98
21	KING LONG									
22	FORD									
23	NEOPLAN									
24	GEPEBUS				11	450,0	1	11	450,0	0,54
25	BLUEBUS				8		0	8		0,39
26	ISUZU									
27	BREDAMENA				5	-64,3	0	5	-64,3	0,24
28	SAFRA				3	200,0	0	3	200,0	0,15
29	AYATS				2	100,0	0	2	100,0	0,10
29	BEULAS									
29	IRISBUS					-100,0			-100,0	
32	CITROEN		-100,0						-100,0	
32	OPEL									
32	SUNUNDEG									

Pour répondre à cette demande, et être présents sur le premier marché européen des bus et cars de grande dimension en l'absence (et/ou après rachat !) de fabricants français, plusieurs constructeurs européens sont implantés sur le territoire national.

Le groupe IVECO est le principal acteur de la filière en France, tant par sa part de marché (1073 des 2011 bus de plus de 5t livrés en France en 2015 provenaient d'une des filiales du groupe) que par son implantation industrielle et par ses effectifs (6 100 salariés, dont 2 100 dédiés à l'activité cars et bus).

La filière des véhicules au gaz est présente de longue date dans l'équipement des villes en France et présente également dans les productions réalisées sur le territoire. Deux tiers des agglomérations de plus de 200 000 habitants disposent ainsi de bus au gaz naturel au sein de leur réseau (on peut également souligner que 80% des bennes à ordures, en Ile de France, sont propulsées au gaz).

Le basculement, récent de grandes agglomérations vers la propulsion électrique pose une difficulté plus grande aux constructeurs qui produisaient déjà des bus en France. La concurrence chinoise, notamment parce qu'elle a déjà pu amortir sur son marché domestique l'essentiel de ses coûts de développement, offre des prix très bas, qu'il paraît difficile qu'un constructeur européen puisse suivre à court terme.

Livraison d'une flotte de mille bus électriques à la ville de Shenzhen

World's Largest Electric Bus Fleet Being Delivered to the City of Shenzhen, China



Face à cette concurrence, les produits réalisés en France ne peuvent être retenus que s'ils offrent des performances meilleures (fiabilité, durabilité, performances techniques).

Dans cette perspective, une offre produite en France se développe, à la fois par le groupe Bolloré (voir plus loin) et, par le groupe IVECO (projet de démonstrateurs hybride et tout électrique ELLISUP auquel participe IVECO-IRISBUS, bus électrique de 12 mètres et 90 places développé par dans sa filiale Heuliez et en cours de test à la RATP).

A côté de l'évolution de l'offre des constructeurs déjà présents sur ce créneau en France, on note l'arrivée du groupe Bolloré, s'appuyant sur la technologie de ses batteries LMP. Le groupe a ainsi été retenu pour équiper de bus électriques (12 m de long) la ligne 341 de la RATP. 22 bus électriques seront ainsi mis en service courant 2016. Le Bluebus a également été retenu début juin 2016 par l'agglomération de Rennes Métropole, dans le cadre d'un « partenariat d'innovation » pour expérimenter une flotte de 7 bus identiques à ceux qui circulent à Paris et développer un bus articulé électrique.

On peut également remarquer que le groupe SAFT produit des batteries équipant des bus, la société française E4V fournissant des systèmes de gestion de batteries (Battery Management Systems, BMS).

Le distributeur français Dietrich Carebus s'est par ailleurs allié au fabricant chinois Yutong pour distribuer en France des bus électriques dont l'assemblage final serait réalisé à Ingwiller. Cent emplois pourraient dans ce contexte y être créés. Un partenariat a été signé par Dietrich Carebus avec Saft pour l'équipement en batteries de ces bus et avec Forsee Power pour leur 'battery management system' (ces partenariats ne sont bien sûr pas exclusifs : Forsee Power a ainsi signé en juin 2016 un partenariat avec Heuliez Bus).

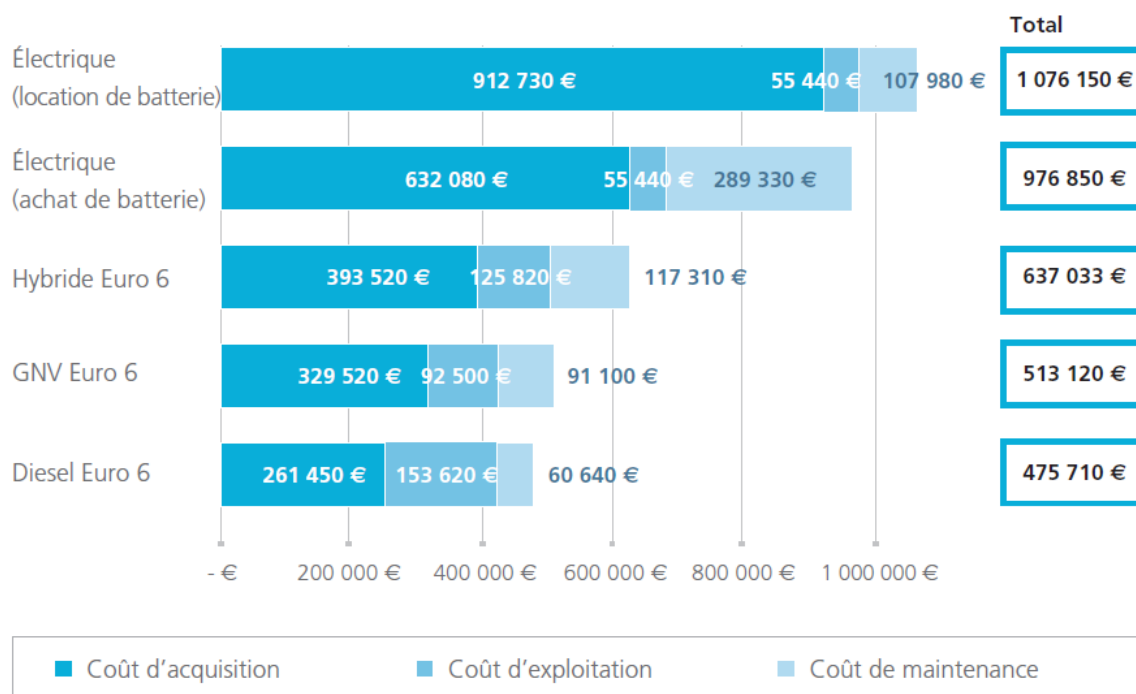
Mais il est vital pour l'avenir de la filière – et probablement pour la qualité de la maintenance du matériel - que les autorités organisatrices de transport prennent plus fortement en compte les conséquences de leurs décisions d'achat sur la capacité des industriels européens à apporter une

réponse économiquement viable. Ainsi, TRANSDEV vient d'acquérir des bus électriques du fabricant chinois HIGER (avec châssis et moteur Scania) pour 300k€ l'unité, soit un prix de 10 à 20% inférieur au prix de revient des bus construits intégralement en Europe.

Aussi, les décisions qui seront prises dans les mois à venir pour l'agglomération parisienne seront dimensionnantes pour l'avenir de la production en France³³, tant pour leur importance propre (l'appel d'offres lancé en 2017 devrait viser à remplacer l'intégralité des 4500 bus de la RATP par des bus électriques – pour 80% d'entre eux – et à gaz –pour le solde) que par son effet d'entraînement sur les achats des autres agglomérations françaises. Ces décisions auront aussi, bien sûr, un impact sur le coût du transport, comme le montre la comparaison élaborée en juin 2016 par l'association « Centrale d'Achat du Transport Public » : elles présentent donc un triple enjeu majeur, d'environnement, de production en France et de coût.

Synthèse des coûts de possession, sur douze ans, de différents types de bus (étude publiée en juin 2016 par la « Centrale d'achat du transport public »)³⁴

SYNTHÈSE DES COÛTS



6.4 Le groupe Bolloré a une position spécifique, tant dans les batteries que dans les services

L'activité du groupe Bolloré dans l'automobile est connue du grand public par le succès du service Autolib. Ce service n'est cependant qu'une facette de l'investissement du groupe dans les batteries.

³³ Les compétiteurs en présence sont : Heuliez Bus (filiale française de l'italien Iveco), le groupe Bolloré, le polonais Solaris, l'espagnol Irisar et le chinois Yutong associé à l'alsacien Dietrich Carebus.

³⁴ Association créée en 2011 par des élus locaux et des techniciens de collectivités territoriales « pour optimiser les achats en matière de transport public ». Cette association travaille notamment en partenariat avec l'association AGIR (qui regroupe 192 collectivités locales et entreprises de transport), ainsi qu'avec le Groupement des Autorités Responsables de Transport

6.4.1 Après s'être développé dans l'agglomération parisienne, l'autopartage de voitures électriques en libre-service se développe, non seulement dans d'autres villes françaises, mais aussi dans des métropoles étrangères

Le service d'autopartage Autolib, conçu et géré par le groupe Bolloré en Région parisienne dispose aujourd'hui de quatre mille véhicules (décembre 2015). Un service identique (relevant maintenant d'une filiale dans laquelle Renault et PSA ont investi aux côtés du groupe Bolloré) est maintenant déployé à Lyon (Bluey, 250 véhicules en février 2016), et Bordeaux (Bluecub, 200 véhicules en 2015), en cours de déploiement à Indianapolis (BlueIndy, démarrage en septembre 2015 avec 145 véhicules, qui ont reçu l'homologation routière américaine, 500 sont prévus à terme), Turin (inauguration de la première station en mars 2016, quatre cent véhicules en perspective sur trois ans), et Rome (150 véhicules au second semestre 2016, 1000 prévus dans les deux ans). Le groupe a été retenu en juin 2016 par la cité de Singapour pour y déployer son modèle³⁵. Des négociations sont en cours avec d'autres agglomérations américaines et asiatiques³⁶.

Le déploiement du service s'est initialement appuyé sur une approche intégrée allant de la batterie au service, en passant par la réalisation du véhicule (sous-traité initialement à Pininfarina sur une conception du groupe Bolloré) et par celle de tous les systèmes informatiques de suivi et de gestion de la flotte et des abonnés.

L'ampleur des déploiements réalisés s'apprécie mieux en comparant Autolib au système équivalent déployé à Berlin (« Multicity carsharing »³⁷) : celui-ci, assez analogue à Autolib dans son approche et ses tarifs, ne dispose aujourd'hui que de 350 véhicules (des Citroën électriques C zéro).

6.4.2 La place actuelle des batteries lithium-métal-polymère dans le groupe Bolloré est la conséquence de vingt ans d'investissements constants

Le Groupe Bolloré s'est impliqué avec constance sur une longue période dans le développement de batteries Lithium-métal-polymère, LMP.

A l'occasion du salon de l'automobile tenu à Genève en mars 2009, le président du groupe a annoncé la sortie de la Bluecar³⁸ et indiqué que les sommes investies par le groupe depuis 1995 pour développer la batterie LMP (et la Bluecar) dépassaient le milliard d'euros. Les investissements du groupe dans la technologie LMP se sont poursuivis activement depuis. Un article paru dans le journal Les Echos en janvier 2016 mentionnait 3 milliard d'euros investis en 22 ans.

Les extraits ci-dessous d'un communiqué de presse réalisé conjointement par les groupes 3M et Bolloré trois ans plus tard détaillent la chronologie des développements réalisés de 1995 à cette date.

Historique des développements de la batterie LMP

(extrait d'un communiqué de presse commun réalisé par les groupes 3M et Bolloré en décembre 2012, à l'issue de la première année d'exploitation du système « Autolib »)

C'est en 1979 au Canada que s'organise la Recherche et le Développement de cette technologie, au départ initiée par les travaux de l'institut de recherche HydroQuebec associé à d'autres partenaires

³⁵ BlueSG débutera en 2017 et proposera à terme une flotte de 1000 véhicules électriques et 2000 bornes de recharge – dont 400 dédiées aux véhicules tiers – réparties sur 500 stations. Singapour sera donc le deuxième plus grand dispositif d'autopartage électrique du groupe Bolloré après Autolib' à Paris.

³⁶ A une échelle plus réduite (quelques véhicules), un déploiement « Bluecongo » aura lieu en Afrique à l'occasion d'un prochain évènement sportif.

³⁷ <https://www.multicity-carsharing.de/>

³⁸ La décision de concevoir et produire la Bluecar a été prise notamment parce qu'il ne s'était pas trouvé de constructeur automobile pour concevoir une voiture équipée de la batterie LMP du groupe. Le groupe Bolloré s'appuie maintenant sur des partenariats industriels avec les constructeurs Renault et PSA pour la construction de véhicules dotés de ses batteries. Il commercialise par ailleurs des bus électriques, de 6m et de 12m également dotés de ses batteries LMP (le groupe a racheté en 2007 l'activité bus électrique de l'entreprise Gruau). Des livraisons à la RATP sont en cours.

internationaux dont le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), la YUASA Corporation au Japon, le consortium USABC (United States Advanced Battery Consortium) et 3M Corporation. Cette alliance s'inscrit plus tard dans le cadre du projet SEVE pour répondre aux objectifs du protocole de KYOTO qui constitue un véritable enjeu mondial, le secteur du transport concernant 40% des émissions de gaz à effet de serre.

A partir de 1995, le Groupe Bolloré a commencé à développer sa propre technologie de batterie Lithium Métal Polymère, sur des procédés différents, dans ses laboratoires de Recherche et de Développement, à Ergué Gabéric, dans le Finistère. Il créera la société BATSCAP dédiée à cette activité en 2004.

En prenant le contrôle des actifs de la société Avestor détenus par HydroQuebec et Anadarko, en 2007, le Groupe Bolloré confirme sa supériorité sur la technologie de la batterie LMP.

Le 24 janvier 2008, le groupe inaugure sa première ligne de super capacités et acquiert très vite une solide réputation dans ce domaine d'expertise, par le rachat d'Avestor qui devient Bathium et Batscap.

Après une année d'exploitation célébrée le 5 décembre 2012, la batterie LMP du Groupe Bolloré a tenu ses promesses.

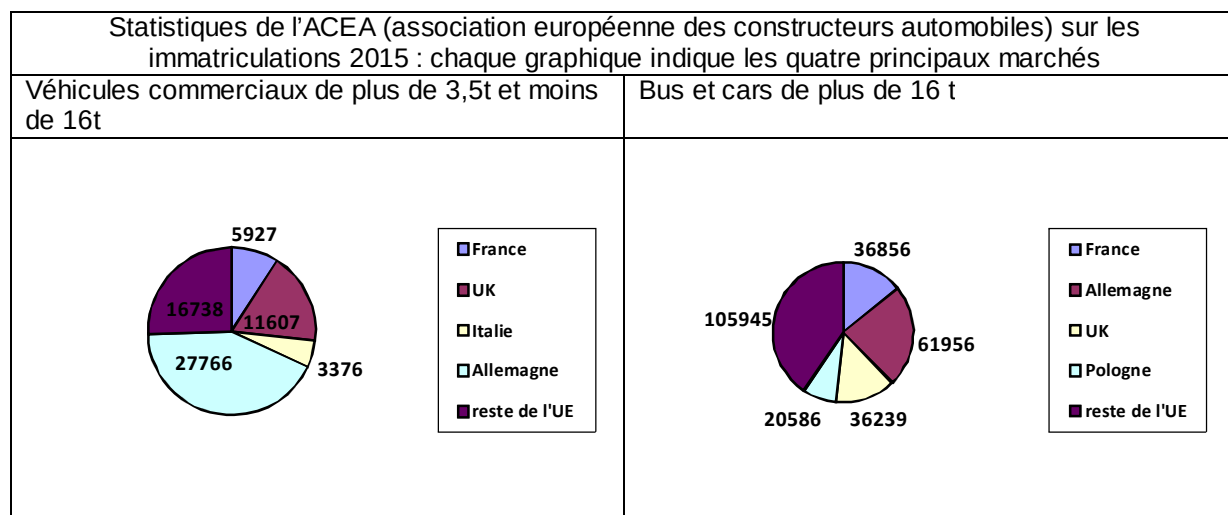
À travers une exploitation intensive, la batterie LMP fait la démonstration de sa fiabilité et de son autonomie (250 kms en conduite urbaine et 150 kms sur voie rapide).

Le groupe poursuit sa R&D sur les batteries, avec comme objectif de rapprocher leur température de fonctionnement de la température ambiante (en la faisant passer à 50°, les pertes thermiques, et la consommation correspondante sur la batterie seraient considérablement réduites), d'accroître l'autonomie au-delà de 500 km et de réduire le temps de recharge.

La filière de batteries utilisée par le groupe Bolloré lui est spécifique, mais l'existence de cette filière est incontestable, et leur utilisation dans des véhicules quotidienne, maintenant dans plusieurs grandes agglomérations.

6.5 L'impact des camions sur l'environnement devrait se réduire avec le retrait progressif de ceux immatriculés avant 2009. Renault Trucks représente l'essentiel de la production en France.

La France est un marché significatif, en Europe, sur les véhicules commerciaux, sans toutefois atteindre la taille du marché allemand :



Au sein des 110 000 salariés que la construction automobile employait en France en 2014, la construction de poids lourds en représentait 10 200. Parmi ces derniers, 9 100 étaient employés chez Renault Trucks, ils représentaient un dixième de l'effectif global du groupe, 525 chez Scania à Angers et 559 chez Mercedes à Molsheim.

A la suite de la crise de 2008-2009, Renault Trucks a dû faire face à des baisses d'activité et réaliser des plans sociaux successifs. La société est maintenant dans une situation plus favorable, et a achevé les développements importants que nécessitait l'adaptation de ses moteurs aux dernières normes Euro.

L'offre des constructeurs, en termes de motorisation, est assez vaste et diversifiée. Pour les transports à longue distance, les carburants liquides, et tout particulièrement le diesel, conservent un avantage technologique difficilement contournable, et les dernières normes Euro (déjà vérifiées en conditions normales d'utilisation, ce qui n'est pas le cas des voitures) apportent une réelle réduction des émissions.

C'est sur la logistique « du dernier km », qu'auront le plus d'effet les décisions visant à améliorer l'environnement dans les villes (pollution, bruit). A côté de l'offre des grands constructeurs et des développements en cours chez eux, on note l'émergence, dans le segment du véhicule utilitaire léger (en dessous des 3,5t mentionnés ci-dessus), du groupe Univers VE, qui a repris récemment la société HELEM (produisant le Colibus³⁹, dont la Poste, DHL et Exapaq sont clients) et dont la filiale E4V élabore des batteries à partir de cellules produites en Chine.

Pour les véhicules relevant stricto-sensu des « camions », la disparition progressive en France des camions immatriculés avant 2009, sur une norme Euro moins stricte, devrait améliorer notablement l'impact de la logistique sur l'environnement. Cette disparition pourrait être accélérée par les décisions des agglomérations ayant la possibilité de constituer des ZCR.

6.6 La problématique des batteries est un enjeu majeur

6.6.1 Economiquement et techniquement, la batterie est l'élément le plus stratégique des véhicules électriques

La batterie peut être considérée comme l'élément le plus stratégique de l'automobile électrique :

- l'émergence du VE n'aurait pas eu lieu sans les performances des batteries lithium-ion. Encore aujourd'hui, la compétitivité technique d'un véhicule est fortement liée aux performances de sa batterie : autonomie du véhicule, nombre de cycles, sécurité, masse de la batterie (à niveau de performances donné), durée de vie ;
- économiquement, la batterie représente, selon les modèles, 40 à 50% de la valeur finale du véhicule.

Répartition de la VA dans une voiture de moyenne gamme



³⁹ Cet utilitaire totalement électrique de 8 m³ et 850kg de charge utile a obtenu en 2015 l'homologation européenne et peut circuler sur les voies rapides. Il dispose d'une autonomie de 120km et d'une version 'transport froid'. L'entreprise vise une vente de 200 véhicules en 2016, correspondant aux objectifs de réduction de la pollution (bruit, émissions de gaz) que se fixent beaucoup d'agglomérations.

6.6.2 Cet élément clef échappe aux constructeurs européens

Aujourd'hui, comme le montre le graphique ci-dessous, la totalité des batteries pour véhicules électriques dans la technologie lithium-ion est réalisée par des constructeurs asiatiques, les usines correspondantes étant situées très majoritairement en Asie, dans une moindre mesure aux USA et de manière marginale (une unité d'assemblage de batteries à partir de cellules importées d'Asie), au Royaume-Uni. Ce qui signifie très concrètement que près de la moitié du coût de revient des véhicules électriques est un coût importé, avec toutes les conséquences prévisibles sur la balance commerciale du secteur en cas de succès à grande échelle de ce type de motorisation.

La filière mondiale des batteries pour automobiles électriques, dans la technologie lithium-ion est dominée par les constructeurs asiatiques (source : Roadmap Zell- und Batterieproduktion in Deutschland, Nationale Plattform für Elektromobilität, janvier 2016)⁴⁰

Wesentliche Produktionsstandorte der bei automobilen Traktionsanwendungen dominierenden großformatigen (sog. „large format“) Zellen sind derzeit Japan (26%), Korea (24%), China (22%) und USA (22%) (siehe Abbildung 1). (Anderman, 2013)

Gesamtkapazität: ~27,2 GWh/a

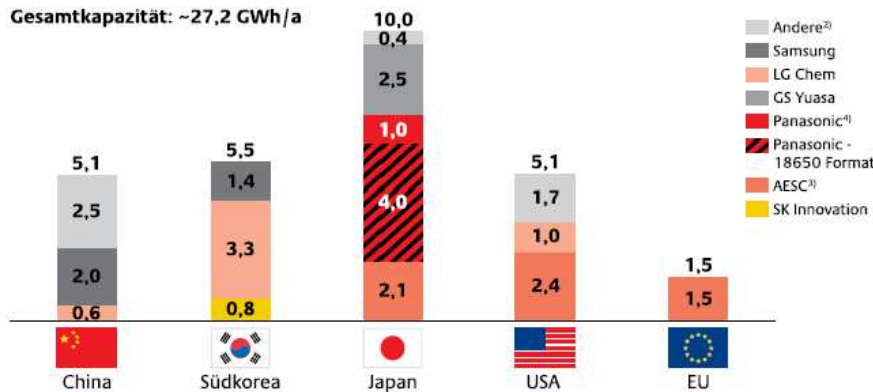


Abbildung 1: Large-Format-Lithium-Ionen-Batteriezellen¹⁾ – Zellproduktion Übersicht Standorte und Kapazität 2014 [GWh/a]

Anmerkung: 1 GWh/a Zellkapazität entspricht bspw. etwa 25.000 BEVs mit 40 kWh

1) Lithium-Ionen-Batteriezellen für automotiv und stationäre Anwendungen

2) Hersteller (z.B. BYD, Toshiba, A123, Enerdel, Kokam)

- BYD produziert für lokalen chinesischen Markt

- US-amerikanische Hersteller (u.a. A123, Enerdel, Kokam) mit starkem Fokus auf stationäre und non-automotive Anwendungen

3) AESC - Automotive Energy Supply Corporation ist ein JV zwischen Nissan Motors und NEC. Die von NEC hergestellten Elektroden werden weltweit zugeliefert. Bei hohen Fertigungskapazitäten ist die Auslastung z.T. nur sehr gering (< 50%, Stand: 2014).

4) Kapazität von Panasonic Sanyo im Format 18650 derzeit nur von Tesla direkt

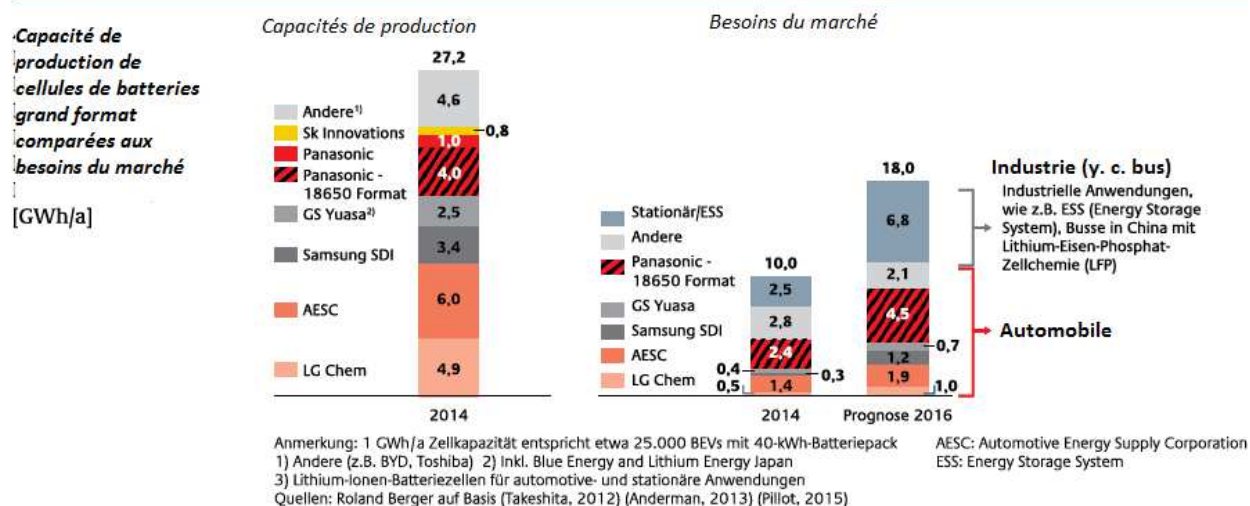
Quelle: Roland Berger auf Basis (Takeshita, 2012) (Anderman, 2013) (Pilot, 2015)

6.6.3 La situation de surcapacité de production actuelle peut s'inverser dans des délais plus brefs que ceux nécessaires à la réalisation d'une unité de production en Europe

A ce stade, les constructeurs n'ont pas de difficulté particulière à s'approvisionner en batteries dans la mesure où la capacité mondiale de production est très supérieure à la demande et où la Chine jusqu'alors absente du secteur, se lance dans la production des cellules de batterie.

⁴⁰ La capacité de production en Europe indiquée sur ce graphique est celle de l'unité de Sunderland (assemblage de batteries) de la filiale AESC du groupe Nissan.

A ce stade, la capacité mondiale de production dépasse largement la demande (source : id).



Les perspectives de poursuite d'une croissance exponentielle (partant d'un niveau très bas : il y a peu de pays où les ventes de véhicules électriques dépassent 1% des ventes de véhicules neufs, la Norvège, avec 20% étant une situation tout à fait exceptionnelle) des ventes de véhicules électriques (véhicules tout électriques – en anglais BEV 'battery electrical vehicles' – ou véhicules rechargeables – en anglais PHEV 'plug-in hybrid electrical vehicles') – peuvent néanmoins inverser la situation en peu d'années. Une multiplication par cinq du nombre de véhicules BEV+PHEV vendus dans le monde d'ici cinq ans est ainsi considérée comme réaliste par plusieurs interlocuteurs interrogés par la mission, or le délai qui sépare la décision de construire une usine du moment où cette usine est opérationnelle n'est pas loin, en Europe de représenter cinq ans.

Perspectives de vente des véhicules électriques en 2020 et 2025 et conséquences sur la demande en batteries (source : id)

Vorschau 2020¹⁾

Gesamtfahrzeugabsatz ~80 Mio. Fzg./a; (Welt: ~105 Mio. Fzg./a)

Konservativer Fahrzeugabsatz ~2,2 Mio. Fzg./a

Optimistischer Fahrzeugabsatz ~3,9 Mio. Fzg./a

Vorschau 2025

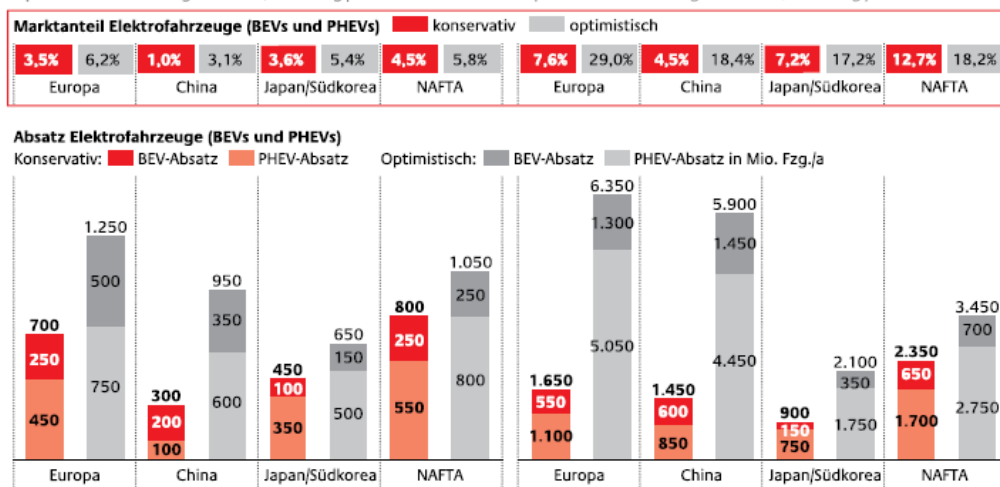
Gesamtfahrzeugabsatz ~85 Mio. Fzg./a; (Welt: ~114 Mio. Fzg./a)

Konservativer Fahrzeugabsatz ~6,4 Mio. Fzg./a

Optimistischer Fahrzeugabsatz ~17,8 Mio. Fzg./a

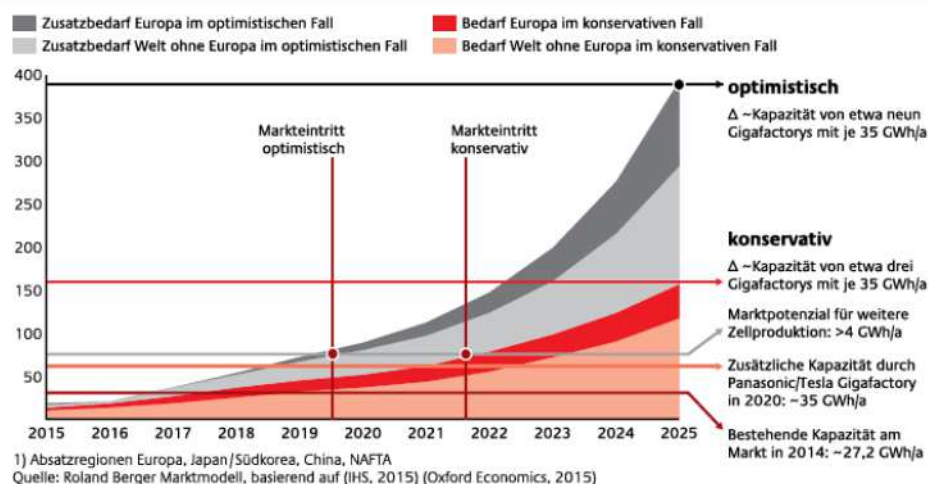
Abbildung 3:

Absatz BEV- und PHEV-Fahrzeuge/a nach Regionen [1.000 Stück/a]



1) Kritisches Jahr 2021 in der EU, da CO₂-Emissionen ab 2020 für 95% der neu zugelassenen Fahrzeuge gültig, ab 2021 für 100%
Quelle: Roland Berger Marktmodell, basierend auf (IHS, 2015) (Oxford Economics, 2015)

Abbildung 4:
Zellbedarf weltweit¹⁾
2015-2025 [GWh/a]
konservativ und optimistisch



6.6.4 Les surcapacités mondiales et le volume de production nécessaire pour rentabiliser une usine ont jusqu'à présent empêché que se concrétisent des projets de production en Europe

La réalisation d'une usine de production de batteries en Europe est régulièrement annoncée depuis plus de cinq ans.

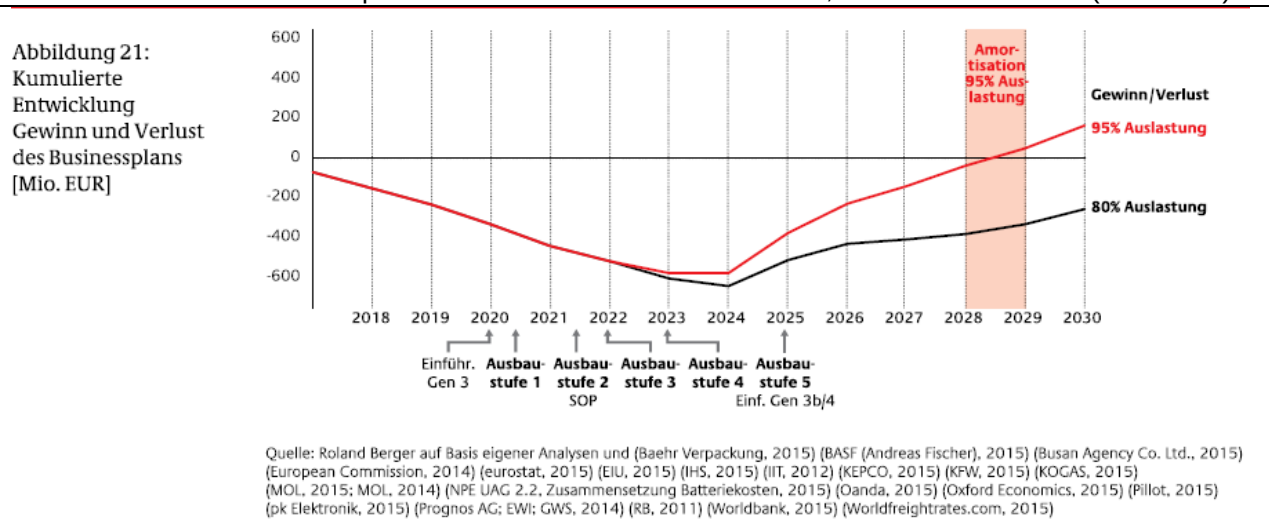
Pendant plusieurs années, Renault a ainsi étudié la possibilité de construire à Flins une usine de batteries. Cette possibilité a été abandonnée (ou en tout cas repoussée !) après étude, le marché n'offrant pas, à l'époque, la possibilité d'atteindre les trois cent mille batteries/an nécessaires à la rentabilité économique d'une telle usine.

Les constructeurs allemands font, de leur côté, régulièrement des annonces similaires, VW ayant ainsi annoncé, début 2016, qu'il envisageait d'investir dix milliards d'euros dans la réalisation d'une telle usine en Allemagne. Mais selon des déclarations plus récentes, il semble que VW envisagerait de localiser cette usine...en Chine. Daimler a également indiqué vouloir se lancer dans la production, sans que ses annonces soient très limpides entre les batteries pour véhicules ou des batteries stationnaires, ni entre la production de « cellules » (cœur technologique des batteries) et le simple assemblage de batteries à partir de cellules produits en Asie.

Réaliser avec succès une usine de fabrication de batteries électriques suppose de surmonter les difficultés suivantes :

- disposer du savoir-faire technologique ;
- mobiliser une somme importante pour l'investissement initial (sans aller jusqu'aux 10 milliards d'euros cités récemment par VW, le montant le plus fréquemment mentionné pour l'ordre de grandeur initial est un milliard d'euros⁴¹) ;
- être capable de supporter plusieurs années de pertes (le temps nécessaire pour acquérir le savoir-faire nécessaire à l'obtention de processus de production compétitifs⁴², face à des concurrents qui ont déjà accumulé du savoir-faire dans ce domaine, et qui, par ailleurs, vendent à perte tant qu'il y a des surcapacités) ;
- disposer des débouchés nécessaires : pour qu'une usine de batteries puisse atteindre des prix de revient susceptibles de la rendre rentable, les interlocuteurs rencontrés par la mission ont assez uniformément considéré qu'elle devait avoir une production supérieure ou égale à trois cent mille batteries par an (ce qui représente 21 GWh si la capacité moyenne de stockage d'une batterie est de 70kWh⁴³) ;
- réduire, autant que possible, l'incertitude sur les débouchés et leur fluctuation : l'étude publiée en janvier 2016 par la Plateforme Allemande pour l'électromobilité et intitulée « feuille de route pour une production de cellules et de batteries en Allemagne » aboutit ainsi à la conclusion qu'une usine de batteries doit avoir une production supérieure ou égale à 80% de sa capacité pour atteindre l'équilibre opérationnel.

Un taux d'utilisation élevé est indispensable pour qu'une usine de production de cellules pour batteries de véhicules automobiles électriques soit rentable. 80% est un minimum, 95% est souhaitable (source : id)



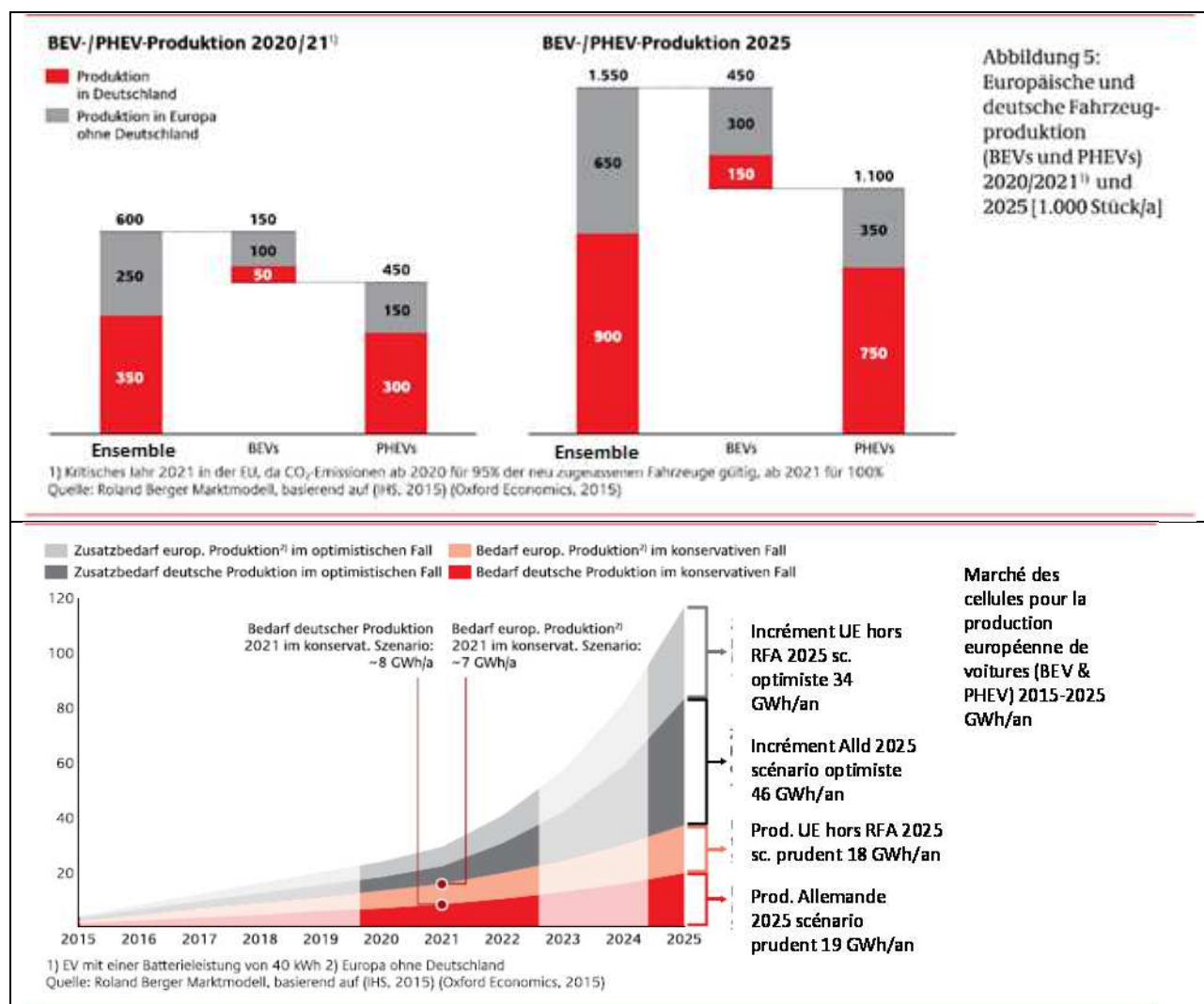
6.6.5 L'évolution des perspectives de vente en Europe peut, néanmoins, offrir les débouchés permettant la construction d'une telle usine

⁴¹ La Plate Forme Allemande pour l'Electromobilité estime ainsi que, « pour une usine de production de 13GWh/an, un investissement d'environ 1,3 Md€ sera nécessaire, si la décision est prise en 2016 pour un début de production en 2020, l'équilibre de production (EBIT) sera atteint en 2025 et l'investissement initial amorti en 2030, sous réserve que l'activité soit supérieure à 80% de la capacité de l'usine. Il sera en outre nécessaire de réinvestir en permanence le cash-flow opérationnel dans des adaptations de l'usine aux évolutions techniques. »

⁴² « parcourir la courbe d'expérience en production », ce qui ne peut se faire que par la pratique.

⁴³ La prochaine version de la Leaf, de Nissan, annonce une batterie d'une capacité de 60kWh, le groupe VW annonce des batteries de 90kWh sur la « Modular Electrification Platform » de ses gammes Audi, Porsche et VW.

Le seuil de 300 000 véhicules / 20 GWh peut être atteint, voire dépassé, dès 2020. A l'échelle de l'Europe, l'étude de la Plateforme Allemande pour l'électromobilité évalue, en particulier, ces débouchés selon les chiffres ci-dessous :



6.6.6 La France dispose d'atouts pour la localisation d'une telle usine

La France dispose d'un leader technologique dans les batteries, la société SAFT, qui s'apprête à rejoindre le groupe TOTAL. La SAFT s'est par contre jusqu'à présent focalisée sur les productions de haute technologie à forte valeur ajoutée sur des marchés de niche, ce qui exclut les marchés de masse. Son chiffre d'affaires annuel était par ailleurs de 759M€ en 2015, alors que le montant à investir pour une usine de batteries automobiles se chiffrerait en milliards (il faudrait donc plus de dix ans de l'EBITDA de SAFT, qui était en 2015 110,4M€, et quinze ans du free-cash-flow, qui était de 62,9M€, pour réaliser l'investissement d'une telle usine, le projet dépasse donc largement ses capacités).

Des sociétés françaises plus petites ont par ailleurs maintenu une présence industrielle française dans la filière. La société E4V, créée et dirigée par un ancien dirigeant de Saft (1995-1997), M Denys Gounot, réalise ainsi des systèmes de gestion des batteries (« battery management system », BMS), qui assurent la surveillance de la batterie et sa gestion technique (surveillance, via des capteurs, de l'état physique des différentes cellules, gestion du profil des appels de puissance et de leur répartition entre les différentes cellules, en fonction des indications recueillies sur leur état physique) ; en

partenariat avec une société chinoise (issue de l'université de Pékin à la suite d'une coopération entre cette université et le CNRS), elle réalise des batteries pour différents véhicules, en intégrant les cellules produites par cette société.

La France dispose également de capacités scientifiques de premier plan, y compris dans la recherche appliquée : le CEA dispose de la plus importante ligne pilote d'Europe, le CNRS fait, en liaison avec le CEA, des recherches sur les matériaux.

Parallèlement, l'attitude de nos partenaires allemands à ce sujet est ambiguë : la Plateforme Allemande pour l'électromobilité attribue à la France une note de 3 sur cinq en « écosystème d'innovation pour la batterie pour automobile », loin derrière l'Allemagne et les USA (5 chacun) et au même niveau que le Japon et la Chine, les autorités gouvernementales allemandes ont par contre à plusieurs reprises, ces dernières années, proposé aux Pouvoirs Publics français une action commune sur les batteries. Dans ces propositions, l'action commune consistait à s'appuyer sur les recherches réalisées en France et sur les capacités d'industrialisation allemandes, ce qui n'est pas nécessairement la vision française, elles constituaient néanmoins une reconnaissance implicite du potentiel technologique français.

Evaluation de l'intérêt respectif d'une production en Allemagne et en France (source : id)

		 DE ⁴⁾ "normal case"	 DE-NB ⁵⁾ "best case"	 Süd- korea	 Japan	 Tschech. Rep.	 Ungarn	 Polen	 Slowa- kei	 China	 USA	 Frank- reich
	Gewichtung [%]											
Personal	30%	2,8	3,6	2,7	3,3	3,7	2,2	4,0	3,4	3,8	3,6	2,6
Lohnkosten 2015	10%	1	3	3	3	4	4	4	4	5	3	2
Lohnk.-Prognose 2019	30%	1	3	3	3	4	4	4	4	5	3	2
Verfügb. v. Arbeitern	30%	3	3	4	2	4	1	5	4	3	4	4
Motivat. v. Arbeitern	30%	5	5	1	5	3	1	3	2	3	4	2
Energie	25%	2,2	4,0	4,6	1,0	3,4	3,0	4,0	3,2	2,0	2,6	4,2
Elektrizität	80%	2	4	5	1	3	3	4	3	2	2	4
Erdgas	20%	3	4	3	1	5	3	4	4	2	5	5
Logistik³⁾	5%	5	5	3	4	2	2	2	1	2	4	4
Subventionen	15%	1	1	5	1	2	4	4	3	4	4	1
Wechselkursrisiken	5%	3	3	4	4	1	2	2	3	5	5	3
Ökonomische und finanzielle Stabilität	5%	5	5	4	3	3	1	3	3	3	5	4
Transparenz	3%	5	5	2	4	2	2	3	2	1	4	4
Körperschafts- steuersätze	5%	2	2	3	2	5	5	5	4	3	1	2
Innovations- Ökosystem	7%	5	5	1	3	1	1	1	1	3	5	3
Gesamt	100%	2,8	3,5	3,5	2,4	2,9	2,6	3,5	2,9	3,1	3,5	2,9

Abbildung 10:
Übersicht Länder-
bewertung¹⁾

1) 5 = beste; 1 = schlechteste Bewertung 2) Einschätzung der UAG-2.2-Mitglieder 3) Zuverlässigkeit der Logistik nach Logistics Performance Index (LPI) der Weltbank 4) DE = Lohnkosten-Durchschnitt Deutschland gesamt, keine Befreiung von EEG-Umlage

5) DE-NB = Lohnkosten neue deutsche Bundesländer, Befreiung von der EEG-Umlage

Quelle: Roland Berger auf Basis eigener Analysen und (Baehr Verpackung, 2015) (Busan Agency Co. Ltd., 2015) (CEIC, 2015) (City of Yokohama, 2015) (Countryeconomy.com, 2015) (OECD.stat, 2015) (Department of Energy & Climate Change, 2015) (Elkind, 2014) (EUI, 2015) (European Commission, 2014) (eurostat, 2015) (GTAI, 2014) (IMD, 2015) (KEPCO, 2015) (KOGAS, 2015)

(State Administration of Taxation, 2013) (Transparency International Deutschland e.V., 2014) (MOL, 2014) (MOL, 2015) (paper.people.com.cn, 2013)

(pk Elektronik, 2015) (U.S. Energy Information Administration, 2015) (Wesoff, 2015) (Worldfreightrates.com, 2015) (Worldbank, 2015)

6.6.7 Quelle voie retenir pour préparer l'avenir proche dans la filière lithium-ion et, plus globalement, dans la filière des batteries pour automobile ?

Le parc des véhicules électriques ne peut se développer qu'en s'appuyant sur un soutien public massif. Pour donner une fourchette, on évalue ainsi que le maintien de l'enveloppe financière actuelle du bonus conduirait à environ 4,5Mds€ d'ici 2030, sans qu'on sache si ce montant permettra d'atteindre les objectifs du schéma de développement de la mobilité durable, tandis qu'un maintien du montant actuel par véhicule conduirait à une dépense cumulée de 19Mds€, pour une proportion des ventes qui atteindrait en 2030 15% des immatriculations.

Consacrer une enveloppe financière, certes alimentée principalement par le malus à l'achat des autres véhicules, comprise entre 5 et 20 milliards d'euros d'ici 2030 pour une filière dont 40 à 50% de la valeur ajoutée industrielle est asiatique, revient à investir cet argent pour remplacer des importations de pétrole par des importations de batteries⁴⁴ (ou par des importations de cellules, qui en constituent le composant essentiel, ces cellules étant ensuite assemblées pour constituer des 'packs'⁴⁵). La perspective de voir produire ces batteries en France serait plus satisfaisante.

La taille de l'investissement nécessaire pour une usine, soit 1 à 2 milliards d'euros selon les estimations (la valeur basse de la fourchette est la plus souvent citée, seul VW a jusqu'à présent mentionné la perspective d'investir 10 milliards), la perspective de devoir couvrir des pertes opérationnelles pendant les cinq premières années de fonctionnement et la nécessité de trouver des débouchés réguliers couvrant au moins 80% de la capacité d'une usine (cette capacité elle-même devant atteindre une taille suffisante pour bénéficier d'effets d'échelle et d'une courbe d'expérience rapide dans la production ...) constituent néanmoins un gué difficile à franchir. Même s'il convient de relativiser l'investissement global, qui se situerait quelque part entre le coût de construction d'un grand stade (800 M€) et celui de 250 km d'autoroute (1 250 M€).

Par ailleurs, le délai qui sépare – en particulier en France – la décision d'investir dans une usine de la réalisation de cette usine, conduit à devoir anticiper ce que sera le marché des véhicules électriques en Europe dans cinq ans : si on attend que le marché soit là avant d'investir, il est probable que des industriels dans un autre pays auront eux-mêmes réalisé l'investissement.

Pour franchir le gué, et ne pas aboutir à une usine sans débouchés, il paraît nécessaire :

- Dans un premier temps, de rassembler les principaux industriels français concernés, avec le CEA et le CNRS, pour déterminer leur volonté de réaliser une action commune et la et pour préciser les paramètres technologiques de l'investissement. Il paraît évident que le poids d'un tel investissement n'a aucun intérêt stratégique pour un constructeur généraliste, quel qu'il soit. Le volume de production nécessaire à sa rentabilisation dépasse très largement les perspectives de ventes de VE d'un seul constructeur. Par contre, un tel projet aurait du sens pour un équipementier qui fournit de nombreux constructeurs, européens ou non, tels que Valeo ou Faurecia. Il aurait encore plus de sens s'il se formait autour d'un noyau dur technologique reconnu comme l'est celui de la SAFT auquel viendrait s'agréger équipementiers et constructeurs européens, ou éventuellement dans un premier temps franco-français, dans un intérêt mutuel bien compris.
- Le groupe Bolloré, qui est le seul à produire des batteries automobiles en France aujourd'hui (sur une technologie différente du lithium-ion) et qui a investi plusieurs milliards d'euros dans ce sujet, pourrait utilement participer à ce groupe restreint de haut niveau. Si ce groupe de travail est élargi aux questions de stockage de l'énergie (qui peut constituer la « deuxième vie » des batteries automobiles, après que celles-ci aient perdu 20% de leur capacité de stockage), il pourrait, par exemple, réunir PSA, Renault, Michelin, Total-Saft, EDF, Engie, Veolia, Bolloré, sans oublier Arkema pour la partie matériaux;
- En fonction du résultat de ce groupe restreint de haut niveau, engager des échanges avec les Pouvoirs Publics allemands et/ou avec l'industrie allemande (une usine de batteries ne peut s'envisager en Europe que si elle a pour débouchés l'ensemble du marché européen).

⁴⁴ Une voiture consommant 5 litres aux 100 km et roulant 200 000 km avant d'être mise à la casse aura consommé, pendant cette période, une quantité de carburant équivalente à environ 3 000 € de pétrole au cours de juin 2016.

⁴⁵ C'est ce que fait, par exemple, l'usine allemande BMZ.

Recommandation n° 6. Favoriser la création d'un fabricant européen de batteries autour d'un noyau dur appuyé sur un spécialiste des batteries, associé aux équipementiers et constructeurs européens ; constituer dans cette optique un groupe de travail de haut niveau PSA, Renault, Michelin, Total-Saft, Bolloré, et, en fonction de l'intérêt qu'ils manifesteront, les énergéticiens EdF, Engie, Veolia, Arkema pour la partie matériaux, et de grands équipementiers ; selon les résultats de ce groupe de travail, reprendre les échanges avec les Pouvoirs Publics et/ou l'industrie allemande sur la constitution d'une usine de batteries⁴⁶.

⁴⁶ allant de la production des électrodes à l'assemblage des 'packs', en passant par la production des cellules.

7 Le soutien des Pouvoirs Publics doit être à la mesure des enjeux de R&D auxquels doit faire face le secteur

7.1 L'effort public en faveur des pôles de compétitivité a permis un effet de levier efficace en faveur de la R&D du secteur

Par leur caractère fédérateur et par le nombre de projets de R&D labellisés, les pôles de compétitivité dédiés aux véhicules automobiles ont démontré leur rôle déterminant pour favoriser des écosystèmes d'innovation et donner des perspectives aux PME du secteur. Depuis leur création, 915 projets ont été labellisés pour un investissement total estimé à plus de 3,3 Mds€. Des financements publics importants ont été mobilisés par l'intermédiaire du PIA (470M€ engagés), du FUI, de l'ANR, et des collectivités territoriales, qui ont permis un fort effet de levier.

7.2 Dans son ensemble, depuis les PMI sous-traitantes de la filière mécanique jusqu'aux constructeurs, la filière des véhicules particuliers est face à des enjeux multidimensionnels et vitaux qui nécessitent de maintenir, et si possible d'amplifier l'effort public de soutien à la R&D

Premier secteur de R&D et de dépôt de brevets en France, la filière automobile investit de l'ordre de 5 milliards d'€ de R&D chaque année pour relever le défi de la compétitivité dans une concurrence mondiale croissante et répondre aux attentes sociétales de plus en plus fortes, qu'elles soient liées à la sécurité ou à l'environnement. La mise à niveau des modèles pour les normes Euro 6 a fortement mobilisé les ressources humaines et financières des constructeurs. Les objectifs de réduction d'émissions des flottes mises sur le marché en 2020-2021 - d'autant plus ambitieux que la manière de mesurer la tenue de ces objectifs paraît susceptible d'être « durcie » au moment où s'approche l'échéance – maintiennent la pression sur ces ressources humaines et financières. Le foisonnement durable des offres techniques de motorisation (plusieurs niveaux d'hybridation, couplés à la poursuite de l'amélioration de la composante thermique de la motorisation, propulsion électrique, motorisation à gaz, pile à combustible) présente pour les équipementiers, et tout particulièrement pour ceux impliqués dans la motorisation, des opportunités et des risques constants.

Ces enjeux concernent l'ensemble des sociétés automobiles mondiales et expliquent pourquoi 5 sociétés automobiles font partie des 20 premiers budgets de R&D d'entreprise recensés par PWC dans son « 2015 Global Innovation 1000 report » :

Sociétés automobiles dans les 20 premiers budgets de R&D industriels 2015 (source : PWC)			
Rang, parmi les 20	société	Dépenses de R&D en milliards de \$, année fiscale achevée en 2015	% du CA
1	VW	15,3	5,7%
8	Toyota	9,2	3,7%
12	Daimler	7,6	4,4%
13	General Motors	7,4	4,7%
15	Ford	6,9	4,8%

Ils permettent aussi de mieux comprendre pourquoi l'industrie automobile allemande, confrontée elle aussi aux mêmes enjeux, notamment réglementaires, représente à elle seule⁴⁷, avec 34,3 milliards d'euros environ un tiers des investissements totaux de R&D du secteur automobile mondial et contribue à hauteur de 40% (soit 19,7 milliards d'euros, c'est-à-dire près de quatre fois plus en volume que la filière automobile française) au total des investissements de R&D réalisés par l'ensemble des secteurs industriels en Allemagne (où le secteur automobile a accru ses dépenses de R&D de 14% entre 2014 et 2015 et serait en train de les accroître à nouveau de 5% entre 2015 et 2016).

Pour accompagner, au niveau de ce qui est fait dans les autres pays dotés d'une industrie automobile, l'effort de R&D imposé par cette situation, il est important que les Pouvoirs Publics accordent une priorité à la filière automobile dans le soutien à la R&D, afin de conforter une filière qui, tout en n'ayant pas la taille du secteur allemand correspondant, représente près de six cent mille salariés et plus de deux millions d'emplois induits.

⁴⁷ Selon une analyse de la Commission Européenne

Recommandation n° 7. Assurer un soutien public à la R&D (pôles, NFI, actions du CGI, ...) comparable à celui dont bénéficient à l'étranger les compétiteurs de la filière française, pour accompagner l'effort massif de R&D rendu nécessaire par l'évolution du secteur.

8 Conclusion :

Au terme de ses travaux, la mission considère que les industriels français sont globalement bien positionnés pour répondre à la palette de technologies de ces nouvelles motorisations. Après Renault qui a fait très tôt un choix qui pouvait paraître audacieux, PSA élargit son offre, à l'image de tous les constructeurs mondiaux et les producteurs européens de poids lourds et de bus en France diversifient également leur offre pour répondre aux exigences des clients ou des collectivités territoriales. Sur ce dernier segment, la concurrence asiatique, essentiellement chinoise, constitue une menace sérieuse pour la production et l'emploi sur le territoire national à laquelle les autorités organisatrices de transport doivent être attentives.

Habités à coopérer sur toutes les technologies avec une diversité de constructeurs, sur des marchés mondiaux les équipementiers sont a priori moins exposés. Toutefois, si le marché se détournait massivement des motorisations thermiques, certains seraient contraints de modifier sensiblement leur offre pour répondre aux besoins des constructeurs. Mais on a vu que les évolutions vers ces nouvelles motorisations seront très progressives et que l'hybridation des moteurs thermiques devrait concerner la plus grande part des nouveaux véhicules.

Aussi, au-delà de la mise en place de réseaux d'infrastructures d'avitaillement, qui ne pose pas réellement de problème techniques insurmontables, les enjeux majeurs de ce dossier sont la poursuite du soutien à la R&D sur les batteries du futur et la pile à combustible, autour des pôles de compétitivité, et plus encore, la fabrication sur le sol européen de la nouvelle génération de batteries, qui exigerait un fort engagement politique (franco-allemand ?).

Pour accompagner cette évolution vers des véhicules à faibles émissions, le maintien d'incitations fiscales significatives, principalement le bonus à l'achat des véhicules électriques, apparaît déterminant malgré un coût non négligeable pour la collectivité. A cet égard, une révision du dispositif afin de le cibler exclusivement sur des modèles courants, correspondant de surcroît à la production locale, semblerait judicieuse.



Paris, le 30 MARS 2016

Le Ministre de l'Economie, de l'Industrie
et du Numérique

à

Monsieur le Vice-président du Conseil général de
l'Economie, de l'Industrie, de l'Energie et des
Technologies

Objet : Mission sur les avantages comparatifs des constructeurs et équipementiers automobiles en France selon les différentes filières de véhicules automobiles à faible émission.

L'effort de réduction des émissions polluantes dans les transports a conduit à la multiplication des offres technologiques et à la diversification des modèles économiques. Pour accompagner cette transformation, les pouvoirs publics nationaux et locaux ont pris de nombreuses initiatives qui contribuent à créer et consolider le marché. Il est aujourd'hui nécessaire de mieux comprendre les avantages comparatifs des constructeurs et équipementiers automobiles en France pour que cet accompagnement contribue à renforcer la compétitivité des acteurs français dans une vision de long terme en faveur de l'emploi et de notre balance commerciale.

L'offre technique actuelle de solutions de motorisations crée une diversité qui n'a plus existé, dans le domaine de l'automobile, depuis le début du XX^{ème} siècle. L'alternative entre le diesel et l'essence qui existait depuis les années 1970 est aujourd'hui largement dépassée. L'offre technique de véhicules à quatre roues s'est élargie à de nombreux types de motorisation : véhicules hybrides, électriques, propulsion utilisant l'hydrogène,... Tant les nouveaux développements technologiques sur les batteries et l'économie d'énergie que les nouveaux usages de mobilité comme le libre-service viendront enrichir davantage l'offre technique et commerciale.

Monsieur Luc ROUSSEAU
Vice-Président du Conseil général
de l'Economie, de l'Industrie,
de l'Energie et des Technologies
120 rue de Bercy
75572 Paris cedex 12



Face à ce foisonnement de l'offre, les moyens d'action de l'Etat et des collectivités territoriales ne se limitent plus uniquement à la fiscalité et au soutien à la R&D, mais comportent de nombreux autres volets techniques et réglementaires comme l'autorisation de circuler lors des pics de pollution et/ou dans des zones sauvegardées, les autorisations de stationnement, l'encadrement des marchés publics d'acquisition de véhicules, l'obligation d'interopérabilité des différentes solutions techniques...

Afin de maximiser leur efficacité, il est important que ces moyens soient mobilisés en faveur des solutions présentant à la fois le meilleur potentiel écologique et les meilleures perspectives de développement et d'emploi pour l'industrie en France.

Il est nécessaire de disposer d'un éclairage sur les avantages comparatifs des constructeurs et équipementiers automobiles significatifs ou à fort potentiel en France sur les différentes offres techniques existant ou en cours de développement.

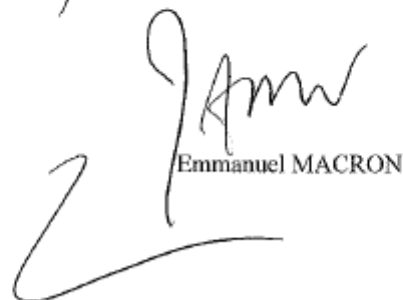
Je souhaite que votre Conseil réalise une mission pour décrire les forces de l'industrie française dans les différentes filières de véhicules et d'équipements automobiles susceptibles d'aider à réduire les émissions de gaz à effet de serre et les émissions polluantes et pour indiquer, parmi les plus écologiquement prometteuses, celles sur lesquelles l'industrie française peut le mieux se déployer, afin de guider les choix ultérieurs de l'Etat, des agences qui lui sont liées et des collectivités locales. Cette étude devra également porter sur les véhicules lourds, notamment ceux utilisés pour la « logistique du dernier km » et sur les véhicules de transport collectif urbains (bus). Vous proposerez des modalités de soutien qui vous apparaîtront les plus adaptées.

Pour réaliser cette mission, vous prendrez notamment l'attache des différentes fédérations industrielles concernées, ainsi que des responsables des principales entreprises industrielles et des centres de recherche, notamment l'IFP Énergies nouvelles.

Vous pourrez vous appuyer sur les services de la direction générale des Entreprises et de la direction générale du Trésor, et notamment de son réseau dans les principaux pays dotés d'une industrie automobile. Votre rapport nous sera remis sous 6 mois, et une note d'étape nous sera transmise d'ici 2 mois.

Je vous prie de croire, Monsieur le Vice-Président, à l'assurance de ma considération distinguée.

Bien cordialement,



Emmanuel MACRON

10 ANNEXE : liste des personnes rencontrées

Commissariat Général à l'Investissement

Jean-Luc MOULLET, directeur de programme,
Lionel JODET, directeur de programme adjoint,

Ministère des Finances et des Comptes Publics

Direction des achats de l'Etat

Hervé LE DU, directeur
Olivier VALENCHON, MIPA

UGAP

Isabelle DELERUELLE, directrice générale adjointe
Olivier MATIGOT, directeur délégué aux opérations
Jean-Marc BORNE, directeur des achats véhicules
Dominique DECHAUT, chef de département
Lorient PREVOT

Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer,

Direction Générale de l'Energie et du Climat

Pascal DUPUIS, chef du service du climat et de l'efficacité énergétique, DGEC
Cédric MESSIER, chef du bureau des voitures particulières, DGEC,
Maude PREMILLIEU, chargée de mission, DGEC
Yves LEMAIRE, chef de bureau DGEC
Mathilde TANNOUS, chargée de mission DGEC

CGEDD

Jean-Bernard ERHARDT
Philippe MALER

ADEME

Yohan RASQUIN, ADEME
Bertrand-Olivier DUCREUX, ADEME

Ministère de l'Economie, de l'Industrie et du Numérique

Francis VUIBERT, préfet, délégué ministériel au développement territorial de l'électromobilité

Direction Générale des Entreprises

Michel FERRANDERY, sous-directeur des matériels de transport, de la mécanique et de l'énergie

Centres de Recherche Publics

IFPen

Didier HOUSSIN, président

Gaëtan MONNIER, directeur

CEA Liten

Florence LAMBERT, directrice

Pierre SERRE-COMBE

Fédérations Professionnelles, Associations et Syndicats Professionnels

CCFA

Nicolas LE BIGOT directeur des affaires environnementales et techniques,

FIA

Bernard NICOT, directeur technique et stratégie

Stefano AMMIRATI, directeur des politiques publiques

PFA

Eric POYETON, Directeur général

Jean-Luc BROSSARD, directeur programme 2I/100

Jean-Luc JACQUOT, directeur compétitivité

FIEV

Jacques MAUGE, président

Stéphane LAGNEL, directeur général

AVERE France

Joseph BERETTA Président

Pôle de compétitivité LUTB

Pascal NIEF, directeur général du pôle

Pôle de compétitivité MOV'EO

Marc CHARLET, directeur général du pôle

AFHYPAC

Philippe BOUCLY, 1° vice-président, AFHYPAC

* *

Jean BRUNOL, ancien président de la Société des Ingénieurs de l'Automobile

Entreprises

PSA

Olivier BOURGES, secrétaire général

Véronique MOREL, directrice segment véhicules utilitaires et électriques

Carla GOHIN, directrice de l'innovation

Virginie de CHASSEY, directrice des affaires publiques

GROUPE RENAULT

Véronique DOSDAT, directeur des affaires publiques

Jean-Christophe BEZIAT, directeur des relations institutionnelles

Eric FEUTEUN, directeur du programme véhicules électriques et batteries

Groupe BOLLORE

Gilles ALIX, directeur général

AIR LIQUIDE

Pierre-Etienne FRANC, directeur Technologies Nouvelles

Vincent MAGES, directeur-adjoint des affaires européennes et internationales

Aliette QUINT, directrice Règlements et Affaires Publiques Internationales

TOYOTA

Stéphanie THUMERELLE, responsable communication, TOYOTA FRANCE

Sophie GLEMET, responsable des affaires publiques, TOYOTA MOTOR EUROPE

Eric MOYERE, directeur, TOYOTA MOTOR MANUFACTURING FRANCE

RATP

Marie-Claude DUPUIS, directrice, département matériel roulant et bus

Nicolas CARTIER, directeur de programme

Félix Von PECHMANN, chef de projet

Jean-Jacques MARCHAND, directeur d'unité

Renault Trucks

Marc LEJEUNE, directeur de la recherche

François SAVOYE, responsable stratégie pour les énergies alternatives

MICHELIN

Eric LE CORRE, directeur des affaires publiques Groupe

Valérie BOUILLON-DELPORTE, directeur market opportunities

Patrick OLIVA, directeur de la prospective,

SAFT

Ghislain LESCUYER, président du directoire

Franck CECCHI, directeur exécutif,

VALEO

Guillaume DEVAUCHELLE, Vice-président

FAURECIA

Christophe AUFRERE, directeur technique

La Poste

Sylvain FRESNAULT, directeur des achats

IVECO-CNHI

Philippe GRAND, directeur des relations institutionnelles

SODETREL

Juliette ANTOINE-SIMON, directeur général

CONTINENTAL

Jean-Luc MATE, directeur stratégie et développement, CONTINENTAL Ingenierie Services

Jean-Yves PAULIN, directeur activité Powertain, CONTINENTAL Automotive France

GRDF

Jérémie ALMOSNI, direction Stratégies et Territoires

EdF

Stéphane DUPRE LA TOUR, délégué Normalisation Groupe, EDF-R&D

Schneider Electric

Bernard GUILLARME, directeur des ventes véhicules électriques

ENGIE

Jean-Paul REICH, directeur scientifique

Groupe Univers VE

Denys GOUNOT, président du groupe

Symbio F Cell

Fabio FERRARI, CEO

FORSEE Power

Christophe GURTNER, CEO

CRAFT-XYT

Marc CHEVREAU, président,

Simon MENCARELLI, directeur

G2 Mobility

Martial DIAZ

PVI

Pierre MIDROUILLET, directeur général

11 ANNEXE : les véhicules au Gaz naturel en Italie



Italy keeps strong pace with growth of natural gas vehicle market

- January 23, 2015

Vehicles powered by natural gas now hold a market share of 5,3% of overall new car sales in the country, according to new data from ANFIA, the Italian automotive industry association. ANFIA remarks that Italy has the largest market in Europe for cars with an alternative source of propulsion, both in units (almost 200,000 in 2013) as well as market share (15.3%). In total, Italy counts 880,000 NGVs on its roads, or around 80% of Europe's entire car fleet running on gas, according to data from energy company ENI.

The development of the Italian gas vehicle market took off in the 1970s and 1980s with the active 'retrofitting' of cars, converting them for the use of natural gas, in combination with a relatively well-developed refueling infrastructure. An additional boost came in the 1990s, when popular small and medium-sized vehicles became available as CNG conversions.

The rapid growth of Italy's NGV fleet in the recent years has two main reasons: a reduced tax on natural gas as a fuel, and a subsidies program from the government that lasted from 2008 to 2010 and supported the conversion of existing cars as well as the purchase of new ones powered with gas from factory. As a result the number of NGVs increased by 68% since 2008, with the number of CNG stations almost doubling in the meantime.

There are now about 1,060 natural gas stations in the country, of which about 1,010 are open to the public. Italy has also three LNG import terminals, but lacks truck-loading facilities, thus the market penetration of LNG is very low. Besides, there are only eight L-CNG filling stations, which are supplied via tanker trucks with LNG from other countries, mainly Spain. The latest LNG station was opened in April 2014 as part of the European LNG Blue Corridors project, and is the first facility in Italy to service heavy-duty vehicles.

Monthly sales of natural gas as a vehicle fuel in Italy amount to 80 million Nm³, with CNG and LNG being favorably taxed compared to traditional fuels, especially gasoline, on which the tax is among the highest in the EU. Driving with CNG therefore allows for substantial cost savings in Italy: 64% compared to gasoline and 57% to diesel.

Source: NGVA Europe

12 ANNEXE : extrait (résumé) du rapport du CGEDD « coordination des actions ministérielles pour l'usage du gaz naturel liquéfié (GNL) comme carburant » (septembre 2015)

Résumé

Le gaz naturel liquéfié (GNL) est reconnu par les pouvoirs publics comme un acteur majeur de la transition énergétique du transport maritime. La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte prévoit en effet que l'État favorise, notamment en soutenant des installations pilotes, l'installation de systèmes de distribution de gaz naturel liquéfié dans les ports pour les navires.

En transport routier de marchandises, le GNL est le seul carburant actuellement utilisé de manière opérationnelle permettant des performances techniques voisines à celles du diesel pour les véhicules opérant à longue distance avec des charges utiles élevées. Les États-Unis et la Chine ont développé à large échelle son utilisation. En Europe, les Pays-Bas, l'Espagne et le Royaume-Uni comptent chacun plusieurs centaines de véhicules GNL opérationnels et une quinzaine de stations services publiques. Au 30 juin 2015, la France comptait une soixantaine de véhicules utilisant le GNL et aucune station service distribuant du GNL n'était ouverte au public.

La transition énergétique du transport routier de marchandises doit s'apprécier dans la perspective de la récente intégration des transports dans la stratégie de lutte contre le changement climatique, de la révision en cours du livre blanc sur les transports et du renforcement des politiques européennes de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Le GNL est un carburant alternatif au sens de la directive 2014/94/UE relative à la mise en place d'une infrastructure pour les carburants alternatifs. La France devra à ce titre notifier avant le 16 novembre 2016 son cadre national de déploiement des infrastructures de distribution de GNL.

Les réductions de nuisances permises par l'utilisation du GNL comme carburant routier se situent dans le domaine des émissions d'oxyde d'azote (NOx) dont les poids lourds ont été en 2011 selon l'ADEME le premier secteur émetteur en France ; le GNL permet une réduction très significative des émissions de NOx par rapport à la norme EURO VI. Il présente également l'avantage par rapport au diesel de ne quasiment pas émettre de particules et de réduire de moitié environ le niveau des émissions sonores du moteur.

S'agissant des émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation du GNL en lieu et place du diesel permet une réduction moins importante que celles de polluants atmosphériques, étant observé que cette réduction doit s'apprécier sur toute la chaîne logistique (du puits à la roue) afin de prendre en compte les fuites de méthane.

Le bio-GNL émet environ dix fois moins de gaz à effet de serre que le GNL d'origine fossile. Son utilisation permettrait ultérieurement des réductions significatives des émissions. La recherche développement en ce domaine revêt donc un caractère prioritaire.

Un travail important d'adaptation des réglementations et normes européennes applicables aux véhicules GNL et à leur avitaillement a été entrepris ; il en va de même pour l'identification des modifications réglementaires apparaissant nécessaires au niveau français. De la même manière, le besoin de règles communes au niveau européen a été reconnu et l'identification des prescriptions à modifier a été engagée. Parallèlement, au plan national des formations de chauffeurs livreurs des camions transportant du GNL sont désormais opérationnelles.

Le marché du GNL carburant est aujourd'hui un marché de « niche » essentiellement lié à des relations contractuelles entre des entreprises de la grande distribution et des transporteurs routiers. C'est lorsque la décision de substituer le GNL au diesel résultera d'un choix économique des transporteurs, et non d'une exigence des donneurs d'ordres, que la transition énergétique du transport routier de marchandises pourra réellement prendre son essor.

Le faible niveau de la fiscalité actuellement applicable au GNL le rend particulièrement attractif au plan économique. Cependant, l'absence de perspectives à moyen terme sur le niveau de la fiscalité et sur le niveau de son différentiel par rapport à celle du diesel constitue un frein à l'investissement des transporteurs dans des véhicules dont le prix d'achat est supérieur à celui des véhicules diesel. L'absence d'une offre commerciale de stations services publiques en France constitue le second facteur limitant de l'investissement des transporteurs. L'ampleur et la diversité de cette offre commerciale de GNL sont, elles aussi, directement liées aux perspectives de la fiscalité du GNL carburant.

Enfin, sur de courtes et moyennes distances et avec des véhicules porteurs qui ne nécessitent pas les puissances moteur des maxi-codes, le gaz naturel comprimé (GNC) qui présente les mêmes avantages écologiques que le GNL est techniquement pertinent pour se substituer au diesel ; la transition énergétique du transport routier passe également par le développement de l'emploi du GNC.

13 ANNEXE : le projet EQUILIBRE (extrait du site <http://www.projetequilibre.fr/>)



Six transporteurs différents, une vision commune

Nous sommes six transporteurs routiers de marchandises de taille différentes, mais unis par un même objectif : persévérer dans notre activité, en retrouvant compétitivité et rentabilité.

La genèse du projet émane de 4 PME (MAGNIN, MEGEVAND, PRABEL et SOTRADEL) rejointes par deux grands groupes (Jacky PERRENOT et TRANSALLIANCE).



Notre démarche débutée en 2011, s'appuie sur :

- > les principes du développement durable : piliers économique, social et environnemental
- > une approche collaborative et transversale
- > le soutien des services de l'Etat

Un projet d'avenir dans un contexte de plus en plus dégradé

Nous constatons quotidiennement un contexte économique et réglementaire très contraint :

- hausse continue et sans visibilité du prix du gazole (sur le long terme du fait de la raréfaction des ressources et l'augmentation de la demande mondiale)
- mise en place de nouvelles taxes et restrictions de circulation (pollution)
- pression sur les prix de vente des prestations et concurrence exacerbée
- hausse continue des coûts de transport pour les chargeurs (donneurs d'ordre)
- hausse continue du coût de détention des matériels, sans gains probants au niveau du coût d'usage

Pour conserver leur marge, et agir sur leur structure de coût, les transporteurs ont deux solutions : réduire leur masse salariale (de 27 à 40% du coût total d'exploitation) ou réduire leur dépense énergétique (de 18 à 30% du coût total d'exploitation).

La piste suivie par le projet Equilibre est le changement de l'énergie utilisée, à savoir la transition du gazole vers le Gaz Naturel Véhicule (GNV).

Cependant, plusieurs facteurs empêchent cette évolution :

- méconnaissance de cette énergie, et craintes sécuritaires
- absence de réseau de distribution de GNV développé et de matériel routier performant
- peur du changement, absence de maîtrise des nouvelles conditions d'exploitation
- incertitude sur la fiscalité

Tout en étant volontaires, les transporteurs veulent toutefois s'assurer de prendre les bonnes décisions, dans des conditions économiques relativement mises sous contrôle, avec l'appui d'organismes scientifiques et les services de l'Etat.

la transition énergétique du transport routier vers le gaz naturel véhicule (gnv)

Le Projet Equilibre est une démarche collaborative et transversale, autour du Transport Routier de Marchandises français, pour permettre à ce dernier de retrouver compétitivité et rentabilité, en respectant les préceptes du Développement Durable.

Les transporteurs routiers à l'origine du projet, souhaitent pérenniser leurs entreprises, conserver leurs personnels nationaux et réduire leur empreinte écologique.

La définition d'un nouveau modèle économique basé sur un partenariat gagnant-gagnant (entre donneurs d'ordre et prestataires de transport), la prise en compte des conditions environnementales (au sens large) et l'acceptation par les entreprises de TRM ainsi que la Collectivité, d'entrer dans un processus «investissement-évolution» en retour de «compensation», est l'objectif principal du projet.

Le vecteur principal de ce changement est le choix d'une autre énergie, en capacité de répondre à nos nouvelles exigences.

L'énergie identifiée est le Gaz Naturel Véhicule, de par sa pluralité d'approvisionnement (fossile, méthanisation et méthanation), son plus faible impact écologique, son relatif attrait en termes de coût d'achat et sa perspective d'évolution plus intéressante que l'énergie actuelle.

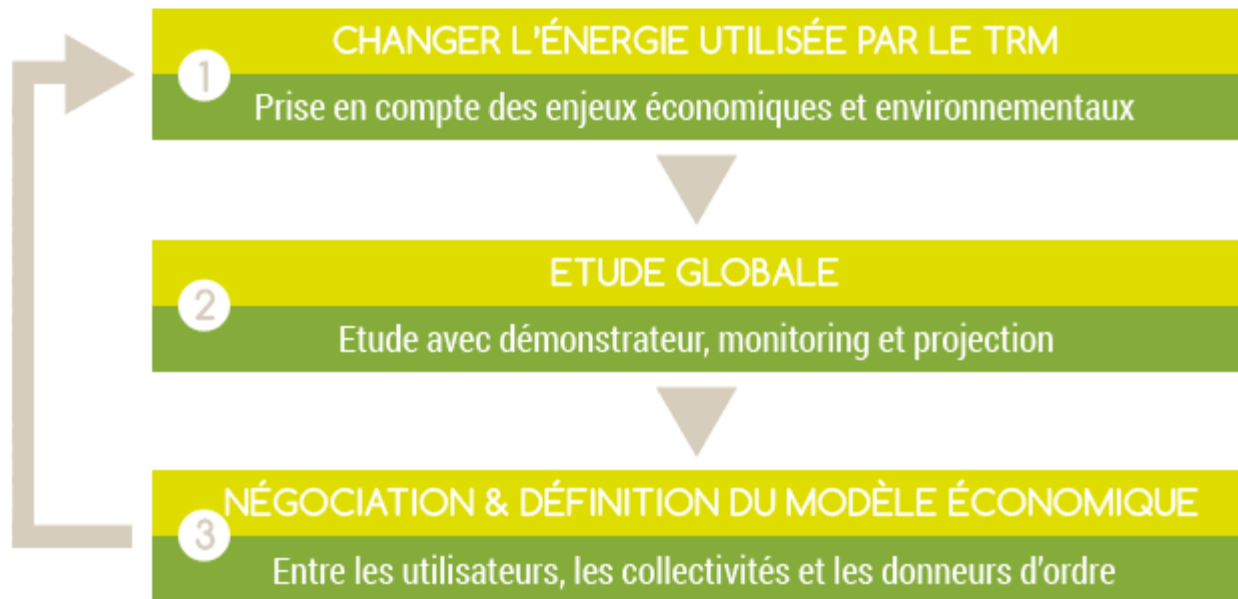
La vocation du projet Equilibre est de valider cette option, en obtenant des réponses incontestables, par la mise en place d'une méthode scientifique, validée par le pôle de compétitivité LUTB Transport & Mobility Systems.



Une approche collaborative et scientifique

Le projet se propose d'agir pour voir l'émergence de cette nouvelle filière (le GNV dans le TRM) possible, dans des conditions suffisamment fiables pour en assurer une bonne duplication.

Les transporteurs routiers de marchandises, à l'origine du projet, ont choisi la méthode suivante :



Trois étapes importantes constituent le projet :

1. **validation de l'option** : l'identification des enjeux économiques et environnementaux par l'ensemble des parties prenantes (transporteurs, chargeurs, fournisseurs d'énergie, et les services de l'Etat), a confirmé l'intérêt du changement d'énergie.
2. **réalisation d'une étude précise autour des cas d'usage par une [expérimentation](#)** : monitoring des véhicules en conditions réelles d'exploitation, modélisation par famille de flux, et projection sur le TRM français. A cela s'ajoute l'identification pour les transporteurs des facteurs de risque ou les bénéfices, en rapport du changement d'énergie envisagé.
3. **mise en place du nouveau modèle économique** : engagement d'une négociation tripartite entre les prestataires de transport, la collectivité et les donneurs d'ordre dans une démarche gagnant-gagnant, en tenant compte au maximum des contraintes et attendus de chaque partie.

La démarche doit répondre aux questions suivantes :

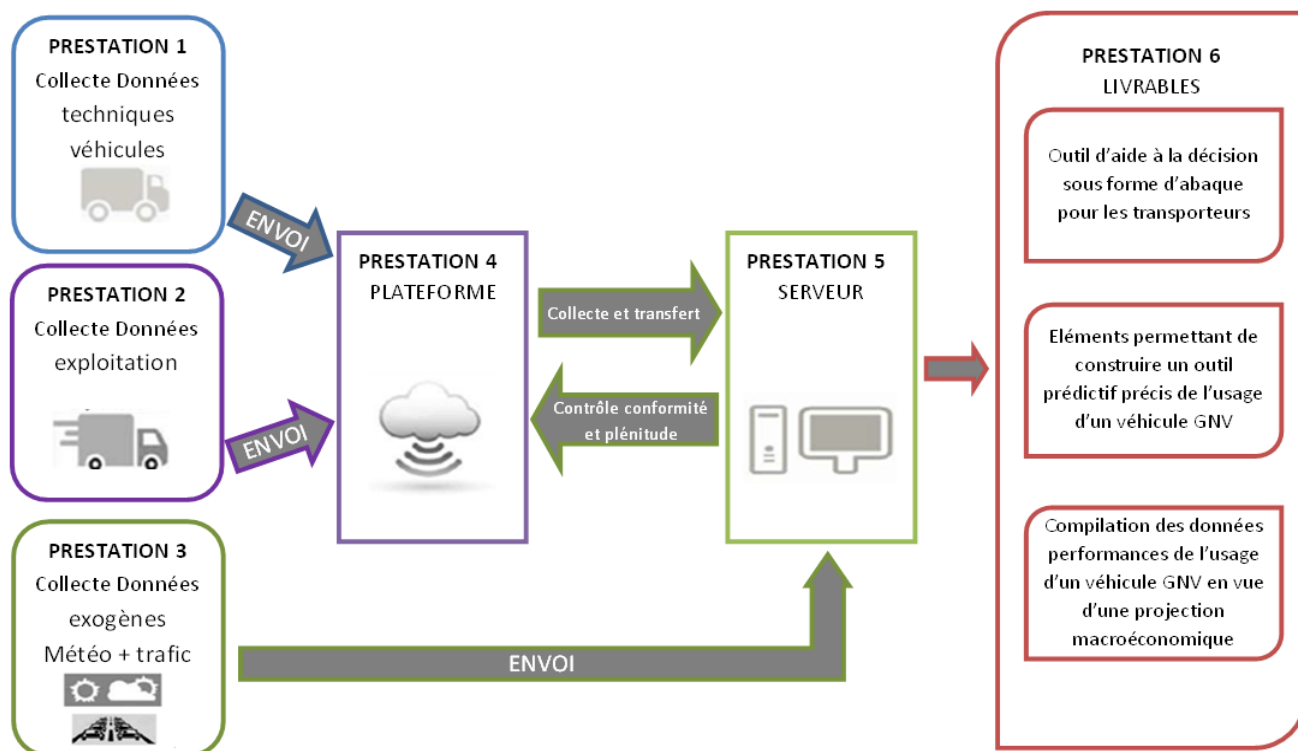
- **Le GNV est-il compatible avec une exploitation efficiente de TRM ?**
Et dans quelles conditions ?
- **Quel serait l'impact dans le cas d'une duplication à grande échelle ?**
Pour la collectivité : développement d'autres secteurs (méthanisation), indépendance énergétique, réduction des Gaz à Effet de Serre & de la pollution.
- **Quel doit être le « type » de modèle économique ?**
Identification des mécanismes à mettre en place, pour permettre le changement de paradigme, et promotion de la meilleure méthode.

Expérimenter pour confirmer l'intérêt du gnv

La démarche du Projet Equilibre n'est pas de mettre des camions sur la route, mais de comprendre les conséquences de l'utilisation du GNV dans un usage quotidien. Pour ce faire, nous avons opté pour la mise en place d'une expérimentation qui s'appuie sur 3 piliers :

1. La participation de démonstrateurs, qui nécessite l'obtention de camions GNV et la mise en place de stations de ravitaillement
2. L'étude et le monitoring des camions
3. La projection des résultats obtenus pour une modélisation à grande échelle

Schéma de l'expérimentation



L'expérimentation débute au tout début du mois d'octobre 2015, par l'équipement des premiers véhicules en capteurs, essai des premières transmissions de données. L'ensemble des 16 véhicules audités sera totalement prêt au 28 février 2016, pour le début de la collecte et traitement des données.

Comité de suivi

Le COTECH-Equilibre s'est réuni pour la dernière fois le 14 septembre dernier, à l'IFSTTAR à Bron, sous l'égide du pôle de Compétitivité LUTB, afin de définir le rôle du Comité de Suivi et nommer ses membres.

L'objectif de cette nouvelle structure étant de :

- contrôler le bon déroulement de l'expérimentation conformément au cahier des charges validé le 24 juillet 2015
- apporter son expertise sur la communication globale autour de l'expérimentation
- valider les résultats

Une part importante de sa responsabilité sera de veiller à la diffusion d'informations qualifiées, et cohérentes, au regard des résultats avérées de l'expérimentation.

Historique de l'expérimentation

Pour rappel, l'expérimentation lancée fait suite aux différentes actions menées au cours des derniers mois. Il a fallu :

- Construire un premier réseau d'approvisionnement en GNV (GNC & GNL) : 3 stations minimum aux pourtours des flux des entreprises volontaires.
- Investir dans des matériels GNV : au minimum 10 PL (+ de 19 T) affectés à des conditions d'usage différentes.
- Réaliser des mesures précises de consommation et rejets (particules, NOx et CO₂) en rapport des conditions d'exploitation, et de ce fait, équiper les camions de matériel de mesure embarqué.

- Sélectionner un premier laboratoire en charge :
 - de la collecte des données véhicules (cf. point ci-dessus), des conditions d'exploitation (lieu chargement, déchargement et tonnage transporté), ainsi que les conditions externes (circulation, topographie, et conditions météorologiques).
 - de la modélisation de ses données.
- Sélectionner un laboratoire en capacité d'établir une projection à partir des résultats de l'expérimentation, sur l'ensemble des flux français, afin de connaître l'impact du changement de paradigme, d'un point de vue macro-économique.
- Demander aux chargeurs partenaires, d'affecter en priorité les matériels de l'expérimentation à des cas d'usage à priori favorables, prendre une part de risque avec les transporteurs vis-à-vis de ces nouvelles technologies en acceptant une légère et temporaire altération du service.
- Et former l'ensemble du personnel directement concerné par cette évolution, pour obtenir une totale adhésion à la démarche.

L'association Equilibre

Le projet Equilibre est aujourd'hui reconnu pour sa qualité et l'apport de ses travaux :

- pour la profession (le TRM) pour appréhender rapidement les véritables coûts, contraintes d'exploitations, avantages de la motorisation GNV, et les meilleurs usages à réserver à cette nouvelle technologie. La problématique d'adapter l'énergie utilisée aux flux à prendre en charge, et donc d'en avoir la maîtrise, est un enjeu stratégique pour le secteur (transport pour compte d'autrui et pour compte propre)
- pour les collectivités auxquelles le projet apporte une meilleure connaissance des avantages du GNV sur le front de la pollution et la réduction des gaz à effet de serre et d'évaluer un potentiel de développement de production d'énergie locale sur leur territoire, avec le biométhane-carburant.
- pour les services de l'Etat (Ministères, agences environnementales), pour favoriser l'activation des dispositifs efficaces comme les Fonds de Soutien GNV (le premier en Vallée de l'Arve), sur la base de données fiables et scientifiques.

L'actualité récente autour des rejets réels du diesel renforce complètement le choix, dès l'origine du projet, d'effectuer l'expérimentation avec des mesures embarquées en exploitation réelle. Le projet Equilibre se fait l'instrument de la profession pour bâtir un cadre favorable au TRM pour l'utilisation du GNV, et ne pas voir cet avantage lui échapper.

Le projet Equilibre s'inscrit dans le dispositif imaginé par l'ADEME Rhône Alpes à savoir :

- une expérimentation pour obtenir un état des lieux clair et factuel des avantages & inconvénients du GNV suivant l'usage : c'est le projet Equilibre
- un dispositif d'amorçage d'une nouvelle filière : [les Fonds de Soutien GNV au modèle du premier en Vallée de l'Arve](#) et appelé à être reproduit sur au moins 5 autres métropoles en Rhône Alpes. Ce dispositif est très efficace, puisqu'il permet de sortir de l'impasse « pas de station, pas de camion » et de favoriser l'émergence de la filière. L'usage de l'argent public y est très « productif », puisque pour 1€ d'accompagnement à l'investissement des utilisateurs, 9€ sont investis par les entreprises privées. L'ensemble des dispositifs de la région sont réunis sous la bannière GNVolontaire Rhône-Alpes.

Objet de l'association

L'association a pour objet de permettre à ses membres, qui exercent une activité dans le domaine du transport routier de marchandises, qui utilisent le mode routier, ou qui ont à en connaître dans le cadre de leurs activités, leurs recherches ou tout autre intérêt qu'ils lui portent directement ou indirectement, de mettre en œuvre tous les moyens et ressources nécessaires à la réalisation de

l'accord de consortium passé entre eux le 10 décembre 2014, en mutualisant leurs moyens en vue de supporter les coûts et surcoûts engendrés par la démarche « Projet EQUILIBRE ».

A cet effet, l'association assure la gestion des ressources et définit les voies et moyens nécessaires au Projet Equilibre. Elle assure la diffusion des connaissances acquises et la protection notamment juridique et intellectuelle du concept et de toute labellisation qui en découlera conformément à l'accord de consortium signé le 10 décembre 2014.

Définition des différents collèges

L'association se compose de QUATRE collèges :

MEMBRES FONDATEURS

Ce sont les signataires de l'accord de consortium signé le 10 décembre 2014. Ils versent une cotisation. Ils disposent chacun de 10 voix délibératives.

MEMBRES ASSOCIES

Ce sont les contributeurs financiers au projet, qui ont la possibilité de mettre en œuvre directement ou indirectement des véhicules à des fins d'expérimentation en se soumettant aux conditions d'exploitation du processus et de partage de l'information technique, et/ou qui souhaitent voir leur identité associée au projet à des fins de communication.

Ils versent une cotisation. Ils disposent chacun d'une voix délibérative.

MEMBRES PARTENAIRES

Ce sont les entreprises, notamment transporteurs, industriels, distributeurs, et leurs clients ou fournisseurs qui ont ou auront un intérêt économique direct ou indirect dans le secteur du transport routier de marchandises, intéressés par le Projet Equilibre.

Ils versent une cotisation. Ils ont une voix consultative.

MEMBRES INSTITUTIONNELS

Ce sont les structures publiques, les structures en charge de la gestion d'un service public, et les organisations professionnelles, qui exercent leurs compétences dans les domaines ou sur les territoires correspondant à l'objet de l'association, notamment l'Etat représenté par la DREAL, l'ADEME, les collectivités locales et territoriales, et décident d'apporter leur soutien au Projet Equilibre.

Ils ne versent pas de cotisation. Ils ont une voix consultative.

Fonds de soutien à l'acquisition de poids lourds GNC** circulant en vallée de l'Arve, dans le cadre du projet EQUILIBRE et du Plan de Protection de l'Atmosphère

GRDF et l'ADEME mettent en place un fonds de soutien à l'acquisition de véhicules fonctionnant au Gaz Naturel Comprimé (dit GNC) circulant en vallée de l'Arve. Les véhicules éligibles sont ceux ayant un PTAC supérieur ou égale à 19 tonnes et appartenant à l'une des catégories suivantes : porteur, tracteur, car, bus ou benne à ordures ménagères. Ce fonds est accessible sous certaines conditions. L'objectif est de lutter contre la pollution de l'air tout en répondant aux impératifs économiques d'une activité de transport routier. Le présent document détaille les contextes environnemental et économique de cette initiative et décrit les conditions d'éligibilité à ce fonds.

La motorisation au Gaz Naturel Véhicule, dit GNV, permet une réduction très importante des émissions de polluants par rapport au diesel, en particulier pour les NOx (oxydes d'azote) et des particules. Le GNV* appliqué au transport routier est donc une solution très pertinente pour lutter contre la dégradation accélérée de la qualité de l'air, problèmes sanitaire et écologique majeurs. Même avec les nouveaux seuils d'émissions de polluants de la norme euro 6, beaucoup plus contraignants, la quantité des rejets liés au transport restera élevée. Toute technologie allant au-delà de ces normes est donc à promouvoir, au premier chef le GNV, technologie déjà connue et éprouvée sur de nombreuses « niches » : bus, bennes à ordures, etc. Mais le GNV a encore besoin de l'appui de la puissance publique pour compenser le manque de stations publiques et des surcoûts liés à l'absence de marché de masse.

C'est la raison pour laquelle un groupement, composé à ce jour de l'Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) et de GrDF, a décidé de constituer un fonds de soutien à l'acquisition de poids lourds fonctionnant au Gaz Naturel Comprimé. Ce fonds de soutien est destiné à réunir une quinzaine de véhicules s'avitillant en GNC sur une station qui serait située dans la vallée de l'Arve. Cette aide s'inscrit dans l'accompagnement du projet EQUILIBRE et le Plan de Protection de l'Air de la vallée de l'Arve. Le projet Equilibre a pour objectif d'étudier, en conditions réelles d'exploitation, l'utilisation du GNV pour le transport routier. Il est porté notamment par des transporteurs routiers de Haute-Savoie (dont MEGEVAND FRERES, PRABEL et MAGNIN). Les retours d'expérience technico-économiques collectés par les transporteurs partenaires permettront de conforter cette énergie en tant que carburant. Ce fonds de soutien offrira aussi à la vallée de l'Arve une opportunité technologique à l'amélioration de la qualité de l'air en créant les conditions nécessaires à la construction d'une station de ravitaillement GNC pour les poids lourds.

Ce fonds propose à tout acquéreur de poids lourds GNC de PTAC supérieur ou égal à 19T (notamment porteurs, tracteurs, cars, bus, bennes à ordures ménagères) une subvention pouvant aller de 30 à 50% du surcoût d'acquisition par rapport à un poids lourd diesel euro 6. Chaque candidature à ce fonds fera l'objet d'une sélection et d'une convention liant l'acquéreur aux financeurs, l'engageant à respecter certaines règles, notamment l'approvisionnement à la station de recharge susmentionnée. La période de candidature à ce fonds sera limitée dans le temps et à 5 véhicules par acquéreur.

Cette aide de l'ADEME et de GrDF, à caractère exceptionnel, a pour vocation de supporter la filière GNV en Rhône-Alpes, en prenant en compte les besoins de tous les acteurs concernés : industriels, transporteurs routiers, énergéticiens, collectivités. Elle offrira une réponse technologique et organisationnelle aux problèmes de qualité de l'air mais également une alternative économique pour les transporteurs routiers, dans un contexte concurrentiel extrêmement sévère. De plus, avec l'émergence de la filière de méthanisation, les gains en émissions de CO₂ pourraient baisser d'un pourcentage de l'ordre de 95% avec l'utilisation du Bio-GNV^{***}, ce qui présente une solution incomparable à la problématique des réductions des gaz à effet de serre.

* GNV : Gaz Naturel Véhicule ** GNC : Gaz Naturel Comprimé *** Bio-GNV : Gaz Naturel Véhicule issu de la méthanisation de biomasse ou de déchets organiques

14 ANNEXE : position technique de la PFA (plate-forme automobile) sur l'hybridation



PERSPECTIVES DES CHÂÎNES DE TRACTION HYBRIDES

1. Position du problème

L'industrie automobile mondiale s'engage clairement dans la technologie des chaînes de traction hybrides, technologie clé pour diminuer les émissions de CO₂. L'opinion publique perçoit l'hybridation comme une des principales solutions pour réduire les émissions liées à l'automobile.

Les constructeurs français ont déjà pris des initiatives dans le domaine de l'électrification (véhicules purement électriques (Z.E.) pour Renault.

Si les approches des constructeurs sont différentes, il est apparu utile de préciser sur quels points elles se rejoignent et autour de quelles technologies transversales la filière automobile française pourrait se structurer.

Un document consacré à l'électrification a déjà été rédigé par le CTA. Celui-ci traitera plus particulièrement des technologies d'hybridation.

2. Contexte

2.1. Le contexte environnemental

Le contexte réglementaire conduit à une convergence globale à moyen/long terme vers des niveaux d'émission de CO₂ similaires entre les différentes régions de monde.



Une convergence mondiale des objectifs

Les moteurs thermiques ont beaucoup progressé par le passé et il est difficile d'envisager une poursuite de la réduction des émissions de CO₂ sans l'intégration aux GMP¹ de dispositifs de récupération d'énergie et d'utilisation d'énergie décarbonée.

Par ailleurs, pour traiter les problèmes de pollution locale, des solutions de mobilité à zéro émission polluante en milieu urbain devront être mise en œuvre.

¹ GMP : groupe motopropulseur

29/10/2014	PTF_29_01	1 / 10
------------	-----------	--------

Les technologies d'hybridation sont incontournables pour tenir les objectifs environnementaux notamment en Europe à condition d'être diffusées à grande échelle.

2.2. Les technologies hybrides

On distingue deux grandes familles d'hybrides selon que le véhicule bénéficie ou non d'un apport d'électricité extérieur. Même si elles sont proches du point de vue des technologies mises en œuvre, leurs problématiques sont assez différentes.

Les hybrides « conventionnels » :

- Ils mettent en jeu une motorisation thermique associée à une motorisation généralement électrique, sans apport d'énergie autre que le carburant classique. L'énergie secondaire est produite à bord du véhicule par récupération de l'énergie cinétique du véhicule au freinage ou par conversion de l'énergie primaire.
- La majorité des véhicules hybrides actuellement sur le marché sont de type « full hybrid ». Ils sont capables de rouler moteur arrêté sur de courtes distances (roulage ZEV²).
- L'électricité est l'énergie secondaire des hybrides en production mais d'autres principes de stockage sont à l'étude (gaz comprimé, volant d'inertie, ...)
- La machine électrique principale est associée une transmission de type automatique ou directement reliée aux roues via un réducteur.
- La valeur pour le client provient essentiellement de l'économie de carburant réalisée mais cette disposition permet de valoriser des prestations additionnelles comme l'apport de puissance électrique à l'accélération, l'agrément de conduite à basse vitesse moteur thermique arrêté ou la traction à quatre roues motrices.
- Les « mild hybrid » se caractérisent par une motorisation électrique de moindre puissance associée directement au moteur thermique. Ils sont facilement adaptables aux motorisations existantes y compris à boîte manuelle lorsque la machine électrique est implantée sur le moteur côté façade de distribution.
- Ils sont moins coûteux que les « full hybrid », mais leurs possibilités de valorisation (tant du point de vue de l'économie de carburant que de l'« expérience » de conduite) sont réduites.
- Des dispositifs auxiliaires peuvent être intégrés au système hybride soit pour récupérer d'autres pertes énergétiques soit comme consommateurs bénéficiant de l'énergie ainsi recyclée.

Les hybrides « rechargeables » (ou PHE V³) :

- Basés sur les mêmes principes technologiques que le « full hybrid », ils intègrent une batterie de plus forte capacité et, en plus, une fonction de recharge à partir du réseau électrique domestique.
- Les hybrides « rechargeables » peuvent donc évoluer en pur mode électrique sur des distances moyennes, ce qui leur permet, selon la capacité énergétique de la batterie :
 - d'atteindre des niveaux d'émission de CO₂ faibles voire très faibles
 - d'offrir une vraie prestation de roulage ZEV pour le PHEV à haute énergie

² ZEV : Zero Emission Vehicle. Roulage sans émission de polluant et de CO₂.

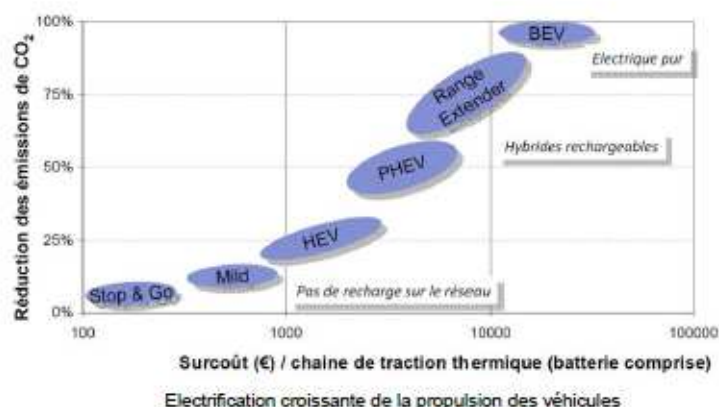
³ PHEV : Plug-in Hybrid Electric Vehicle

29/10/2014	PTF_29_01	2 / 10
------------	-----------	--------

VALEURS TYPQUES	Puissance élec.	Energie élec.	CO ₂ ⁴	Roulage ZEV	Autonomie
Mild Hybrid	10 – 20kW	0,5 – 1kWh	-10 – 20%	0 – 0,5km	500 – 1 000 km
Full Hybrid	15 – 50kW	1 – 2kWh	-20 – 30%	1 – 3km ⁵	500 – 1 000 km
Plug-in Hybrid	40 – 110kW	5 – 15kWh	-40 – 60%	20 – 60km	500 – 1 000 km
VE range extender	> 50kW	8 – 25kWh	-60 – 80%	50 – 150km	300 – 500 km
Véhicule électrique	> 50kW	15 – 50kWh	-100%	100 – 300km	100 – 300 km

Le prolongateur d'autonomie (range extender) est un moteur thermique additionnel entraînant une génératrice pour recharger occasionnellement la batterie. Les véhicules électriques qui en sont dotés restent à dominante électrique et les technologies en jeu ne leur sont pas spécifiques.

Dans un plan coût vs. CO₂, les « hybrides rechargeables » se distinguent franchement des motorisations conventionnelles et se placent dans le champ du véhicule électrique par leur capacité de roulage ZEV. Pour un surcoût modéré, les « mild hybrid » apportent un bénéfice en CO₂ non négligeable.



Deux types d'hybrides complémentaires répondent aux enjeux environnementaux :

- Les technologies « mild et full hybrid » qui s'inscrivent dans la logique de progrès des GMP thermiques.
- Les hybrides rechargeables qui, comme les véhicules électriques, offrent une prestation de roulage « zéro émissions » en milieu urbain.

⁴ Sur cycle NEDC

⁵ Mode électrique non autonome

2.3. Les marchés

Le marché mondial des véhicules hybrides est déjà significativement développé notamment aux Etats-Unis et au Japon et devrait continuer à croître sous l'effet de facteurs tels que :

- l'élargissement de l'offre de véhicules hybrides rechargeables
- le marché chinois
- la quasi absence sur ces marchés de solutions alternatives à bas CO2 telles que le Diesel.

A l'horizon 2020 et pour les marchés principaux (USA, Japon, Europe, Chine), les études de marché prévoient des parts de l'ordre de :

- 5 à 25% pour les hybrides
- 5 à 10% pour les hybrides rechargeables.

Mais en Europe, certaines études prévoient des pénétrations limitées à quelques pourcents. Les technologies « full hybrid » sont en effet très proches des motorisations Diesel du point de vue de la valeur et du coût. Leur déploiement dépendra largement de l'évolution de leur compétitivité.

Il n'y a pas non plus consensus sur le partage du marché entre « mild » et « full hybrid ».

Dans ce contexte incertain, la technologie 48 Volt offre l'avantage d'être adaptable à la plupart des GMP conventionnels (Diesel ou essence, boîte manuelle ou automatique) et à moindre coût.

La filière française estime que la technologie 48 Volt est appelée à devenir « mainstream » et visent à se positionner dans la fourchette haute des prévisions du marché.

Les hybrides rechargeables et l'hybridation des véhicules les plus lourds pourront néanmoins en œuvre des niveaux de tension supérieurs. Le « plug-in hybrid » de par son faible coût d'usage et sa capacité à évoluer sans émissions polluantes devrait trouver sa place en complément du véhicule purement électrique.

Les « plug-in hybrid » commencent à se déployer par le haut de gamme par la conjonction d'une nécessité de réduction des émissions de CO2 et d'un coût marginal proportionnellement moins important.

Mais l'émergence de zones de restriction de circulation nécessitera le développement d'une offre « plug-in hybrid » abordable dans le milieu de gamme et les véhicules utilitaires.

3. Conditions de développement du marché

3.1. Réglementation

D'ici 2020, de nouvelles procédures d'homologation (WLTP) entreront en vigueur avec pour objectif d'améliorer la représentativité des usages réels des véhicules. Le CSTA est impliqué dans l'élaboration de ces règles. L'enjeu sera de traduire l'utilisation réelle des hybrides dont le niveau d'émissions dépend grandement du type de trajet.

Pour ce qui concerne les hybrides rechargeables, le calcul des émissions de CO2 doit prendre en compte une part de roulage en mode électrique (« utility factor ») qui devra représenter au mieux le profil d'utilisation des clients réels.

Les technologies « mild hybrid » s'inscrivent dans la continuité du « stop&start » par leur capacité à réduire les émissions de CO2 en conditions urbaines. Mais du fait de sa grande

29/10/2014	PTF_29_01	4 / 10
------------	-----------	--------

dynamique, le nouveau cycle WLTC ne permet pas de traduire l'apport important des hybrides de faible puissance en conditions de roulage urbaines.

3.2. Incitation

Le déploiement des restrictions d'accès en ville (VU et/ou VP) favorables aux véhicules à faibles émissions sera une incitation au développement des « plug-in hybrid » en complément de leur avantage en coût d'usage. Le projet réglementation WLTP intègre d'ores et déjà la procédure de mesure de l'autonomie ZEV en conditions urbaines (AER city) qui conduit à un dimensionnement « raisonnable » de l'électrotechnique et qui pourrait servir de base à un système incitatif.

Toutefois, le surcoût des technologies hybrides sera important et elles devront être aidées à leur lancement afin d'atteindre des volumes leur permettant de bénéficier d'économies d'échelle.

3.3. Standardisation

La standardisation est un enjeu économique essentiel pour les technologies hybrides car, en transversalisant les composants entre les constructeurs, elle permettra aux fournisseurs de proposer des solutions mutualisées et de faire ainsi bénéficier la filière des effets volume.

Le VDA a élaboré un standard 48V (LV148). Il convient de veiller à ce qu'il n'entraîne pas de restrictions techniques ou de surcoûts aux solutions que les constructeurs français développent dans un optique de déploiement à fort volumes. La PFA par le biais du CSTA a d'ores et déjà pris en charge cette question.

Le domaine des hautes tensions est également en discussion au CSTA avec, en premier lieu, la standardisation des gammes de tensions qui permettra d'établir des ponts technologiques entre hybrides rechargeables, « full hybrid » et véhicules électriques.

3.4. Infrastructure

Les hybrides rechargeables bénéficieront de l'infrastructure de recharge mise en place pour le véhicule électrique qui également une condition nécessaire pour leur efficacité réelle et donc pour leur déploiement.

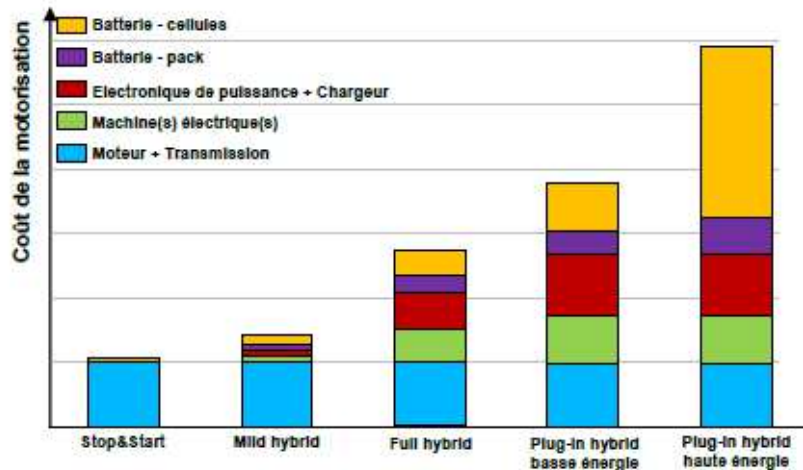
4. Enjeux technologiques et industriels

Les hybrides se développeront en synergie avec le véhicule électrique au sein de la filière automobile par le partage de technologies maîtrisées ou en développement. Un certain nombre de différences méritent néanmoins d'être soulignées car elles constituent des enjeux technologiques spécifiques.

Enjeux économiques

Le marché de l'hybridation est actuellement porté par les prestations et l'image technologique. L'enjeu pour les constructeurs est désormais d'en faire une technologie de masse en la rendant abordable au plus grand nombre.

29/10/2014	PTF_29_01	5 / 10
------------	-----------	--------



Répartition des coûts des différentes technologies hybrides

Ce schéma présente une projection de la répartition des coûts à l'horizon 2020. Au vu de la part croissante de technologies nouvelles pour l'automobile, les travaux R&D pour la réduction des coûts sont critiques pour la compétitivité des motorisations hybrides.

L'écart entre les PHEV haute et basse énergie illustre le potentiel de réduction de coût lié aux performances et au dimensionnement.

Les hybrides « full » et « plug-in » sont fonctionnellement proches. Pour bénéficier des synergies de développement à attendre du partage des composants principaux du GMP, standardisation et « scalabilité » sont incontournables.

4.1. Machines électriques

Les machines électriques destinées aux hybrides suivent la même feuille de route technologique que les machines de véhicules électrique : augmentation des régimes de rotation, limitation de l'usage de terres rares coûteuses, intégration de l'électronique.

En ce qui concerne les « plug-in hybrid », entre autres, les contraintes d'architecture du véhicule ainsi que le principe d'intégration mécanique de la machine dans le GMP peuvent nécessiter des machines dédiées et de puissance spécifique élevée. Leur fabrication dans des conditions économiques favorables reposera sur la modularité de la conception, sur la flexibilité des moyens de production et sur l'organisation d'une filière intégrant les étapes intermédiaires de fabrication (élaboration et découpage des tôles, fils, bobinage, vernis, ...).

L'emploi de machines électriques dérivées d'alternateurs est une spécificité de la technologie 48V. L'enjeu est ici d'améliorer les performances des machines tout en préservant le savoir-faire et les actifs industriels existants.

Avec leur couple spécifique élevé et leur bon rendement, les moteurs hydrauliques réversibles pourraient constituer une alternative aux solutions électriques pour la réalisation de GMP « full hybrid » compacts et de faible coût. Une filière industrielle pourrait se constituer autour de ces composants qui sont déjà en production hors du domaine automobile.

29/10/2014	PTF_29_01	6 / 10
------------	-----------	--------

Les hybrides sont une opportunité pour renforcer la filière machine électrique en visant une mutualisation des moyens aussi bien par la standardisation (48V) que par la modularité.

Une modularité de la conception des hybridations sera nécessaire pour maîtriser les coûts et simplifier les filières industrielles.

4.2. Electronique de puissance

Aussi bien en 48V qu'en plus haute tension, l'électronique de puissance représente une part importante du coût des technologies hybrides. Elle est également un enjeu important en termes de rendement énergétique et de fiabilité. Son intégration à la machine électrique est recherchée afin de raccourcir les câblages et de mieux maîtriser la compatibilité électromagnétique.

Il est par conséquent stratégique pour la filière de développer les compétences de conception nécessaires à l'intégration des composants (comme par exemple le système de refroidissement ou la conception de cartes électroniques) dans les conditions spécifiques à l'automobile alliant tout à la fois grande série, coûts réduits, fiabilité, compacité dans environnement thermique et vibratoire sévère.

Des projets de recherche sont en cours pour de nouveaux composants de puissance (GaN par exemple) supportant des courants importants. Une filière devra d'organiser pour en tirer le parti industriellement.

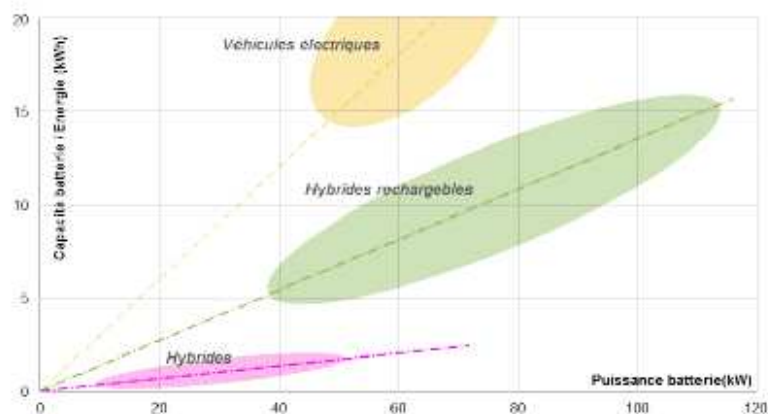
L'électronique de puissance est un composant stratégique aussi bien pour les hybrides que pour les véhicules électriques.

La filière doit se renforcer dans le domaine de la conception et de la fabrication des organes électroniques pour l'automobile (onduleur, convertisseur DC/DC, chargeur, ...).

L'apparition de nouvelles technologies pourraient être une opportunité pour le développement d'une filière industrielle de composants.

4.3. Stockage de l'énergie

La filière des composants de stockage se développe actuellement autour du véhicule électrique.



Mais, les technologies hybrides introduisent des besoins spécifiques avec notamment des ratios puissance/énergie élevés comme l'illustre la figure ci-dessus. Ce peut être une opportunité pour le développement et l'application à l'automobile de technologies comme :

- Batteries Li-Ion typée puissance ou de nouvelles chimies
 - Super-condensateurs (DLC)
 - Accumulateur de pression
 - Volant d'inertie.

Si la fiabilité est un dû pour le client, la durabilité et le maintien des performances sont des facteurs clés de la valeur résiduelle des véhicules hybrides.

Le pack batterie intègre les composants de stockages (cellules), le système de gestion de la batterie (BMS), la protection mécanique et CEM ainsi que le système de refroidissement. La conception de ce système et l'intégration physique sont critiques pour la compacité, les performances, la durabilité et la fiabilité du stockage. Pour cette raison et du fait des spécificités de l'implantation dans chaque véhicule, les constructeurs souhaiteront en garder la maîtrise.

L'accumulateur à gaz comprimé constitue une alternative simple pour le stockage de faible capacité. La réduction de sa masse et de son encombrement sont les axes d'améliorations prioritaires.

La filière doit se renforcer dans le domaine de la conception et de la fabrication des packs batterie en s'appuyant notamment sur la standardisation des composants comme par exemple les cellules de stockage ou l'électronique du BMS.

En marge des applications plug-in et véhicule électrique, des technologies de stockage répondant aux besoins spécifiques (forte puissance, cyclage important, ...) doivent être développées ou optimisées y compris hors du domaine de l'électrochimie.

La filière devra évoluer pour intégrer sur l'ensemble du cycle de vie les technologies de stockage spécifiques aux hybrides.

4.4. Dispositifs auxiliaires

Des dispositifs complémentaires pourront se greffer sur les systèmes hybrides pour en améliorer l'efficacité et les performances. A titre d'exemple, nous citerons :

- les systèmes de récupération d'énergie à l'échappement : de nombreux projets de recherche sont menés pour l'adaptation à l'automobile de technologies telles que le cycle Rankine, la thermo-électricité ou le turbo-compound dans le but d'exploiter le gisement d'efficacité que constituent les pertes thermiques à l'échappement.
- l'électrification de certains accessoires peut être nécessaire pour assurer la permanence des prestations lors des phases de roulage moteur thermique arrêté mais elle permet également de les piloter plus efficacement
- le compresseur électrique de suralimentation vient en support des stratégies de downsizing moteur lorsque l'apport de couple électrique n'est pas suffisant pour maintenir les performances GMP à bas régimes.

L'électricité, par rapport aux autres options d'hybridation (hydropneumatique, mécanique, ...) présente l'avantage de la souplesse d'adaptation. Les dispositifs auxiliaires bénéficient, en termes de coûts notamment, de l'infrastructure hybride (stockage, réseau de bord, ...) déjà en place dans le véhicule. Dans la plupart des cas les puissances en jeu sont compatibles avec une tension de 48V. Nous retrouvons ici un des intérêts de la standardisation.

29/10/2014	PTF_29_01	8 / 10
------------	-----------	--------

L'enjeu principal est l'amélioration de l'efficacité de ces dispositifs pénalisée par l'enchaînement des pertes dans les différents dispositifs de conversion.

4.5. Transmissions

Dans le domaine mécanique, le développement des GMP s'appuiera largement pour des raisons économiques sur des transmissions existantes.

Mais certains principes d'hybridation (comme, par exemple, le full hybrid hydraulique ou le plug-in hybrid low cost) rendent possible la conception de transmissions plus simples et moins coûteuses. Le développement de ces transmissions, spécifiques, nécessitera des investissements important en moyens R&D et pour la mise en place des outils de production.

Le développement de réducteurs adaptés aux machines électriques à haute vitesse de rotation s'appuiera sur le savoir-faire de la filière dans le domaine mécanique.

Structuration de la filière

L'institut VeDeCoM⁶, le réseau RS2E⁷ et le pôle MOV'EO participent à la structuration de la filière et interviennent déjà sur certains des points exposés précédemment en menant des projets de recherche associant laboratoires et industriels. Néanmoins, certains acteurs majeurs du domaine électrotechnique ne sont pas encore connectés avec la filière automobile.

La filière, par le biais de la PFA, a pris en charge la coordination du programme « Véhicule 2l/100km » soutenu par le PIA⁸ « Véhicule du Futur ». L'hybridation est un des axes de ce programme qui comprend des travaux sur « full hybrid », hybride rechargeable et mild hybrid 48V.

5. Synthèse, conclusion

A condition d'être diffusées à grande échelle, les technologies d'hybridation sont incontournables pour tenir les objectifs environnementaux notamment en Europe. Deux technologies hybrides complémentaires y répondent mais leurs coûts devront être réduits :

- les « mild et full hybrids » qui s'inscrivent dans la logique de progrès des GMP thermiques.
- les « plug-in hybrids » (hybrides rechargeables) qui, comme les véhicules électriques, offrent une prestation de roulage « zéro émissions » en milieu urbain.

Les constructeurs français estiment que la technologie 48 Volt est appelée à devenir « mainstream » et visent à se positionner dans la fourchette haute des prévisions de part de marché en couvrant à la fois mild et full hybrids.

Les « plug-in hybrid » commencent à se déployer par le haut de gamme par la conjonction d'une nécessité de réduction des émissions de CO₂ et d'un coût marginal proportionnellement moins important. Mais l'émergence de zones de restriction de circulation nécessitera le développement d'une offre « plug-in hybrid » abordable dans le milieu de gamme et les véhicules utilitaires.

Les hybrides sont une opportunité pour renforcer la filière machine électrique en visant une mutualisation des moyens aussi bien par la standardisation (48V) que par la modularité. Une modularité de la conception des hybridations sera nécessaire pour maîtriser les coûts et simplifier les filières industrielles.

⁶ Institut du Véhicule Décarboné et Communicant et de sa Mobilité

⁷ Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie.

⁸ Programme des Investissements d'Avenir piloté par le Commissariat Général à l'Investissement

29/10/2014	PTF_29_01	9 / 10
------------	-----------	--------

L'électronique de puissance est un composant stratégique aussi bien pour les hybrides que pour les véhicules électriques. L'apparition de nouvelles technologies pourrait être une opportunité pour le développement d'une filière industrielle de composants.

La filière doit se renforcer dans le domaine de la conception et de la fabrication dans les conditions de l'industrie automobile des organes électroniques (onduleur, convertisseur DC/DC, chargeur,...) et des packs batterie en s'appuyant notamment sur la standardisation des composants comme par exemple les cellules de stockage ou l'électronique du BMS. L'établissement de lien avec certains acteurs majeurs du domaine électrotechnique pourraient aller dans ce sens.

En marge des applications plug-in et véhicule électrique, des technologies de stockage répondant aux besoins spécifiques (forte puissance, cyclage important, ...) doivent être développées ou optimisées y compris hors du domaine de l'électrochimie. La filière devra évoluer pour intégrer sur l'ensemble du cycle de vie ces technologies de stockage spécifiques.

29/10/2014	PTF_29_01	10 / 10
------------	-----------	---------

15 ANNEXE : extrait (synthèse) du rapport CGEDD/CGE sur la « filière hydrogène-énergie » (septembre 2015)

SYNTHÈSE

- 1 Dans le contexte du réchauffement global de la terre et du développement des énergies renouvelables intermittentes, notamment électriques, le vecteur hydrogène énergie peut être envisagé à la fois comme une ressource alternative à la batterie classique pour stocker de l'énergie et produire de l'électricité et comme un instrument de régulation entre énergies au service de la transition énergétique où cohabiteront durablement des productions centralisées d'énergie et des productions locales intermittentes décarbonées. La montée en puissance des énergies intermittentes dans les mix électriques français et européen, la variabilité des prix de l'électricité et la flexibilité offerte par le recours à l'hydrogène donneront très probablement une place économiquement viable à la production d'hydrogène par électrolyse. Outre l'augmentation prévisible et souhaitable du prix de la tonne de CO₂, le renforcement de la lutte contre le bruit et la pollution de l'air en zone urbaine peut constituer un atout pour la mobilité hydrogène, qui permet en outre une autonomie accrue et une recharge rapide.
- 2 Longtemps perçue comme une technologie "d'après demain", la filière hydrogène énergie connaît une accélération des innovations et progrès qui peut bousculer notablement l'agenda des technologies en place ou en plein développement. Plusieurs marchés de niche sont apparus récemment, par exemple la logistique et l'approvisionnement de flottes captives.
- 3 Sur le plan international, les chefs de file sont le Japon (tant en mobilité qu'en cogénération résidentielle) et les États-Unis, notamment la Californie, l'Allemagne et la Corée du sud, puis la France, les autres États apparaissant moins engagés. Depuis une vingtaine d'années, le Japon développe en parallèle toutes les pistes, voyant dans l'hydrogène une source d'indépendance énergétique et de croissance à l'export (comme la Corée) plus que de décarbonation en soi de son économie, au moins à court terme. Il est aujourd'hui leader en matière de véhicules et cogénération résidentielle. L'Allemagne, outre une forte culture en matière de mobilité, considère l'hydrogène comme un moyen de stockage de l'électricité « excédentaire » issue du développement des énergies renouvelables intermittentes. Le marché de la mobilité est mondial et hautement concurrentiel : les leaders mondiaux réalisent progressivement les infrastructures afin d'amorcer le développement des véhicules.
- 4 Même si le développement de la filière hydrogène reste aujourd'hui un pari sur l'avenir, en raison de fortes incertitudes sur les coûts et bénéfices, y compris non monétaires, les enjeux pour l'industrie française sont très importants. Le marché mondial qui apparaît le plus prometteur est celui de la mobilité, notamment automobile. L'horizon 2025-2030 pourrait ainsi voir cohabiter, après des décennies de véhicules à moteur à combustion interne, un "continuum" de technologies depuis le véhicule conventionnel jusqu'au tout hydrogène : véhicule à moteur à combustion interne, véhicule hybride, véhicule tout électrique à batterie, véhicule électrique sur batterie avec petite pile à combustible à hydrogène prolongatrice d'autonomie, véhicule électrique tout hydrogène (VE H2). Le véhicule grand public semble un marché à moyen terme, avec un positionnement actuel haut de gamme (premium), mais avec des véhicules déjà commercialisés. Le seul marché français des électrolyseurs, des piles à combustible et des réservoirs pour véhicules électriques à hydrogène pourrait être de l'ordre du milliard d'euros, à l'horizon 2030. D'autres applications apparaissent par ailleurs : le stockage de l'hydrogène permet, notamment en milieu insulaire ou sur site isolé, une régulation de l'intermittence et une optimisation entre production et consommation d'électricité. L'injection d'hydrogène dans le réseau gazier peut permettre un couplage entre différents vecteurs d'énergie, assurant ainsi une souplesse de gestion supplémentaire. Cette montée en puissance

de l'hydrogène n'a pleinement de sens que dans le cadre d'une production décarbonée par électrolyse remplaçant la production actuelle à partir d'hydrocarbures. Au total ce sont des dizaines de milliers d'emplois industriels directs qui sont ainsi en jeu, sans parler de l'image des constructeurs de véhicules : innovants ou en retard.

- 5 La France, qui n'a pas aujourd'hui de problème d'intermittence mais dont la balance commerciale est très déficitaire, doit rester dans la course sur une filière technologique potentiellement très porteuse à terme et pour laquelle existent déjà des marchés précoces. La France possède des compétences en matière de production de gaz, d'électrolyse, de pile à combustible (pour l'instant de petite taille comme prolongateur d'autonomie, avec des évolutions prévues vers des tailles permettant une motorisation complète), de stockage (réservoirs de gaz ou stockage solide par absorption), voire d'intégration des systèmes. Un travail d'industrialisation est requis à des fins de fiabilisation, d'augmentation de la durée de vie et de réduction des coûts. Il existe apparemment les éléments d'une filière complète, allant de petites entreprises à des grands groupes, et appuyée par des organismes de recherche puissants. Mais la logique de réseau reste insuffisante et les réalisations sur le terrain national sont en deçà du potentiel. Les entreprises françaises trouvent des marchés surtout à l'étranger. Les infrastructures sont actuellement développées de manière modeste.
- 6 La mission recommande donc d'encadrer et d'accompagner cette montée en puissance en exprimant un soutien politique et en aidant à la structuration de la filière avec notamment l'établissement d'une feuille de route précise suivie régulièrement et une gouvernance adaptée. La mission recommande d'identifier et de soutenir les technologies de rupture à plus ou moins court terme (stockage par hydrures; électrolyse haute température) et de réduire les coûts, optimiser les processus de fabrication, fiabiliser et sécuriser les technologies les plus mûres techniquement et économiquement (électrolyse alcaline et à membrane polymère, réservoirs haute pression, pile à combustible à membrane échangeuse de protons, pile à combustible de prolongateur d'autonomie ...); le 3^e programme des investissements d'avenir (PIA3) devra être mobilisé. Il importera de veiller à assurer en permanence la cohérence des projets et leurs synergies, et de promouvoir les regroupements d'entreprises afin de permettre à la France d'exister sur les créneaux précités. En matière d'usages, il convient de susciter des innovations tant en stationnaire (par exemple équipements aéroportuaires; alimentation en site isolé ou de secours), que nomade (alimentation de portables) ou mobile (vélos, bus urbains, véhicules utilitaires de flottes). Des démonstrateurs devront rapidement accompagner les technologies françaises les plus mûres afin de fiabiliser et rentabiliser la filière, de servir de vecteur de communication et de base à des développements à l'échelle de territoires (agglomérations ou régions), dans une logique de réseaux de collaboration renforcée aux échelles infranationale, puis transfrontalière et/ou européenne. La sécurisation des acteurs requiert enfin un accompagnement et une réduction des obstacles administratifs et réglementaires, une rapide mise en place de réglementations permettant d'alimenter une économie de l'hydrogène en zone agglomérée, l'introduction d'incitations fiscales, et une action en matière de normalisation.

*
* *

16 ANNEXE : le projet de mobilité hydrogène HYWAY



tenerdis
ENERGY CLUSTER

LE PÔLE
énergies renouvelables

LES SERVICES
d'accompagnement

LES FILIÈRES
énergétiques

LES PROJETS
de r&d

LES MEMBRES
du réseau



La COP21 a fixé un cap : celui de maintenir le climat de la planète en réorientant tous les modes de production et d'utilisation d'énergie. Sans attendre ce message, les partenaires publics et privés du projet HYWAY ont déployé ensemble une solution de mobilité décarbonée. Ce projet rassemble déjà à Grenoble et Lyon la plus grande flotte de véhicules électriques à hydrogène d'Europe autour de deux stations de recharge. Celles-ci seront à terme alimentées en hydrogène vert.

Le projet

Le projet HYWAY vise à favoriser, promouvoir et valider la pertinence technico-économique et environnementale du modèle français de déploiement de la mobilité hydrogène (H₂) autour de flottes captives. Concrètement, HYWAY vise à industrialiser, produire en série et intégrer des kits H₂ prolongateurs de l'autonomie de véhicules électriques hybrides dans des Kangoo ZE-H₂. Celles-ci sont alimentées par des stations de recharge d'H₂ implantées à Grenoble et à Lyon sur sites privés avec accès public. Les véhicules sont achetés par des utilisateurs précurseurs à la fois publics et privés.

HYWAY est la 1^{ère} étape du plan de déploiement élaboré par le Consortium « Mobilité Hydrogène France » qui limite les risques financiers et innove par la synchronisation voulue entre la réalisation des infrastructures de recharge et le déploiement des véhicules électriques à hydrogène. Ces véhicules sont silencieux et ne rejettent que de l'eau.

Ce projet, soutenu financièrement par la Région Rhône-Alpes, l'ADEME et l'Europe, rassemble les principaux acteurs de la filière H₂, tous implantés en Rhône-Alpes et coordonnés par Tenerdis : Air Liquide, CEA, CNR, GEG, GNVERT, McPhy Energy, PUS (Cofely Services), SymbioFCell. Le projet HYWAY offre à la Région une vitrine des savoir-faire de la filière hydrogène et lui permet de s'affirmer comme une des régions les plus dynamiques en Europe sur ce sujet.

Le déroulement

Le projet se déroule en 2 phases, et sur deux sites Rhône-alpins, Lyon et Grenoble.

- Phase 1 (avril 2014 /avril 2017)
La première étape du projet a consisté tout d'abord à produire les kits H₂, à les intégrer dans les Kangoo ZE et à commercialiser les véhicules.
En parallèle, ont été menés les travaux de conception des deux stations, puis la mise en service de celle de Grenoble. A Lyon, une station provisoire permet aux véhicules de se

recharger en attendant la mise en service de la station définitive. L'hydrogène est livré aux stations par camion dans cette phase.

- Phase 2 (2016 / 2019)
La station lyonnaise définitive sera implantée et mise en service sur l'Avenue Tony Garnier courant 2017.
Deux unités de production seront également mises en place à proximité des stations de recharge. L'hydrogène sera ainsi produit in situ par électrolyse à partir d'électricité d'origine 100% renouvelable afin de développer une mobilité durable du puits à la roue.
Le suivi d'exploitation, mené en phase 1, va se poursuivre et se renforcer afin de permettre un retour d'expérience précis et objectif, d'optimiser le système et de valider le modèle.

Aujourd'hui, une trentaine de véhicules sillonnent l'Isère et le Rhône, la station d'approvisionnement en H₂ de Grenoble a été inaugurée en janvier 2016, et la phase 2 du projet est amorcée.



17 ANNEXE : la pile à combustible à l'éthanol, une alternative au réseau de distribution d'hydrogène ?

Automotive News

Automotive News Canada Automotive News Europe Automotive News China Automobilwoche

Nissan develops new ethanol fuel cells to jump infrastructure hurdle

June 14, 2016 [Hans Greimel](#)

The test bench for Nissan's solid oxide fuel cell that runs on bio-ethanol electric power. It features an e-bio fuel-cell with an SOFC power generator. The SOFC utilizes the reaction of multiple fuels, including ethanol and natural gas, with oxygen to produce electricity with high efficiency. *Photo credit: NISSAN*

YOKOHAMA, Japan -- Nissan Motor Co. has developed a new kind of fuel cell drivetrain for cars that taps an onboard tank of ethanol instead of pressurized hydrogen, delivering a cheaper and safer ride that it says is more user friendly.

The new technology, dubbed an e-bio fuel cell, aims to combat a common hurdle to deploying traditional hydrogen fuel cell vehicles: the lack of a hydrogen fueling infrastructure. Nissan's system uses bio-ethanol, derived from renewable crops such as corn or sugarcane, and that refueling infrastructure already largely exists.

E-bio fuel cells should also be less costly than traditional hydrogen systems because they don't require the expensive carbon-fiber storage tanks for pressurized hydrogen or costly precious metals such as platinum as catalysts for electricity generation.

Nissan aims to bring the technology to market in fleet vehicles by around 2020.

"By using this fuel, it can have wider application," Executive Vice President Hideyuki Sakamoto said today while announcing the development. "We do not require a hydrogen infrastructure. That is the biggest advantage, along with better safety."

Nissan's system shares its fundamental technology with the traditional fuel cell systems in such vehicles as the Toyota Mirai or Honda Clarity fuel cell sedans.

It even requires hydrogen to be fed through its fuel stack to generate electricity. And like those existing vehicles, it uses that electricity to power an electric motor that drives the car. Excess electricity is also stored in an onboard battery.

But the biggest difference is that Nissan's system generates its hydrogen inside the car. It does so through an additional step handled by a component called the reformer.

The reformer transforms ethanol in the fuel tank into hydrogen, which is then fed into the fuel stack. In a traditional hydrogen fuel cell car, there is no reformer. The car's fuel tank carries pressurized hydrogen pumped directly from a fueling station.

Nissan says its system has several advantages, despite the extra step.

First, ethanol fuel is much more widely available than hydrogen, making it easier to introduce the drivetrain technology. It also doesn't require a special fueling station.

Indeed, countries such as Brazil already widely use ethanol fuel.

Second, ethanol is safer to use than hydrogen because it is not as combustible.

Also, Nissan's system operates at a much higher temperature. That means it doesn't need pricey precious metals as catalysts. Low priced metals will do. Costs are further reduced because the fuel tank is not a high-tech carbon fiber pressurized capsule.

Finally, the fuel needn't be pure ethanol. It can even be a mix of up to 55 percent water, which further brings down the cost of the operation.

On the flip side, Nissan said it needs to improve the system's heat management because swings from hot to cold extremes put pressure on durability. And because it works best at high temperatures, driving response lags until the system heats up.

Also, traditional fuel cell cars are zero emissions; that is, they emit only water vapor and heat. Nissan's system emits water vapor, heat and carbon dioxide. That is because carbon dioxide is a byproduct of the onboard reformation of ethanol into hydrogen.

Nissan argues, however, that the system is "carbon neutral" when counted wheel-to-wheel. That is because carbon dioxide released is eventually sequestered in the crops that are harvested to make the ethanol. So carbon is contained in a closed loop.

Despite developing the new technology, Nissan said it hasn't given up on traditional hydrogen fuel cell systems. Indeed, it will continue to develop that technology in parallel with its partners Daimler AG of Germany and Ford Motor Co.

18 ANNEXE : la Suède fait reposer la décarbonation de ses transports sur le diesel HVO et sur des projets d'autoroutes électriques

Extrait d'une note du Service Economique Régional de Stockholm « Climat/COP21 : l'exemple suédois pour décarboner les transports, un modèle à suivre ? »

La stratégie du gouvernement suédois pour décarboner les transports décline l'**objectif national ambitieux d'un parc de véhicules indépendant des combustibles fossiles d'ici 2030**, qui pourrait être atteint selon une commission nationale (*SOU 13:84*), en grande partie grâce aux biocarburants. Le rôle futur du **biodiesel HVO** (huiles végétales hydrogénées), pouvant se substituer à 100 % au gazole classique dans les véhicules diesel qui dominent le marché des nouvelles immatriculations, est particulièrement mis en avant.

La Suède a atteint **la part record au niveau européen de 18,7 % d'énergies renouvelables** dans le secteur des transports (loin devant la Finlande 9,9 %, FR: 7,2 % en 2013), dépassant largement son objectif UE de 10 % en 2020, grâce à l'essor des biocarburants (12 % de la consommation énergétique du transport routier). **Le diesel et l'essence suédois contenaient 17,5 % de biodiesel (11 % d'HVO et 6,5 % de FAME) et 5,2 % d'éthanol respectivement en 2014 (FR: 7 et 6 %).**

Deux innovations clés pour la décarbonisation : le biodiesel HVO à court terme et l'électrification des routes sur le moyen terme.

- **Une révolution déjà bien avancée : la substitution totale du gazole par le biodiesel HVO**

Le gouvernement suédois a très tôt soutenu financièrement la filière du biodiesel HVO avec le premier projet de bioraffinerie de l'entreprise suédoise Sunpine à Piteå (co-financé par l'Agence suédoise de l'Énergie (STEM) et le groupe forestier public Sveaskog), ainsi qu'en l'exonérant de droits d'accises. Avant l'ouverture vers les déchets animaliers, 95 % du biodiesel HVO suédois était produit à partir d'huile de pin sylvestre (résidu de l'industrie papetière) en 2011 par Sunpine à Piteå. Le coût total de l'installation, d'une capacité de 100 Mio litres d'huile de pin brute par an, a été de 38 M€ seulement.

La consommation de biodiesel HVO a explosé en Suède, soutenue par l'exonération totale des taxes carbone et énergie, même dans des taux d'incorporation élevés dans le diesel. Elle est passée de 34 à 439 millions de litres entre 2011 et 2014, et devrait atteindre de nouveaux niveaux record en 2015 et 2016. Le biodiesel HVO est désormais **le 1er biocarburant en Suède** (5 % des carburants vendus), devant le biodiesel FAME (4 %), le bioéthanol (2 %, qui pâtit de problèmes de corrosion pour les moteurs) et le biogaz (1 %).

La performance environnementale du biodiesel HVO est élevée. Issu de déchets d'abattoirs (41 %), d'huile de pins sylvestres suédois (22 %), de graisses végétales et animale de récupération (22 %) et d'huile de palme (15 %), il a permis des réductions d'émissions de 84 % par rapport au gazole en 2014, selon les normes européennes.

La progression fulgurante du biodiesel HVO devrait se maintenir au cours des prochaines années, et participera à l'atteinte de l'objectif d'un parc de véhicules indépendant des combustibles fossiles en 2030. Le premier distributeur de diesel, Preem, a annoncé dans le cadre de la plateforme « *Fossil-free Sweden* » lancée par le gouvernement suédois en amont de la COP21 (voir ND 015043), qu'il transformera toutes ses raffineries en bioraffineries d'ici 2030. Preem a modernisé sa bioraffinerie de Göteborg, et devrait produire 160 Mt d'HVO en 2016 (100 Mt en 2015). L'autre grand acteur, Neste, augmente aussi les capacités de ses installations situées en Finlande, aux Pays-Bas et à Singapour, ce qui devrait soutenir la consommation en Suède.

Tous les distributeurs suédois (Preem, Statoil, OKQ8, St1) proposent à la pompe un « diesel vert » contenant environ 25-35 % de biodiesel HVO. A l'image de Statoil qui propose déjà **un diesel 100 % HVO à la pompe** (sans adaptation particulière des moteurs), **les principaux distributeurs proposeront progressivement, en 2016, du HVO100 dans leurs stations-service.**

- **Une perspective d'avenir ? Deux projets pilotes de routes électriques en Suède**

Selon les analyses du consultant WSP, **deux tiers des transports suédois de marchandises par camion pourraient se faire sur des routes électrifiées d'ici 2030**. Seuls 4 % du réseau routier suédois (principalement les grands axes autoroutiers) seraient à électrifier pour atteindre ce résultat.

Le premier projet suédois de grande ampleur concerne l'électrification de 2 km de l'autoroute E16 à Gävle, qui devrait devenir **la première route publique électrifiée au monde** en avril prochain, selon Siemens. Les câbles situés à une dizaine de mètres au-dessus du sol permettront aux camions hybrides diesel de Scania de se recharger en roulant. Le projet est financé à hauteur de 8 M€ par l'Agence suédoise des transports.

Le second projet concerne **l'électrification de 2 des 10 km séparant l'aéroport international de Stockholm-Arlanda du centre national de tri postal de Rosenberg**. D'ici la fin des travaux prévue en juin 2017, les camions postaux de Postnord pourront être entièrement rechargés en roulant lors de leurs trajets quotidiens par l'intermédiaire d'un **rail électrifié intégré dans le bitume** relié au véhicule par un connecteur, réduisant les émissions GES de Postnords de 0,2 MtCO₂/an. Les agences suédoises de l'énergie et des transports cofinancent le projet porté par NCC Roads à hauteur d'1M€. D'autres véhicules, dont des voitures particulières électriques, pourraient bénéficier de l'infrastructure (contrairement au projet supra), dans un second temps.

19 ANNEXE : les carburants thermiques évoluent aussi

Evolutions des textes réglementaires relatifs aux caractéristiques des carburants : déploiement d'un affichage standardisé à la pompe

Gazole	Essence SP95	Essence SP98	Essence SP95-E10	Superéthanol	GPL
B7	E5	E5	E10	E85	LPG
Ce carburant contient jusqu'à 7% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 5% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 5% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 10% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 85% de biocarburants	
Ce carburant est compatible avec tout véhicule Diesel. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Ce carburant est compatible avec tout véhicule essence. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Ce carburant est compatible avec tout véhicule essence. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Sauf exception, les véhicules essence mis en circulation après le 1 ^{er} janvier 2000 sont compatibles avec ce carburant. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Attention, ce carburant est susceptible d'occasionner des dommages aux moteurs qui n'ont pas été spécialement conçus pour fonctionner avec. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Ce carburant est compatible avec tout véhicule GPL. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr

Evolutions des textes réglementaires relatifs aux caractéristiques des carburants : déploiement d'un affichage standardisé à la pompe

Gazole B10	Gaz naturel comprimé	Gaz naturel liquéfié	Hydrogène
B10	CNG	LNG	H2
Ce carburant contient jusqu'à 10% de biocarburants	Ce carburant peut contenir des biocarburants	Ce carburant peut contenir des biocarburants	
Pour savoir si votre véhicule Diesel est compatible avec ce carburant, consultez votre concessionnaire automobile. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Ce carburant est compatible avec tout véhicule conçu pour fonctionner au gaz naturel comprimé. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Ce carburant est compatible avec tout véhicule conçu pour fonctionner au gaz naturel liquéfié. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Ce carburant est compatible avec tout véhicule conçu pour fonctionner à l'hydrogène. Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr

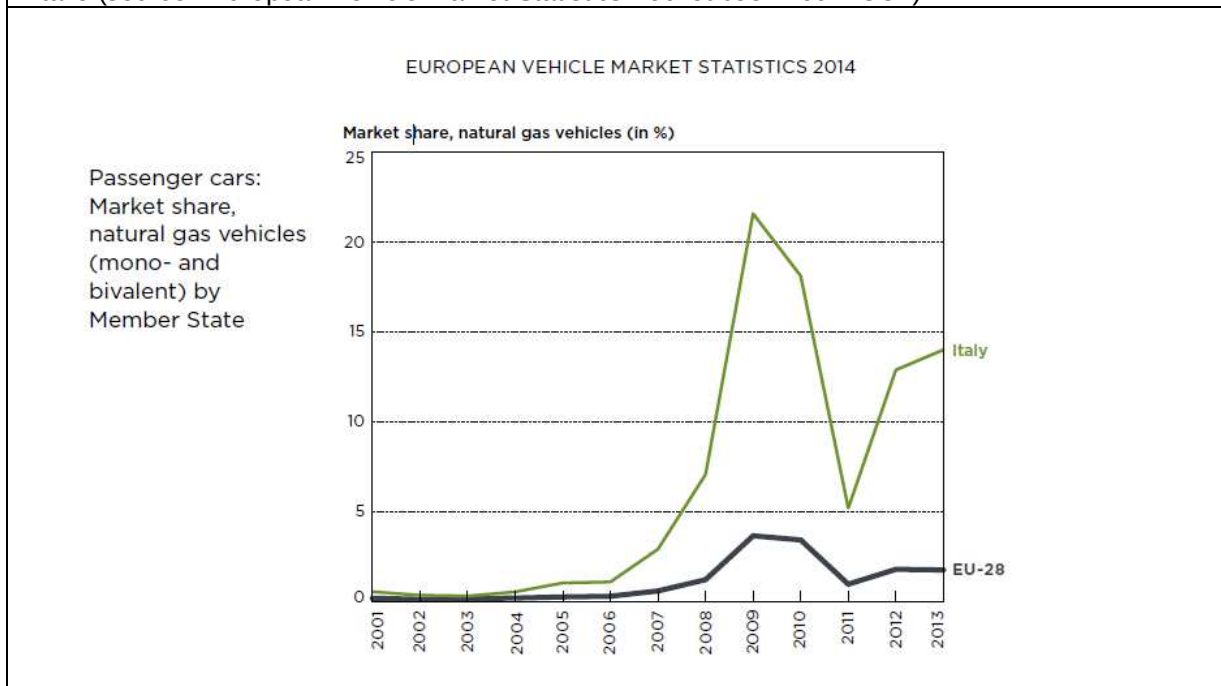
Evolution des textes réglementaires relatifs aux caractéristiques des carburants : déploiement d'un affichage standardisé à la pompe

Gazole B30	ED95	Gazole XTL	Gazole non routier	GNR B30
B30	ED95	XTL	GNR	GNR B30
Ce carburant contient jusqu'à 30% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 95% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 100% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 7% de biocarburants	Ce carburant contient jusqu'à 30% de biocarburants
Ce carburant est réservé aux flottes captives de véhicules spécifiquement conçus pour fonctionner avec.	Ce carburant est réservé aux flottes captives de véhicules spécifiquement conçus pour fonctionner avec.	Ce carburant est réservé aux flottes captives de véhicules spécifiquement conçus pour fonctionner avec.	Ce carburant est réservé aux flottes captives de véhicules spécifiquement conçus pour fonctionner avec.	Ce carburant est réservé aux flottes captives de véhicules spécifiquement conçus pour fonctionner avec.
Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr	Pour plus d'informations sur la composition de ce carburant, veuillez consulter le site internet ministériel : developpement-durable.gouv.fr

20 ANNEXE : en Italie, une politique intense et constante de soutien à la motorisation au gaz aboutit à une part notable pour cette motorisation

L'Italie a depuis plusieurs décennies une politique incitative à l'achat de véhicules au gaz (incitations fiscales et développement d'un réseau de distribution), et a confirmé ces incitations dans le cadre du décret « Salva Italia » de 2011⁴⁸. Cette politique, qui s'est notamment appuyée sur une aide à la reconversion des véhicules déjà sur le marché, se traduit par une part atypique des véhicules au gaz dans les ventes et dans le parc. 80% des véhicules particuliers propulsés au gaz en Europe sont ainsi en Italie.

Part de marché des véhicules roulant au gaz naturel en Europe, de 2001 à 2013 : singularité de l'Italie (source : European Vehicle Market Statistics Pocket book 2004 ICCT)



Le décret « salva Italia » de 2011 a donné une nouvelle impulsion aux ventes de véhicules à gaz en Italie (graphique, source : communiqué de presse du 1/9/2014 « italian car market, August 2014 registrations » du Centro Studi Subalpino de Turin)

